

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS**

**ESCOLA DE ENGENHARIA**

**DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UMA ABORDAGEM PARA AVALIAR A CONSISTÊNCIA TEÓRICA  
DE SISTEMAS PRODUTIVOS**

**Giovana Savitri Pasa**

**Porto Alegre, agosto de 2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UMA ABORDAGEM PARA AVALIAR A CONSISTÊNCIA TEÓRICA**  
**DE SISTEMAS PRODUTIVOS**

**Giovana Savitri Pasa**

**Orientador:** Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro

**Banca Examinadora:**

**Antonio Carlos Gastaud Maçada, Dr**  
**Prof. PPGA / UFRGS**

**Carlos Honorato Schuch Santos, Dr**  
**Prof. UNISC - UCS - ESPM**

**Francisco José Kliemann Neto, Dr**  
**Prof. PPGEP / UFRGS**

**Tese submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção como**  
**requisito parcial à obtenção do título de**  
**DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Área de concentração: Gerência de Produção**

**Porto Alegre, agosto de 2004**

**Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.**

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

Orientador

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

Coordenador

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Banca Examinadora:**

**Antonio Carlos Gastaud Maçada, Dr**

Prof. PPGA / UFRGS

**Carlos Honorato Schuch Santos, Dr**

Prof. UNISC – UCS - ESPM

**Francisco José Kliemann Neto, Dr**

Prof. PPGEP / UFRGS

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma abordagem de avaliação capaz de determinar se uma proposta teórica apresenta as características e os elementos minimamente necessários para que possa ser considerada a estrutura teórica de um sistema de produção. É relativamente comum o fato de uma estrutura ou um conjunto de técnicas serem apresentados como se fossem um sistema produtivo. No momento de implementação destes “sistemas produtivos”, muitos problemas surgem. Por trás deste trabalho está a crença de que grande parte destes problemas ocorre devido à falta de uma teoria subjacente, capaz de prover consistência e robustez aos mesmos. Para alcançar tal abordagem de avaliação, alguns passos foram percorridos. Primeiro, o estudo sobre a teoria de sistemas em geral e sobre os sistemas de produção. Segundo, a investigação no campo da filosofia da ciência, procurando identificar os conceitos fundamentais à criação de uma estrutura necessária para suportar a teoria subjacente a um sistema produtivo. Terceiro, a elaboração da abordagem de avaliação, considerando tanto as características necessárias aos sistemas produtivos como aquelas necessárias à estrutura teórica. Uma vez estabelecida a abordagem de avaliação, o próximo passo foi a aplicação. A aplicação selecionada foi o Sistema Toyota de Produção, devido a sua ampla utilização em todo o mundo, e, simultaneamente, à inexistência de unanimidade na comunidade acadêmica a respeito do caráter científico e da consistência deste sistema e dos princípios a ele subjacentes. Revelou-se que o Sistema Toyota de Produção atende parcialmente os requisitos de uma estrutura teórica. Ele também serviu para validar o método de avaliação proposto, o qual foi capaz de identificar os aspectos fortes e fracos do Sistema Toyota de Produção, do ponto de vista do atendimento de uma estrutura teórica.

Palavras-chave: sistemas de produção; Toyota; filosofia da ciência; *just in time*

## ABSTRACT

The aim of this work is the development of an approach to evaluate if a proposed framework presents the minimum characteristics and elements to be considered the theory of a productive system. Frequently a framework or a group of techniques are presented as a productive system. However, at the moment of implementation of these “productive systems”, many problems arise. This work was motivated by the belief that a substantial part of these problems is due to the lack of a subjacent theory to provide them consistency and robustness. To develop the evaluation approach, some steps were pursued. First, a study on theory of systems in general and on production systems was carried out. Second, an investigation in science philosophy was performed, aiming to identify the fundamental concepts to support the theory subjacent of a productive system. Third, the evaluation approach was elaborated, considering the necessary characteristics for productions systems as well as the necessary theoretical framework. Once the evaluation approach was established, the next step was the application. The selected case study was the Toyota Production System, because of its wide application around the world and, simultaneously, the academic controversial concerning the consistency and scientific character of this system and its subjacent principles. The case study revealed that Toyota Production System partially satisfy the requisites for a theoretical framework. It also contributed to validate the proposed evaluation method, which was able to identify the strong and weak aspects of the Toyota Production System, considering the adherence to a theoretical framework.

Key-words: production systems; Toyota; science philosophy; just in time

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	APRESENTAÇÃO.....	12
1.2	MÉTODO APLICADO NESTA PESQUISA.....	14
1.3	ESTRUTURA.....	17
1.4	OS LIMITES DA ABRANGÊNCIA.....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – TEORIA GERAL DE SISTEMAS .....</b>	<b>20</b>
2.1	ORIGENS DA TEORIA DE SISTEMAS: DOS PRIMÓRDIOS À SISTÊMICA.....	20
2.2	O QUE SÃO SISTEMAS.....	22
2.3	AS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS .....	23
2.4	O SISTEMA E A MODELIZAÇÃO.....	24
2.5	ABORDAGENS SISTÊMICA VERSUS ANALÍTICA.....	24
2.6	ELEMENTOS DO SISTEMA .....	25
2.7	A ESTRUTURA DO SISTEMA .....	26
2.8	O CARÁTER TEÓRICO E PRÁTICO DOS SISTEMAS.....	27
2.9	ELEMENTOS DE UM SISTEMA TEÓRICO.....	27
2.9.1	<i>Teoria ou explicação do sistema teórico .....</i>	<i>27</i>
2.9.2	<i>Lei .....</i>	<i>28</i>
2.9.3	<i>Princípio .....</i>	<i>29</i>
2.9.4	<i>Conceito.....</i>	<i>30</i>
2.9.5	<i>Os relacionamentos entre os elementos do sistema teórico: conceitos, leis e princípios .....</i>	<i>31</i>
2.10	ELEMENTOS DE UM SISTEMA PRÁTICO.....	32
2.10.1	<i>Método .....</i>	<i>32</i>
2.10.2	<i>Tecnologia .....</i>	<i>33</i>
2.10.3	<i>Técnica.....</i>	<i>33</i>
2.10.4	<i>Os relacionamentos entre os elementos do sistema prático: método, tecnologia e técnica .....</i>	<i>33</i>
2.11	RELACIONAMENTO ENTRE OS ELEMENTOS DE UM SISTEMA TEÓRICO E AQUELES ELEMENTOS DO SISTEMA PRÁTICO QUE O IMPLEMENTA.....	34
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>35</b>
3.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM RIGGS (1970).....	35
3.1.1	<i>Quanto à definição de Riggs (1970).....</i>	<i>35</i>
3.1.2	<i>Quanto aos elementos - Riggs (1970).....</i>	<i>36</i>
3.2	SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM KRAJEWSKI E RITZMAN (1999) .....	39
3.2.1	<i>Quanto à definição de Krajewski e Ritzman (1999).....</i>	<i>39</i>

3.2.2	<i>Quanto aos elementos - Krajewski e Ritzman (1999)</i> .....	39
3.3	SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM BLACK (1998).....	42
3.4	SISTEMAS DE PRODUÇÃO COMO PARTE DA ORGANIZAÇÃO.....	42
3.5	OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E OS MODOS DE PRODUÇÃO.....	44
3.6	O SISTEMA DE PRODUÇÃO EM SI.....	44
<b>4</b>	<b>ABORDAGEM PARA AVALIAR A CONSISTÊNCIA TEÓRICO-PRÁTICA DE UM SISTEMA PRODUTIVO (SP)</b> .....	<b>47</b>
4.1	PRIMEIRO PASSO: ESTUDO DO CONTEXTO HISTÓRICO DE SURGIMENTO DO SISTEMA PRODUTIVO.....	47
4.2	SEGUNDO PASSO: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTITUINTES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	48
4.3	TERCEIRO PASSO: ELABORAÇÃO DA TEORIA.....	49
4.4	QUARTO PASSO: VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DOS ELEMENTOS E DAS CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS A UM SISTEMA PRODUTIVO.....	49
4.4.1	<i>Totalidade ou existência de interação entre os elementos do sistema</i> .....	50
4.4.2	<i>Abertura</i> .....	50
4.4.3	<i>Finalidade e equifinalidade</i> .....	50
4.4.4	<i>Fluxos</i> .....	51
4.4.5	<i>Estabilidade dinâmica, retroação e regulação</i> .....	51
4.4.6	<i>Teoria</i> .....	52
4.4.7	<i>Elementos práticos</i> .....	54
4.4.8	<i>Conhecimento</i> .....	55
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO SOBRE O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: PASSOS 1 A 3 – contexto histórico, elementos e teoria</b> .....	<b>58</b>
5.1	PRIMEIRO PASSO: ESTUDO DO CONTEXTO HISTÓRICO DE SURGIMENTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	58
5.1.1	<i>Sobre o Sistema Toyota de Produção</i> .....	58
5.1.2	<i>Disparidade de opiniões</i> .....	62
5.1.3	<i>A questão da tradução</i> .....	63
5.1.4	<i>O processo de pensamento do Japão e do mundo ocidental</i> .....	64
5.1.5	<i>Necessidade de uma teoria do STP sobre uma base epistemológica ocidental</i> .....	65
5.1.6	<i>História do Sistema Toyota de Produção (STP)</i> .....	66
5.2	SEGUNDO PASSO: IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTITUINTES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	67
5.3	TERCEIRO PASSO: ELABORAÇÃO DA TEORIA.....	71
5.3.1	<i>Princípio 1</i> .....	77
5.3.2	<i>Princípio 2</i> .....	88
5.3.3	<i>Princípio 3</i> .....	91
5.3.4	<i>Princípio 4</i> .....	96
5.3.5	<i>Tecnologias</i> .....	99

5.3.6	<i>Os conceitos no Sistema Toyota de Produção.....</i>	<i>101</i>
<b>6</b>	<b>APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO SOBRE O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: PASSO 4 - Verificação da existência dos elementos e das características necessárias a um sistema produtivo.....</b>	<b>103</b>
6.1	CONCLUSÕES ESPECÍFICAS A RESPEITO DA APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA TEÓRICA SOBRE O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	121
6.2	APRIMORAMENTOS À ABORDAGEM .....	125
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>129</b>
7.1	CONCLUSÕES .....	129
7.2	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	134
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>135</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>141</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da estrutura do livro de Riggs, que é, ao mesmo tempo, a simbolização daquele autor para os sistemas de produção. (Adaptado de Riggs, 1970, p.12, figura 1.4 no original).....	37
Figura 2 – Ciclo das funções da produção (Fonte: RIGGS, 1970, p.27, figura 2.5 no original). .....	38
Figura 3 – A gestão da produção como parte do sistema de produção (Fonte: KRAJEWSKI & RITZMAN, 1999, p.3, figura 1.1 no original).....	40
Figura 4– As funções e sistemas do sistema produtivo, que incluem (e servem ao) sistema de manufatura (Fonte: BLACK, 1998, p. 34, figura 1-9).....	43
Figura 5 – Adaptado de Ghinato (1994, p.147, figura 23) com a legenda “Estrutura do Sistema Toyota de Produção Segundo Monden (1984, p.2). É preciso fazer a ressalva de que Monden apresenta no original a legenda “Custo, quantidade, qualidade e mão-de-obra são as melhorias do Sistema Toyota”, não chamando de estrutura.....	69
Figura 6 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção por Ghinato .....	70
Figura 7 – Estrutura geral do Sistema .....	72
Figura 8 – Princípio 1 e as relações entre seus elementos.....	73
Figura 9 – Princípio 2 e as relações entre seus elementos.....	74
Figura 10 – Princípio 3 e as relações entre seus elementos.....	75
Figura 11– Princípio 4 e as relações entre seus elementos.....	76
Figura 12 – Matriz de consolidação da verificação de consistência teórica.....	128
Figura 13 – Décadas de surgimento dos elementos do Sistema Toyota de Produção.....	188

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características de um sistema produtivo analisadas para o caso da Toyota, mostrando o grau de aprimoramento das mesmas (forte, médio, fraco, inexistente) .....	123
Quadro 2 -Histórico da década de 1900 a 1909 .....	145
Quadro 3 - Histórico da década de 10 .....	147
Quadro 4 - Histórico da década de 20 .....	149
Quadro 5 -Histórico da década de 30 .....	152
Quadro 6 - Histórico da década de 40 .....	156
Quadro 7 - Histórico da década de 50 .....	160
Quadro 8 -Histórico da década de 60 .....	165
Quadro 9 - Histórico da década de 70 .....	168
Quadro 10 -Histórico da década de 80 .....	173
Quadro 11 -Histórico da década de 90 .....	175
Quadro 12 -Histórico desde 1900 até a década de 90, abrangendo o contexto de surgimento e os elementos do STP.....	177
Quadro 13 -Autonomia e seu histórico .....	178
Quadro 14 -Emprego vitalício e seu histórico .....	179
Quadro 15 - Perdas e seu histórico .....	179
Quadro 16 - Qualidade: Controle da Qualidade Total (TQC); Defeito Zero (ZD); Círculos de Controle de Qualidade (CCQ); Controle Estatístico da Qualidade (SQC) e seu histórico .....	180
Quadro 17 - JIT e seu histórico .....	181
Quadro 18 -MFP e seu histórico.....	181
Quadro 19 - <i>Layout</i> e seu histórico.....	181
Quadro 20 -Multifuncionalidade e seu histórico .....	182
Quadro 21 -Fluxo e Sincronização e seu histórico .....	183
Quadro 22 -TRF e seu histórico .....	184
Quadro 23 -Elementos Visuais e Controle Visual e seu histórico.....	184

Quadro 24 - Relações com fornecedores e seu histórico.....	185
Quadro 25 - <i>Poka-yoke</i> e seu histórico.....	185
Quadro 26 -Marketing e seu histórico.....	186
Quadro 27 -Sistema de sugestões e seu histórico.....	186
Quadro 28 - <i>Kanban</i> e seu histórico.....	187
Quadro 29 -Manutenção Produtiva Total (MPT) e seu histórico.....	188

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 Apresentação

As pessoas e as organizações existem num mundo em permanente mudança. As modificações ocorrem sobre as coisas materiais - clima, recursos naturais disponíveis, mudanças sísmicas – e sobre o pensamento da humanidade – o conhecimento científico e tecnológico, os comportamentos sociais, políticos, econômicos e culturais, os relacionamentos entre os países.

As mudanças nas coisas materiais acontecem por obra espontânea da natureza e por influência do homem.

Já, o desenvolvimento do pensamento da humanidade se dá a cada vez que um conjunto de crenças é aprimorado ou é destruído, sendo trocado por outro. Diz-se, então, que houve a quebra de paradigmas. Womack, Jones e Roos (1992) observam: “Nenhuma nova idéia surge do vácuo. Pelo contrário, novas idéias emergem de um conjunto de condições em que as velhas idéias parecem não mais funcionarem”.

Os sistemas de produção estão sujeitos às mudanças: das coisas e dos pensamentos. Os gerentes e os acadêmicos da área de produção e administração, imersos no ambiente de mudança, tentam construir respostas capazes, na forma de novas configurações de sistemas produtivos. Como fruto das tentativas, nascem três tipos de propostas: 1) aquelas que efetivamente configuram um novo sistema produtivo; 2) aquelas que são autênticas, mas configuram apenas partes de um sistema produtivo, e, finalmente; 3) aquelas que, por dolo ou somente culpa, não passam de um traje de festa para promover a venda de uma personagem já conhecida. Aqueles que trabalham com sistemas produtivos têm uma percepção da existência

destes três tipos. Porém, fica a pergunta: como distinguir uns de outros? Afinal, o que é um sistema de produção completo e com elementos de inovação?

O *objetivo* aqui é desenvolver uma forma de verificar a consistência teórica de um sistema produtivo. A motivação para isto nasceu de uma necessidade específica, a análise do Sistema Toyota de Produção. Então, o objetivo se desdobra em dois. O *primeiro objetivo específico* consiste em criar uma abordagem capaz de identificar a presença ou não, numa proposição, dos elementos teóricos e práticos necessários e suficientes à conformação teórica de um sistema produtivo, permitindo expor inconsistências porventura existentes. O *segundo objetivo específico* é realizar uma aplicação sobre o Sistema Toyota de Produção, para testar a força da proposta. Paralelamente, o estudo do Sistema Toyota de Produção, durante a aplicação, permite o aperfeiçoar da sua forma teórica.

A *relevância* de se elaborar uma abordagem lógica da teoria de sistemas de produção, tal que fiquem claros e bem delineados os seus elementos, está na possibilidade que se abre para que tal sistema fique sujeito à falseabilidade proposta por Popper (1972). Popper (1972) afirma:

“...só reconhecerei um sistema como empírico ou científico se ele for passível de comprovação pela experiência. Essas considerações sugerem que deve ser tomado como critério de demarcação, não a verificabilidade, mas a falseabilidade de um sistema. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico”.

Lê-se, aqui, que Popper exige de uma teoria que esta apresente estrutura lógica que possa ser testada, na prática, quanto ao seu caráter de falso ou verdadeiro. Em outras palavras, a base da cientificidade de uma teoria consiste nela possuir estrutura lógica clara e verificável (PASA, 2001).

Então, ao caminhar-se em busca de uma clarificação da teoria de sistemas de produção, se está chegando mais perto da possibilidade de tratá-los cientificamente, o que vem ao encontro do anseio manifestado por Morin (2000), ao falar da “verdade da ciência”:

“Ora, os diversos trabalhos, em muitos pontos antagônicos, de Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, entre outros, têm como traço comum a demonstração de que as teorias científicas, como os ‘icebergs’, têm enorme parte imersa não científica, mas indispensável ao desenvolvimento da ciência”.

O que se faz, nos esforços de pesquisa científica, é trazer, cada vez mais à tona as partes imersas, dotando-as dos atributos da cientificidade. Não se abre mão de uma teoria empírica que não foi falseada, por ela não estar totalmente desenvolvida. Ao contrário, busca-

se o desenvolvimento desta e expõe-se a mesma ao que Morin (2000) chama “o jogo da ciência”, e explica assim:

“A idéia de que a virtude capital da ciência reside nas regras próprias do seu jogo da verdade e do erro mostra-nos que aquilo que deve ser absolutamente salvaguardado como condição fundamental da própria vida da ciência é a pluralidade conflitual no seio de um jogo que obedece a regras empíricas lógicas”.

Simplemente criticar uma proposição de sistema sem procurar justificar as críticas através de um estudo detalhado seria incorrer na mesma falta que se está criticando.

Para definir o que é um sistema produtivo, foi necessário estudar, inicialmente, o que são sistemas, e, depois, o que são sistemas produtivos. Para estudar sistemas, foram pesquisados autores de diversas áreas, como sistemas de informações, biologia, organizações. Checkland apud Flood et al (1989, p.9) tem a seguinte explicação: “...(sistemas são) uma meta-disciplina. Ou seja, sistemas é uma matéria que trata de matérias de outras áreas”.

Estudados sistemas e suas características, partiu-se para os sistemas de produção. Nessa área três autores foram selecionados: Riggs (1970), por ser um autor mais antigo e tomado como referência por autores atuais; Krajewski e Ritzman (1999), por se tratar de uma referência mais atual; e Black (1998), por ser um autor bastante próximo da produção enxuta, tratada na aplicação da abordagem proposta. A definição de utilizarem-se três referências em sistemas produtivos não ocorreu a priori; foi resultado da pesquisa que mostrou que os demais autores consultados não traziam elementos tais que justificassem o aumento do texto.

## **1.2 Método aplicado nesta pesquisa**

Gil (1999) classifica os métodos em dois grandes grupos: o dos que proporcionam as bases lógicas da investigação científica e o dos que esclarecem acerca dos procedimentos técnicos que poderão ser utilizados. Os métodos que proporcionam as bases lógicas da investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. Já, os métodos que indicam os meios técnicos da investigação são: experimental, observacional, comparativo, estatístico, clínico e monográfico.

Quanto à base lógica da investigação, este trabalho apóia-se no método hipotético-dedutivo, que apresenta a seguinte seqüência: problema, conjecturas, dedução de conseqüências observadas, tentativa de falseamento e corroboração.

Quanto aos meios de investigação, a classificação proposta por Gil (1999) não provê muito auxílio no presente caso. Segundo a referida classificação, este trabalho aproximar-se-

ia, talvez, do método monográfico, o qual “parte do princípio de que o estudo de um caso em profundidade pode ser representativo de muitos outros ou mesmo de todos os casos semelhantes” (GIL, 1999, p.35).

Gil (1999, p. 35) ainda trata das grandes teorias ou quadros de referência. As teorias são as “redes estendidas para capturar o que chamamos o ‘mundo’, para racionalizá-lo, explicá-lo e dominá-lo” (POPPER apud GIL, 1999, p.36). Dentre as grandes teorias, que subordinam as demais e condicionam procedimentos científicos, estão o funcionalismo, o estruturalismo, a “compreensão”, o materialismo histórico e a etnometodologia. Destaca-se, aqui, o estruturalismo, assim apresentado por Gil (1999, p.37):

“O estruturalismo parte do pressuposto de que cada sistema é um jogo de oposições, presenças e ausências, constituindo uma estrutura, onde o todo e as partes são interdependentes, de tal forma que as modificações que ocorrem num dos elementos constituintes implicam na modificação de cada um dos outros e do próprio conjunto”.

O referido autor ressalta, também,

“o caráter relativo dos elementos da estrutura: o sentido e o valor de cada elemento advém, exclusivamente, da posição que ocupe em relação aos demais”. “A investigação estruturalista, tal como concebe Lèvi-Strauss, propõe como regra principal de observação que os fatos devem ser observados e descritos, sem permitir que os preconceitos teóricos alterem sua natureza e sua importância. Isto implica estudar os fatos em si mesmos e em relação com o conjunto. Por outro lado, exige o estudo imanente das conexões essenciais das estruturas independentemente de sua gênese ou de suas relações com o que é exterior a elas. Este estudo imanente de um objeto implica a descrição do sistema em termos estritamente relacionais; onde a experiência comum só reconhece coisas, a análise estrutural descreverá redes de relações. Essas redes de relações, por sua vez, constituem os sistemas: sistemas de parentesco e de filiação, sistema de comunicação lingüística, sistema de troca econômica, etc. Em suma, de acordo com o estruturalismo, parte-se da investigação do fenômeno concreto, atingindo o nível abstrato pela representação de um modelo representativo do objeto de estudo para, finalmente, retornar ao concreto como uma realidade estruturada” (GIL, 1999, p.38).

Será visto, ao longo deste trabalho, um esforço cujas bases são estruturalistas, ainda que não se desprezem: 1) a possibilidade de alguns elementos terem importância e significado, mesmo fora da estrutura referencial; 2) o imperativo da influência do meio sobre a estrutura; 3) a relevância da compreensão da gênese dos elementos e da estrutura.

Quanto aos níveis, Gil (1999, p. 43) classifica as pesquisas em exploratórias, descritivas e explicativas.

Sobre as pesquisas exploratórias, Gil (1999, p. 43) diz:

“As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

“Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso”.

“Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”.

“Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla”.

“O produto final deste processo passa a ser um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados”.

Sobre as pesquisas descritivas, Gil (1999, p. 44) diz:

“São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados”.

Sobre as pesquisas explicativas, Gil (1999, p. 44) diz:

“São aquelas pesquisas que têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente”.

O presente trabalho, no que diz respeito ao nível da pesquisa, tem um caráter exploratório-explicativo. Grande parte do que se empreende é um esforço exploratório inicial, que, nas palavras de Gil, vem “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”. Contudo, dentro do conteúdo exploratório, há elementos explicativos. Isto porque, para sustentar a nova visão da teoria, foi preciso construir uma argumentação. Esta argumentação, por sua vez, necessitou de ações de natureza explicativa, ou seja, que “buscam explicar a razão, o porquê das coisas” (GIL, 1999, p.44). Como complemento, utilizou-se uma aplicação da abordagem de avaliação – tratando especificamente o Sistema Toyota de Produção-, o que também configura o caráter de pesquisa exploratória.

Selltiz et all. (1965, p.61) dizem:

“Todavia, podemos considerar os propósitos de pesquisa como aplicáveis, em uma série de finalidades: (1) para adquirir familiaridade com um fenômeno, ou obter novos discernimentos sobre ele; muitas vezes para a formulação de um problema mais preciso de pesquisa, ou para desenvolver hipóteses;...”

“Nos estudos com o primeiro propósito, acima mencionado - geralmente chamados estudos “formativos” ou “exploratórios” – dá-se maior ênfase à descoberta de idéias e discernimentos. Portanto, o plano de pesquisa tem de ser suficientemente flexível para permitir a consideração de muitos outros aspectos de um fenômeno”.

A leitura de Selltiz (1965, p.61) reforça a convicção de se tratar de uma pesquisa exploratória.

Lakatos e Markoni (1988, p.79) separam o método em “método de abordagem” e “método de procedimento”. O método de abordagem pode ser: indutivo, dedutivo, hipotético-dedutivo ou dialético, e apresenta similaridade ao de Gil. O método de procedimento pode ser: histórico, comparativo, monográfico, estatístico, tipológico e funcionalista. Segundo esta classificação, são de interesse, neste trabalho, o método histórico e o método monográfico. O método histórico:

“consiste em investigar acontecimentos, processos e instituições do passado para verificar a sua influência na sociedade de hoje, pois as instituições alcançaram sua forma atual através de alterações de suas partes componentes, ao longo do tempo, influenciadas pelo contexto cultural particular de cada época”.

“...colocando-se os fenômenos, como, por exemplo, as instituições, no ambiente social em que nasceram, entre as suas condições *concomitantes*, torna-se mais fácil a sua análise e compreensão, no que diz respeito à gênese e ao desenvolvimento, assim como às sucessivas alterações, ...” (LAKATOS & MARKONI, 1988, p.80)

O método monográfico, por sua vez, “consiste no estudo de determinados indivíduos, profissões, condições, instituições, grupos ou comunidades, com a finalidade de obter generalizações” (LAKATOS & MARKONI, 1988, p.81). Tanto o método histórico como o monográfico são utilizados no trabalho, ao mesmo tempo que são sugeridos como passos da abordagem de avaliação, especificamente nos passos 1 e 2.

Padua (1979, p.30) também apresenta a classificação apresentada por Gil, separando os estudos em exploratórios, descritivos e explicativos.

### **1.3 Estrutura**

O primeiro capítulo contextualiza o tema de estudo, apresenta os objetivos e a sua relevância. Também são explicados o método de trabalho, a estrutura e os limites da abrangência.

O segundo capítulo revisa a teoria geral de sistemas, sendo complementado pelo capítulo três que trata especificamente de sistemas de produção.

O capítulo quatro consiste de uma abordagem elaborada para avaliar, através de perguntas, a existência de um sistema produtivo teórico-prático explicitado de forma consistente.

Os capítulos cinco e seis apresentam uma aplicação da abordagem: o Sistema Toyota de Produção. No capítulo cinco são executados os três primeiros passos da abordagem de avaliação proposta no capítulo quatro: o estudo do contexto histórico de surgimento, a identificação dos principais elementos e a elaboração da teoria do Sistema Toyota. No capítulo 6 é executado o quarto passo da abordagem: a verificação da existência dos elementos e características necessários a um sistema produtivo. Também no capítulo seis, à luz da compreensão obtida pela aplicação da abordagem ao sistema Toyota, são apresentados alguns aprimoramentos à mesma.

O capítulo sete apresenta as conclusões do trabalho e as sugestões para continuidade da pesquisa.

## 1.4 Os limites da abrangência

Quanto ao estudo da teoria de sistemas em geral é direcionado à aplicação em produção, já que, conforme Checkland apud Flood et alli (1989, p.9), é uma meta-disciplina.

Quanto ao estudo dos sistemas de produção, este restringe-se a identificar os elementos presentes, não tendo o intuito de aprofundar o estudo de cada um destes. A identificação destes elementos é suportada por três obras selecionadas dentre as várias consultadas: Riggs (1970), Krajewski e Ritzman (1999) e Black (1998). O primeiro, pela antiguidade. O segundo, pela atualidade. O terceiro, pela abordagem voltada à produção enxuta. O número de autores e obras sobre o tema é incalculável. Porém, a repetição e a similaridade dos principais elementos entre os diversos autores fez parecer suficiente referir explicitamente estes três.

Quanto à abordagem proposta para avaliar a existência de um sistema de produção explicitado em forma teórica e prática, a primeira limitação nasce do número finito de perguntas do instrumento que conduz a alguma arbitrariedade na escolha do conteúdo e da forma das questões.

Quanto ao estudo do Sistema Toyota de Produção, este foi feito através de revisão bibliográfica, concentrada principalmente nas obras de Taiichi Ohno (1997, 1986), Shigeo Shingo (2000, 1998, 1981, 1987, 1986), Yasuhiro Monden (1999, 1984), Japan Management Association (1986), Womack, Jones & Roos (1992), Schonberger (1997, 1984), Ghinato (1998, 1994), Antunes Jr. (1998), e periódicos. A justificativa para concentrar a pesquisa principalmente (mas, não exclusivamente) sobre as obras de Ohno e Shingo é a seguinte: Ohno e Shingo são considerados os criadores do Sistema Toyota de Produção. O Léxico Lean (2003, p.53) resume assim: “Taiichi Ohno (1912-1990) – Executivo da Toyota considerado o principal arquiteto do Sistema Toyota de Produção (TPS) e autor de diversos livros sobre o TPS”. E a respeito de Shingo, o Léxico Lean (2003, p.71) diz: “Shigeo Shingo (1909-1990) – Consultor da Toyota que contribuiu significativamente para o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, especialmente no que diz respeito a trocas rápidas, poka-yoke e trabalho padronizado”. Taiichi Ohno nasceu na China em 1912 e juntou-se à Toyoda Spinning and Weaving em 1932. Em 1943 ele passa à Toyota Motor Company e em 1962 é nomeado gerente da planta principal. Shigeo Shingo. A respeito de Ohno, o próprio “site” da Toyota ([www.toyota.co.jp](http://www.toyota.co.jp)) diz: “O sistema de produção foi aprimorado no final dos anos

50, culminando com o estabelecimento do Sistema Toyota de Produção (STP). Este ficou conhecido como STP em 1970, mas foi estabelecido muito antes por Taiichi Ohno”. Em Japan Management Association (1986, prefácio), Bodek diz: “... Sr. Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota Motors e pai dos conceitos de *kanban* e *just-in-time*...”. Ainda no JMA (1986, p.vi), Bodek diz: “O Sr. Shingo trabalhou com o Sr. Ohno para desenvolver o Sistema Toyota”. Black (1998, p.130) descreve o conceito de *single minute exchange of die*” e diz: “Este conceito foi desenvolvido por Shigeo Shingo (1981, 1985), ...”. Quando é buscado um panorama da importância de Shingo e/ou Ohno, este se esboça pelo número de artigos sobre o Sistema Toyota e seus elementos que têm como referências suas obras. Por exemplo: Moxham & Greatbanks (2001), McIntosh et al. (2000), Li & Barnes (2000), Lau (1999), Grout (1997), Horn & Cook (1997), Leschke (1997), Burcher, Dupernex & Relph (1996), Gilmore & Smith (1996), Karlsson & Ahlstrom (1996), Motta (1996), Pasa & Ribeiro (1995), Silva e Antunes Jr. (1995), Motta (1993) e Davy et al. (1992).

Finalmente, a abordagem elaborada aqui não tem a pretensão da perfeição, mas, isto sim, tem o intuito primeiro de fazer lembrar a necessidade de explicitar as práticas administrativas na forma de teorias cuja cientificidade (ou esforço por alcançar esta cientificidade) permitam a possibilidade de falsear, satisfazendo, assim, mentes tão distintas quanto Popper e Morin.

## CAPÍTULO 2

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – TEORIA GERAL DE SISTEMAS**

Inicia-se este capítulo com o histórico da teoria geral de sistemas (2.1), definem-se os sistemas (2.2), são apresentadas as suas características (2.3), explica-se a relação entre sistemas e modelos (2.4) e apresentam-se as abordagens sistêmica e analítica (2.5).

A partir do item 2.6, passa-se a tratar dos elementos dos sistemas. A partir dos itens 2.6 e 2.7 são definidos, respectivamente, os “elementos” e a “estrutura” de sistemas. Ressalta-se, no item 2.8, a natureza teórica e prática de sistemas. Em 2.9 são tratados os elementos de um sistema teórico e em 2.10 os elementos de um sistema prático.

O referencial teórico principal consistiu da área de teoria de sistemas puros (Pugh (1969) apud Emery (1976), Flood, Jackson & Keys (1989); Capra, 2002), da filosofia (Jolivet, 1955; Morin, 2000; Mora, 2001), metodologia (Gil, 1999; Lakatos e Marconi, 1995; Padua, 1979), sistemas de informação (Doswell, 1985), sistemas aplicados a organizações (Mélèse, 1969; Bertrand & Guillemet, 1988; Senge, 1990) e dicionários linguísticos especializados e populares (ABL, 1943; Ferreira, 1999).

Além destes, outros referenciais em sistemas foram consultados e ofereceram menor suporte, tais como: Carrie, 1988; Cherubini Neto, 2002.

#### **2.1 Origens da teoria de sistemas: dos primórdios à sistêmica**

“Grosso modo, a sistêmica é a ciência dos sistemas e a cibernética é a ciência do controle da informação destes sistemas” (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.26). Os autores dizem:

“Não é por acaso que a sistêmica e a cibernética aparecem no início do século XX. Foi por reação contra a tendência da análise da ciência que cortava tudo em pequenos pedaços. Alguns investigadores opuseram-se a esta tendência e

esforçaram-se por lembrar a toda a gente que era preciso ter em conta o conjunto ou a totalidade de um fenómeno”.

Ressaltam, porém, que “a oposição entre a visão analítica que corta em partes e a visão sistêmica que observa a totalidade” remontam ao século VI a.C. Estas duas correntes são ditas mecanicista e orgânica. Embora a consciência da dualidade de olhar o todo ou as partes já existisse na antigüidade, as primeiras obras que vêm tratar o assunto surgem no século XX.

“Em 1911, Stéphane Leduc publica *The Mechanism of life*, tradução inglesa de *Théories physico-clinique de la vie et générations spontanées*. Esta obra prefigura a sistêmica, mas não tem influência significativa nas pesquisas subsequentes. A.A. Bogdanov publica em russo, em 1912, o primeiro volume de uma obra intitulada *Tektology*. Esta obra é a primeira sobre a teoria geral dos sistemas. Esta obra somente chegou à língua inglesa em 1980! não teve muita influência sobre a evolução da sistêmica e da cibernética” (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.26).

O desenvolvimento da teoria geral dos sistemas caminha, entre outras, pelas mãos da biologia e da filosofia. “É a um biologista austríaco, Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) que devemos a teoria geral dos sistemas” (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.28). Bertalanffy apud Bertrand & Guillemet (1988, p.29) afirma que:

“Não basta estudar os constituintes e os processos de maneira isolada, é preciso ainda resolver os problemas decisivos que a organização e a ordem, que os une colocam; resultam da interação dinâmica das partes e tornam os seus comportamentos diferentes, segundo quem os estuda isoladamente ou como pertencentes a um todo”.

Em 1924, Bertalanffy diz: “Porque a característica fundamental de uma forma viva é a sua organização, a análise das partes e dos processos isolados uns dos outros não pode dar-nos uma explicação completa do fenómeno da vida”. Durante os anos trinta Bertalanffy descobre o poder do conceito de sistema, aperfeiçoa sua teoria nos anos quarenta e, em 1950, publica os primeiros artigos importantes que constituem a base da teoria geral dos sistemas. Em 1954, funda com amigos uma sociedade para “favorecer o desenvolvimento dos sistemas teóricos aplicáveis a vários setores tradicionais do conhecimento”. Apenas em 1968 ele publicará *General Theory System*, obra clássica da teoria sistêmica.

Já, a cibernética, surge com Wiener:

“A cibernética apareceu no fim da Segunda Guerra, em 1948, quando Norbert Wiener publicou *Cybernetic: or control and communication in the animal and the machine*. Este livro será atualizado em 1950 e publicado sob o nome: *The human use of human beings*. Neste clássico, Wiener definiu a cibernética como a ciência que estuda a comunicação e os processos de controle nos organismos vivos assim como nas máquinas” (...)

“A investigação geral sobre os sistemas é, antes de qualquer outra coisa, uma tentativa de ruptura com o pensamento analítico que reina desde há três séculos no mundo ocidental. É uma tentativa de instauração de uma nova epistemologia ocidental com a ajuda de conceitos como: complexidade, meio, holística, sinergia, etc. Estes conceitos pretendem responder a perguntas abandonadas no paradigma precedente; o mecanicismo (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.35).

Em Bertrand & Guillemet (1988) encontra-se esta narração da história da teoria de sistemas, que não é o foco principal aqui. A mesma história é contada de forma bastante rica na obra ‘Systems thinking’ de Emery (1976), o qual reúne dezoito artigos sobre a teoria de sistemas. As datas destes artigos vão desde 1938 até 1969, abrangendo a fase de forte desenvolvimento da teoria, e trazem nomes como Bertalanffy (1950), Katz e Kahn (1966), Ashby (1956) e Ackoff (1960).

## **2.2 O que são sistemas**

Checkland apud Flood et al (1989, p.9) afirma o seguinte:

“Sistemas são um assunto que muitas pessoas consideram difícil de ser compreendido. A dificuldade reside no fato de que as pessoas falham ao não reconhecerem o status de sistemas como sendo uma meta disciplina. Ou seja, sistemas é uma matéria que trata de matérias de outras áreas. Eu (Checkland) costumo afirmar que se as pessoas se imaginarem indo a uma biblioteca e perguntando: ‘onde ficam os livros de sistemas?’, elas facilmente perceberão que sistemas é uma meta disciplina. Os ‘livros sobre sistemas’ estão espalhados por toda a biblioteca, desde o livro de Hilton intitulado ‘O ensino da linguagem: uma abordagem de sistemas’ (1973) até o livro de Chorley e Kennedy que trata da reformulação da geografia física como um estudo de sistemas dinâmicos de vários tipos (1971)”.

A constatação de sistemas como uma meta disciplina não é um impedimento ao estudo; ao contrário, viabiliza um amplo campo de pesquisa, onde as fontes são enriquecidas por ilustrações afeitas a cada área, desde a biologia, passando pela informática e chegando até o estudo das organizações. Quando um mesmo conteúdo é visto sob diferentes prismas, as diferentes imagens levam à possibilidade de uma nova teoria, criada a partir de comparações, paralelos e semelhanças. As fontes consultadas passaram por dicionários especializados, pelos livros de filosofia e de metodologia, pelas teorias sistêmicas atuais apoiadas na biologia, pelas teorias que suportam os sistemas de informação e por teorias de sistemas organizacionais.

Encontraram-se para a palavra “sistema”, entre outros, os seguintes significados: “Conjunto de elementos, materiais ou ideais, entre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação; Disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, e que funcionam como estrutura organizada” (Ferreira, 1999).

Pela ABL (1943), sistema é: “Reunião de princípios coordenados de modo que constituam um todo científico ou corpo de doutrina. Combinação de partes que formam um todo”.

Bertrand & Guillemet (1988, p.46) apresentam “à guisa de primeiro índice, um sistema é um todo dinâmico cujos elementos estão ligados entre si e que têm interações”.

Bertalanffy apud Bertrand & Guillemet (1988, p.46): “Sistema é um conjunto de elementos em interação”.

Ackoff apud Bertrand & Guillemet (1988, p.46): “Sistema é a unidade resultante das partes em mútua interação”.

“Morin apud Bertrand & Guillemet (1988, p.46): “Um sistema é um conjunto de unidades em inter-relação mútuas”.

Ackoff apud Bertrand & Guillemet (1988, p.47) ainda apresenta outra definição: “Um sistema é um todo que não pode ser decomposto sem que perca características essenciais. Deve portanto ser estudado como um todo. Além disso, antes de explicar um todo em função das partes, é preciso explicar as partes em função do todo”.

Ao estudar os sistemas, há ainda os construtivistas e os realistas. Os primeiros vêem o sistema como uma criação do espírito do observador e os segundos como um objeto real.

Daqui em diante aceita-se que *“sistema” é o conjunto dos elementos teórico-práticos que relacionados e coordenados entre si geram um todo que funciona organizadamente, possuindo em seu cerne uma estrutura.*

### **2.3 As características dos sistemas**

Bertrand & Guillemet (1988, p.47) listam algumas características dos sistemas que eles consideram essenciais numa futura análise organizacional. *A abertura*: um sistema tem estrutura aberta quando troca energia, matéria ou informação com seu meio. *A complexidade*: os sistemas são geralmente muito complexos e feitos de subsistemas. *A finalidade*: todos os sistemas compreendem partes que interagem em função de um objetivo ou de um estado final que caracteriza o sistema por inteiro. Um conceito interessante nos sistemas abertos é a equifinalidade, ou seja, a capacidade dos sistemas de partir de diferentes pontos e de utilizar diferentes caminhos para atingir a mesma intenção. *Tratamento*: um sistema possui uma unidade de tratamento que realiza processos. *Totalidade*: “o sistema é simultaneamente mais, menos, que a soma das suas partes” (MORIN apud BERTRAND & GUILLEMET, 1988).

*Fluxo*: um sistema caracteriza-se pelos fluxos que aí se desenrolam. *Regulação*: se os sistemas constituem conjuntos de objetos interligados e interdependentes, são precisos mecanismos de regulação. Nas organizações humanas, isso implica a escolha de objetivos e a seleção das operações necessárias para alcançar estes objetivos. A determinação dos objetivos constitui a base da planificação. A *regulação* ou controle supõe que as ações empreendidas estarão em conformidade com o plano inicial e que os desvios serão corrigidos. *Retroação*: para que os desvios do objetivo original sejam corrigidos é preciso haver a retroação, ou seja, a observação do resultado obtido e a informação deste à unidade de regulação. Esta unidade de regulação, então, compara o alcançado com o desejado e atua corrigindo. *Equilíbrio*: qualquer sistema procura preservar uma certa forma de equilíbrio, quer dizer, relações harmônicas entre seus componentes e forças. O sistema busca a estabilidade dinâmica. *Entropia*: o sistema passa pelo nascimento, evolução, crescimento e morte.

## **2.4 O sistema e a modelização**

Bertrand & Guillemet (1988, p.57) dizem que, com efeito, a abordagem sistêmica consiste, essencialmente, na produção de modelos da realidade organizacional. A noção de modelo é muito conhecida e esta palavra tem vários sentidos. Os autores dão-lhe o sentido de “uma representação de um processo ou de um sistema”.

### **O modelo e a analogia**

Um modelo possui uma certa analogia com o sistema que representa. Uma analogia é uma semelhança estabelecida pela imaginação entre dois ou mais objetos de pensamento essencialmente diferentes. Um modelo assemelha-se à realidade que é suposto representar, mas, não se pode confundi-lo com a realidade. Um bom modelo é suposto ter uma boa semelhança. A sistêmica constitui uma maneira de representar a realidade com modelos; é uma estratégia de modelização da realidade (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.47).

## **2.5 Abordagens sistêmica versus analítica**

“Espontaneamente as organizações têm uma tendência exagerada a ver sua atividade como que gerada por uma série de subsistemas independentes, com suas divisões estanques e seus particularismos, pouco preocupados com a obtenção de um

“optimum” global. (Conhecemos muito bem a variante burocrática e a variante feudal dessa moléstia!) A gestão pelos sistemas age como poderoso fator de integração, pois faz intervir em cada problema todos os fatores pertinentes, sem preocupar-se com as divisões internas” (GELINIER APUD MÉLÈSE, em prefácio, 1973, p. XII).

A abordagem analítica consiste no isolamento de um sistema, na sua decomposição em partes, na análise destas partes e na inferência de propriedades a propósito do sistema inteiro. A abordagem sistêmica em contrapartida quer: “fornecer uma descrição sistêmica, quer dizer que tem em conta todos os elementos importantes de uma organização; permitir uma tomada de decisão mais esclarecida, ao situar esta decisão no seu contexto espaço-temporal (BERTRAND & GUILLEMET, 1988, p.61).

Ainda Bertrand & Guillemet (1988, p.61) dizem que a abordagem sistêmica deve respeitar os seguintes princípios que aqui são destacados:

“deve ter o cuidado de observar os fenômenos organizacionais na sua totalidade; deve analisar as interações (a comunicação) nestas organizações; deve ter em conta efeitos de uma decisão sobre todos os elementos de uma organização; deve situar no tempo os impactos de uma decisão (descrever os efeitos a curto, médio e longo prazo); deve situar a ação de uma organização no seu meio externo e evitar concentrar demasiado o seu olhar na organização interna; deve libertar os valores, as intenções e o sentido de uma organização assim como as características da cultura organizacional; deve identificar os processos de tomada de decisão assim como os conhecimentos tecnológicos de uma organização; deve assinalar as motivações, expectativas, papéis e estatutos das pessoas que trabalham na organização e descrever as principais características do clima organizacional; deve identificar os componentes estruturais de uma organização; deve identificar os subcomponentes do sistema de gestão”.

A abordagem sistêmica sem dúvida retrata mais fielmente a realidade. Porém, a abordagem analítica não surge de um desejo, mas, isto sim, de uma restrição nas capacidades cognitivas do ser humano. É daí que vem a necessidade de separar cartesianamente em partes. O avanço da abordagem sistêmica é a compreensão da limitação da abordagem analítica. Esta última, então, tem validade, ainda que restrita.

## **2.6 Elementos do sistema**

Angyal apud Pugh (1976, p.20) usa “elemento” para denominar os constituintes do sistema. Elemento é “tudo o que entra na composição de alguma coisa” ou “cada parte de um todo” (FERREIRA, 1999). Já, ABL (1943) apresenta elemento como “tudo o que entra na composição de uma coisa e serve para formá-la.”

*A partir daqui a palavra “elemento” é usada para fazer referência, de forma neutra, a cada peça que vem compor o sistema.*

## **2.7 A estrutura do sistema**

Os seguintes significados dizem respeito à estrutura:

“Conjunto formado, natural ou artificialmente, pela reunião de partes ou elementos, em determinada ordem ou organização; A parte, ou conjunto das partes mais resistentes de um corpo, etc., que determina sua disposição espacial, e lhe dá sustentação; O que é mais fundamental, ou essencial, estável e relevante (por oposição ao que é acessório, ocasional, ou variável); A disposição dos elementos ou partes de um todo; a forma como esses elementos ou partes se relacionam entre si, e que determina a natureza, as características ou a função ou funcionamento do todo” (FERREIRA, 1999).

Para a ABL (1943) estrutura é o “modo pelo qual as partes de um todo estão dispostas umas em relação às outras.”

Bertrand & Guillemet (1988, p.67) afirmam que, uma vez que:

“os sistemas são geralmente demasiado complexos, examina-se um reduzido número das suas características. Este exame do sistema efetua-se segundo duas dimensões: o tempo e o espaço. O resultado obtido chama-se estrutura espaço-temporal da organização. É preciso então compreender a noção de estrutura como o modelo estabelecido e permanente das relações entre os elementos de uma organização. Aliás, uma organização é uma criação que está em evolução constante. A sua estrutura encontra a origem num processo de concepção organizacional e também ela evolui”.

Kast e Rosenzweig apud Bertrand & Guillemet (1988, p.68) falam da estrutura como “o elo ou a rede entre o meio organizacional e os subsistemas”. Afirmam que a estrutura é o elemento que assegura a integração dos subsistemas, que são a tecnologia utilizada nas operações, as relações entre as pessoas e a unidade de gestão e de controle.

Então, *“estrutura” é a disposição dos elementos essenciais do todo que é o sistema, disposição esta que acaba por determinar a natureza e as características do referido. Uma vez estabelecida a estrutura, e enquanto ela vigora, delimita as possibilidades do funcionamento dinâmico do sistema.*

## 2.8 O caráter teórico e prático dos sistemas

Ackoff apud Emery (1976, p.332) diz: “(...) podemos definir um sistema de forma ampla e inicial como sendo *qualquer entidade, conceitual ou física, que consiste de partes interdependentes*”.

Checkland apud Flood et alli (1989, p.9) afirmam que sistemas é uma meta disciplina. Como tal, pode se tratar tanto de sistemas teóricos como de sistemas práticos. O que ocorre muitas vezes é que o ser humano constrói um sistema teórico (teoria) com a finalidade de compreender melhor e até ensaiar previsões sobre um sistema real (prático). O sistema teórico e o sistema real existem em dimensões diferentes, sendo relacionados. Uma visão simplista ilustraria o sistema real e o sistema teórico como análogos, respectivamente, a um peixe imerso no mar (sistema real) e à imagem formada na retina e levada ao cérebro do homem que o observa e toma conhecimento (sistema teórico). A imagem de que o homem toma ciência é imperfeita, sem dúvida, mas tem relação direta com o peixe.

Os elementos que constituem um sistema teórico são de natureza diversa daqueles do sistema prático. Porém, entre estes elementos de natureza diferente há estreita relação.

## 2.9 Elementos de um sistema teórico

### 2.9.1 Teoria ou explicação do sistema teórico

A teoria é a explicação dinâmica do sistema teórico; ela é o próprio sistema teórico sendo compreendido. Jolivet (1955) diz:

“Dá-se o nome de teorias a hipóteses que têm por fim unificar um grande número de leis sob uma lei bastante geral. O valor da teoria científica depende da medida em que esta permite unificar o saber positivo de maneira racional e provocar novas descobertas. É sua falta de fecundidade que faz normalmente serem abandonadas por outras que pareçam mais capazes de orientar as pesquisas e agrupar inteligivelmente as leis”.

Goode e Hatt apud Lakatos e Marconi (1995) indicam que a teoria: i) orienta e restringe a amplitude dos fatos a serem estudados; ii) serve como um sistema de conceptualização e classificação; iii) resume sinteticamente o que se conhece sobre o objeto de estudo, e faz isso através das generalizações empíricas e das inter-relações entre afirmações comprovadas; iv) baseia-se em fatos e relações já conhecidos para fazer previsões; v) indica lacunas no conhecimento, ou seja, indica os fatos e as relações que ainda não estão satisfatoriamente explicados.

Lakatos e Marconi (1995) dizem ainda: “O objetivo das teorias é compreender e explicar os fenômenos de uma forma mais ampla, através da reconstrução conceitual das estruturas objetivas dos mesmos. ... A teoria não é uma mera descrição da realidade, mas uma abstração”.

Trujillo Ferrari apud Gil (1999, p.36) afirma que as:

“teorias são muito importantes no processo de investigação em ciências sociais. Elas proporcionam a adequada definição de conceitos, bem como o estabelecimento de sistemas conceituais; indicam lacunas no conhecimento; auxiliam na construção de hipóteses; explicam, generalizam e sintetizam os conhecimentos e sugerem a metodologia apropriada para a investigação”.

*A teoria é uma elaboração mental que vêm explicar a complexidade dos sistemas ou dos fenômenos através de leis concatenadas e inter-relacionadas. As teorias são construídas fazendo uso das leis que, por sua vez, precisam dos conceitos para serem enunciadas.*

## 2.9.2 Lei

De acordo com Jolivet (1955):

“As leis científicas que o raciocínio indutivo alcança são, segundo a fórmula de Montesquieu, as relações constantes e necessárias que derivam da natureza das coisas. As leis exprimem quer seja relações de existência ou de coexistência (a água é um corpo incolor, inodoro, tendo tal densidade, suscetível de assumir os estados líquido, sólido, gasoso, etc), - quer seja relações de causalidade ou de sucessão ( a água ferve a 100 graus; o calor dilata os metais, etc.), - quer seja enfim as relações de finalidade (o fígado tem por função regular a quantidade de açúcar no sangue)”.

Segundo Lakatos e Marconi (1995), as duas principais funções de uma lei específica são: a) resumir uma grande quantidade de fatos; b) permitir prever novos fatos. Dizem, ainda, os autores, que “quanto mais restrita uma lei, menos provável é a sua permanência como apropriada para utilização em situações práticas de pesquisa, significando que suas implicações não podem ser continuamente testadas.”

Kneller apud Lakatos e Marconi (1995) diz que “a finalidade da classificação, assim como da generalização, é conduzir à formulação de leis – enunciados que descrevem regularidades ou normas”.

Ferreira (1999) apresenta os seguintes significados para a palavra “lei”, concernentes ao tema: norma, preceito, princípio, regra; relação necessária entre fenômenos, entre momentos de um processo ou entre estados de um ser, e que lhes expressa a natureza ou a essência; fórmula geral que enuncia uma relação constante entre fenômenos de uma dada ordem; lei natural.

Aqui, aceita-se que *leis são, conforme Montesquieu, ‘as relações constantes e necessárias que derivam da natureza das coisas’, e entendem-se as “coisas” aqui de forma ampla, abrangendo desde objetos a fenômenos. As suas funções são de resumir uma grande quantidade de fatos e permitir prever novos fatos. Destaca-se a relação entre leis e princípios, onde os princípios são as leis maiores que determinam os alicerces da estrutura do sistema.*

### **2.9.3 Princípio**

Princípio significa: “preceito, regra, lei; origem de algo, de uma ação ou de um conhecimento; na dedução, a proposição que lhe serve de base, ainda que de modo provisório, e cuja verdade não é questionada” (FERREIRA, 1999).

Miranda (1979) diz:

“Quem alude a fórmulas, fins ou meios, alude necessariamente a princípios. Muitos sorriem dos princípios e alguns os menosprezam como inofensivos. Serão outra coisa todos os fios com que se teceram as sociedades de todos os tempos? São os princípios que fazem uma tribo ser diferente da outra, ou a cidade italiana do século XII ser diferente da cidade inglesa do mesmo século, a Rússia de Alexandre I ser diferente da Inglaterra do seu tempo ou da França de 1789-1793. Desde que esses princípios efetivamente sejam, as subestruturas lá estão para os encher.”

Ainda Miranda, diz: “Não há outro meio para destruir ou construir, em qualquer sociedade, senão arrebatando os princípios que existem, ou impondo-lhe princípios novos.”

*Os princípios são o ponto de partida. Ou seja, são as primeiras verdades a partir das quais toda a estrutura do sistema teórico é construída. Com respeito a eles as demais leis podem ser constituídas.*

Antes de finalizar este item, cabe ressaltar que alguns autores fazem uso informal e erradamente da palavra “filosofia” como um substituto para “conjunto de princípios ou leis” ou para significar “o modo de pensar”. Esclarecendo sobre o real significado da palavra filosofia, busca-se Jolivet (1955, p.11) que, ao escrever sobre “as diversas formas do saber”, cita o conhecimento empírico, o conhecimento científico e o conhecimento filosófico. “O conhecimento filosófico, enfim, é a mais alta expressão da necessidade de saber. É uma ciência, enquanto quer conhecer todas as coisas por suas causas. Mas, enquanto todas as outras ciências se restringem a descobrir as causas mais imediatas, a *Filosofia tem por fim descobrir as causas mais universais, isto é, as causas primeiras de todas as coisas*”.

De forma similar, a palavra “lógica”, que na tradição clássica, aristotélico-tomista, significa o conjunto de estudos que visam a determinar os processos intelectuais que são condição geral do conhecimento verdadeiro, é usada informalmente por alguns querendo significar “um conjunto de regras ou princípios que regem comportamentos”.

## 2.9.4 Conceito

Para enunciar uma lei ou um princípio, é preciso fazer uso de conceitos.

Segundo o ABL (1943), conceito é: “Tudo o que o espírito pode conceber. Síntese, símbolo. Mente, entendimento, juízo. Idéia concebida pelo espírito acerca de coisa ou pessoa.”

Ferreira (1999) diz, sobre “conceito”: representação dum objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais; ação de formular uma idéia por meio de palavras; definição, caracterização.

Jolivet (1955, p.198) diz:

“A idéia abstrata pode imediatamente ser pensada como aplicável a todos os objetos da mesma espécie. (A idéia de triângulo convém a todos os triângulos, isósceles, escalenos, etc.; a idéia de homem, a todos os homens, pretos, brancos, Tiago, João, etc.). Ela é, então, ao mesmo tempo que abstrata e enquanto abstrata, geral. Dá-se-lhe, muitas vezes, sob este ponto de vista, o nome de conceito. É claro que a abstração pode ser mais ou menos, geral. A idéia de mesa redonda, por exemplo, é menos geral do que a de mesa; o conceito de suporte é mais geral do que o de mesa (a mesa sendo uma espécie do gênero suporte); a idéia de homem é menos geral do que a de ser vivo”.

Lakatos e Marconi (1995, p. 102) trazem os seguintes esclarecimentos úteis: “...cada ciência estuda determinados aspectos da realidade e, para interpretar estes segmentos, possui um sistema abstrato de pensamento. Com esta finalidade, cada ciência desenvolve seus próprios conceitos...”.

Trujillo apud Lakatos e Marconi (1995, p. 103):

considera os conceitos como construções lógicas, estabelecidas de acordo com um sistema de referência e formando parte dele; (...) não são dados pela experiência e, por esse motivo, é preciso procurá-los através da análise. São considerados ou como instrumentos de trabalho do cientista ou como termos técnicos do vocabulário da ciência. Em outras palavras, a imagem que se tem do fato ou fenômeno, captada pela percepção, é que necessita ser objeto de conceituação, pois mediante um dispositivo conceitual é que se podem tornar inteligíveis os acontecimentos ou experiências que se dão no mundo real. Assim, ‘a função da conceituação é refletir, através de conceitos precisos, aquilo que ocorre no mundo dos fenômenos existenciais; a conceituação consiste em ajustar o termo mais adequado, capaz de exprimir, através do seu significado, o que realmente se oferece na realidade, e não que a realidade existencial tenha que se ajustar ao conceito’.

*“Conceito” é uma representação mental, expressa em palavras, que origina-se de uma abstração sobre os objetos, fatos ou fenômenos observados no mundo real. Uma vez criado o conceito, o caminho inverso à abstração também ocorre. Ou seja, o ser humano que lê o conceito, logo deve ter seu pensamento remetido à imagem do objeto, fato ou fenômeno real de que o conceito foi extraído e abstraído.*

### **2.9.5 Os relacionamentos entre os elementos do sistema teórico: conceitos, leis e princípios**

Lakatos e Marconi (1995) ressaltam que

“a teoria é mais ampla do que a lei, surgindo, segundo Hempel, ‘quando um estudo prévio de uma classe de fenômenos revelou um sistema de uniformidades que podem ser expressas em forma de leis empíricas mais amplas’. ... se a lei declara a existência de um padrão estável em eventos e coisas, a teoria assinala o mecanismo responsável por esse padrão. ... se as leis geralmente expressam enunciados de uma classe isolada de fatos ou fenômenos, as teorias caracterizam-se pela possibilidade de estruturar as uniformidades e regularidades, explicadas e corroboradas pelas leis, em um sistema cada vez mais amplo e coerente, relacionando-as, concatenando-as e sistematizando-as com a vantagem de corrigi-las, e de aperfeiçoá-las.”

Lakatos e Marconi (1995) mostram que Hegenberg sintetiza assim:

“existe um mundo exterior constituído de coisas (fatos), sendo que a ciência investiga as coisas, suas propriedades e as relações que elas mantêm entre si, assim como as alterações por que passam (tudo se altera);  
as coisas se associam para formar sistemas em que os elementos constitutivos interagem entre si, e de tal forma que cada coisa é elemento de dado sistema; para compreendê-la (de maneira satisfatória), precisamos aprofundar-nos em um ou mais sistemas;  
cada sistema pode ser associado a outros, mas, também, para fins de análise, pode ser examinado como se estivesse desvinculado de outros sistemas...;  
todas as coisas se comportam obedecendo a leis; quer sejam naturais quer sociais, as quais são supostas relações invariantes que se estabelecem entre as propriedades das coisas. São constantemente ‘procuradas’ com a finalidade de ‘organizar’ o mundo, assim como explicar e prever o que acontece e, até, ‘produzir’ novas coisas;  
as leis podem ser associadas em ‘conjuntos’ mais amplos, que as correlacionam, ‘explicam’ e dos quais novas leis particulares podem ser deduzidas, e que constituem as teorias.

Em síntese, os **conceitos** são a abstração elementar. Eles constituem a linguagem comum a uma área de conhecimento. Trujillo apud Lakatos e Markoni (1995, p.103) diz que os conceitos são os “termos técnicos do vocabulário da ciência”. Eles são usados para enunciar os princípios e leis. Os **princípios** norteiam a estrutura e as **leis** a complementam. A **estrutura** resultante dá forma ao sistema teórico, cuja explicação dinâmica, é a **teoria** em si.

## 2.10 Elementos de um sistema prático

Se a metáfora do homem observando a imagem do peixe no mar pode ser usada, então o sistema teórico é a concepção intelectual do homem. O peixe no mar é o sistema real, prático. Nada há que fazer para implementá-lo. Entretanto, como Checkland apud Flood et alli (1989, p.9) disse, sistemas é uma meta disciplina, e conquanto se desejasse manter o estudo genérico, isto se torna difícil ao tratar da implementação. Este trabalho aborda sistemas aplicados à produção. Então, neste item 2.10, são tratados os elementos considerados necessários e suficientes para a implementação de um sistema de produção prático, derivados da revisão feita.

### 2.10.1 Método

Tratando de “método” num sentido amplo, ninguém melhor do que Descartes (19\_\_), autor do Discurso sobre o método, para defini-lo como “o caminho a seguir para chegar à verdade nas ciências”. Nesse sentido, poder-se-iam estudar os diversos “métodos” utilizados para se desenvolverem sistemas de produção. Mas, não é este o caso. O que se pergunta aqui é: a palavra “método” deve ser usada para designar um ou mais elementos de um sistema de produção prático? Analisando-se os significados possíveis da palavra “método”, para esse caso, encontra-se em Jolivet (1955): “...o método é a *ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado.*” Gil (1999, p.26) define “método como caminho para se chegar a determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”. Já, em Ferreira (1999) encontra-se: caminho para chegar a um fim; caminho pelo qual se atinge um objetivo; programa que regula previamente uma série de operações que se devem realizar, apontando erros evitáveis, em vista de um resultado determinado; recurso empregado para alcançar um objetivo; expediente, meio. ABL (1943) apresenta método como: “modo de proceder; maneira de fazer; ordem”.

Concluindo, existem elementos num sistema prático que *são prescrições de caminhos a serem seguidos para atingir-se determinado objetivo*; estes serão chamados de *métodos*.

### 2.10.2 Tecnologia

Enquanto os métodos traçam os caminhos a serem seguidos, o “veículo” que se usará para percorrer estes caminhos compreende a tecnologia. Ferreira (1999) apresenta, como um dos significados para ‘tecnologia’: “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade.”

Então, para seguirem-se as prescrições de um método, far-se-á uso de tecnologias, onde a *tecnologia é um conjunto de conhecimentos derivados de princípios científicos e aplicados a um ramo de atividade.*

### 2.10.3 Técnica

Ferreira (1999) apresenta os seguintes significados para “técnica”: a parte material ou o conjunto de processos de uma arte; maneira, jeito ou habilidade especial de executar ou fazer algo; saber provindo da experiência; prática. O uso da palavra “técnica” para designar elementos de um sistema de produção é possível quando se adota a mesma significando um saber essencialmente prático, visto que derivado da prática e voltado a ela. Gil (1999, p. 33) afirma: “É certo que o contraste entre método e técnica é uma questão de grau e, conseqüentemente, a inclusão desses procedimentos numa ou noutra categoria decorre de razões de certa forma arbitrárias”. Então, este saber assemelha-se um pouco ao método (no presente contexto), uma vez que *a técnica também prescreve formas e habilidades de fazer algo, porém, a técnica diferencia-se por sua especificidade (prescreve não somente o caminho, mas também qual a tecnologia e como esta deve ser aplicada) e por seu caráter estritamente prático e aplicado.*

Cabe destacar que alguns autores utilizam informalmente, ao descrever sistemas práticos, a palavra “ferramenta” querendo significar por vezes método, por vezes técnica.

### 2.10.4 Os relacionamentos entre os elementos do sistema prático: método, tecnologia e técnica

O método prescreve o caminho a ser percorrido. Mas, o método somente apresenta os passos e não especifica a tecnologia a ser utilizada. A tecnologia é um desdobramento da

ciência, cuja origem é a necessidade de inserir o caráter de aplicabilidade àquela ciência para fruir de suas benesses. A técnica nasce quando escolheu-se o método e a ele já se designou uma tecnologia.

### **2.11 Relacionamento entre os elementos de um sistema teórico e aqueles elementos do sistema prático que o implementa**

Um **sistema** teórico é o conjunto de **elementos**, possuindo em seu cerne uma **estrutura**, que é a disposição dos elementos essenciais. Esta acaba por influenciar fortemente na determinação da natureza, das características e do funcionamento dinâmico do sistema, uma vez que define as suas limitações e restringe as possibilidades. A **teoria** é a explicação do sistema teórico. A teoria é constituída de princípios e leis, e deve ser capaz de resumir e prever uma grande quantidade de fatos e permitir prever novos fatos. Os **princípios** são as primeiras verdades aceitas. Respeitando os princípios, constituem-se outras **leis** menores que vem completar a teoria. Mas, para enunciar as leis e os princípios, é necessário fazer uso dos conceitos, onde um **conceito** é uma representação mental, expressa em palavras, que se origina de uma abstração sobre os objetos, fatos ou fenômenos observados no mundo real. Uma vez criado o conceito, a relação deve ser biunívoca, ou seja, o ser humano que lê o conceito deve ter seu pensamento remetido à imagem do objeto, fato ou fenômeno real.

Uma vez constituído o sistema em sua forma teórica, é preciso encontrar o seu corpo físico que lhe permite ser operacional. Este corpo constitui-se dos elementos práticos, que assim se concatenam com os teóricos. O **método** estabelece passos que devem ser seguidos. Estes passos são elaborados a partir de uma **teoria** que os suporta. Os passos do método ainda apresentam um grau de liberdade, ou seja, a escolha da tecnologia que será usada para implementá-los. Tomado um método, escolhida a **tecnologia** e especificada a aplicação, tem-se a **técnica** em si.

## CAPÍTULO 3

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Neste capítulo, revisa-se a literatura sobre sistemas de produção.

O capítulo apresenta nos primeiros itens as visões de alguns autores das áreas de administração e produção. No final, sintetiza-se o conhecimento adquirido na consulta aos autores, buscando-se definir “organização”, definir “sistemas de produção”, e enumerar as características e elementos do sistema de produção.

Quanto aos autores consultados, seria agradável se os mesmos já apresentassem a teoria na forma desejada. Por exemplo, esperar-se-ia encontrar de Riggs que ele listasse os diversos elementos presentes num sistema produtivo e que esta lista seguisse a classificação recomendada no capítulo 2, como princípios, conceitos, leis, métodos, tecnologias, técnicas. Não é este o caso. Riggs, bem como Krajewski & Ritzman e Black, utilizam, cada um, sua forma de exposição. Um caminho usado comumente pelos autores consiste de falar em “recursos” para a produção, “funções” necessárias à produção e “tópicos de análise e decisão” necessários à gestão da produção, sem uma maior preocupação conceitual.

#### **3.1 Sistemas de Produção de acordo com Riggs (1970)**

##### **3.1.1 Quanto à definição de Riggs (1970)**

Segundo Riggs (1970, p.4), “produção é o ato intencional de produzir algo útil.”

Continua Riggs:

“Esta definição é ao mesmo tempo liberal e restritiva. Ela não limita os meios pelos quais algo pode ser produzido, mas ela elimina a geração acidental de produtos. A questionável propriedade da utilidade está sujeita às opiniões individuais. ...nós

devemos reconhecer que uma ampla gama de processos de produção têm características similares, independentemente da utilidade dos produtos.” (...) A definição de produção é modificada para incluir o conceito de sistema, afirmando que um sistema de produção é um processo projetado para transformar elementos em produtos úteis. Já, um processo é um procedimento para obter a conversão de entradas em saídas. ... Todo o sistema é um conjunto de componentes que interagem. Cada componente poderia ser um sistema por si só, em uma ordem descendente de simplicidade” (RIGGS, 1970, p.4 e 5).

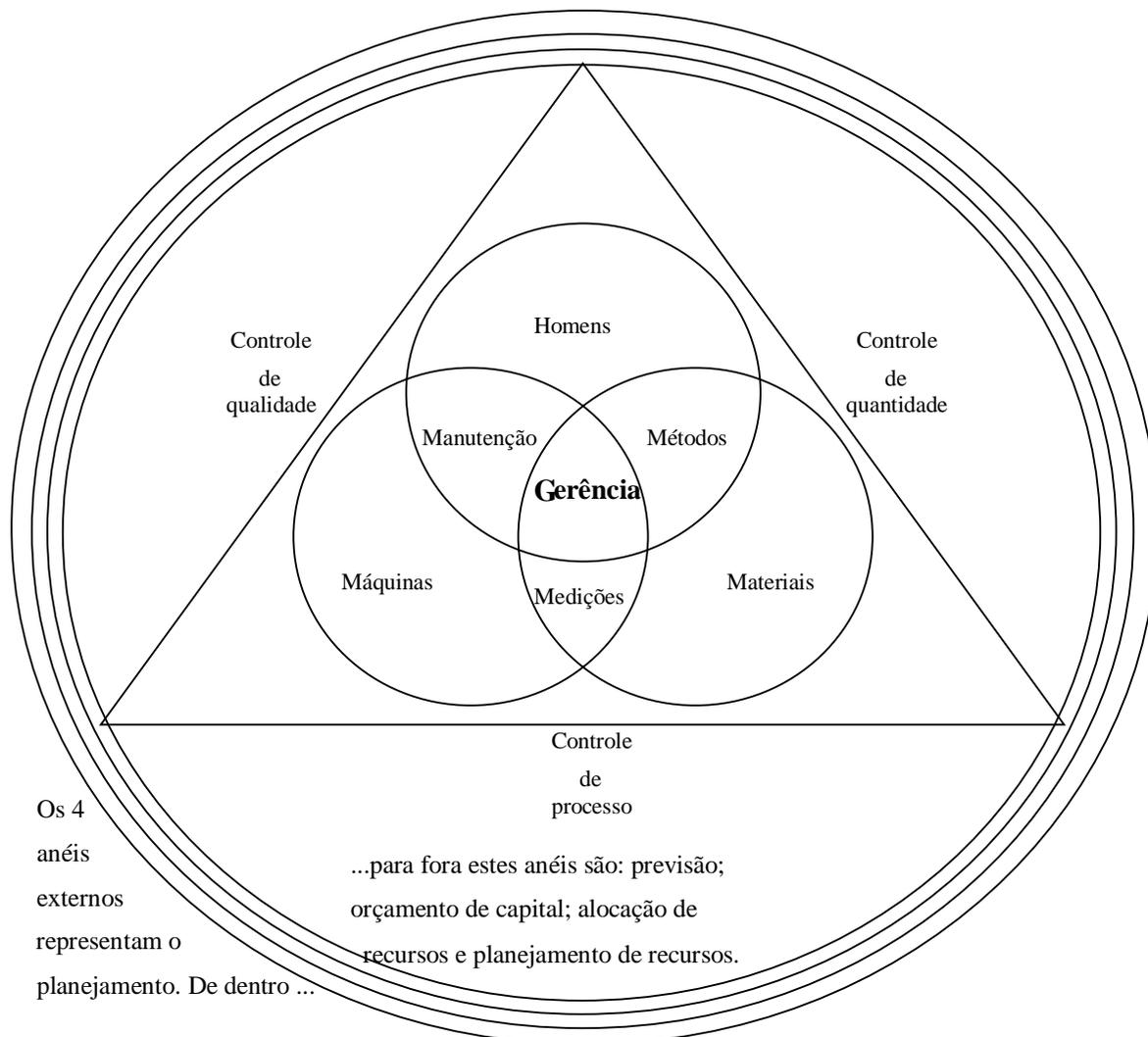
### **3.1.2 Quanto aos elementos - Riggs (1970)**

Segundo Riggs, algumas das áreas adequadas para uma avaliação sistemática são:

1. Localização da planta.
2. Layout das plantas e das áreas de trabalho.
3. Programação e alocação de recursos.
4. Seleção, manutenção e substituição de equipamentos.
5. Políticas de inventários.
6. Projeto e controle de processos.
7. Métodos de trabalho.
8. Controle de quantidades e de qualidade.

Riggs (1970, p.12) propõe uma figura – aqui apresentada como Figura 1 – que aborda questões importantes presentes num sistema de produção.

Então, na Figura 1, os anéis externos representam a parte de ‘planejamento’. A seqüência destes anéis consiste, de dentro para fora, da previsão de futuras vendas, do orçamento de capital para identificar as ações mais econômicas, da alocação de recursos ao plano de ação preferido, e da realização dos passos do planejamento de recursos. A parte de ‘análise’ se concentra sobre os três recursos representados pelos círculos mais internos - homens, máquinas e materiais. As porções dos círculos que se sobrepõem representam a coordenação necessária para integrar efetivamente os recursos. No centro, onde todos os círculos se sobrepõem, está o coração da função de gerenciamento. O triângulo que envolve os três círculos de recursos representa a seção de ‘controle’, onde cada lado do triângulo denota uma área de controle, a saber: quantidades, qualidade e processo (RIGGS, 1970, p.12).



**Figura 1 – Representação da estrutura do livro de Riggs, que é, ao mesmo tempo, a simbolização daquele autor para os sistemas de produção. (Adaptado de Riggs, 1970, p.12, figura 1.4 no original)**

Knoeppel apud Riggs (1970, p.9) diz:

“Dada uma planta industrial e os equipamentos, e uma organização para realizar o trabalho, a manufatura de tudo o que é projetado pelo departamento de engenharia e vendido pelo departamento de vendas pode ser realizado com a máxima vantagem somente quando todos os aspectos, ao invés de serem considerados independentemente por cada departamento, forem controlados por uma função que considere cada aspecto em conexão com todos os outros...”

Riggs (1970, p.19) apresenta o significado de gerência: “é a direção das atividades de outros para a aplicação ótima dos recursos de modo a alcançar os objetivos planejados.”

Riggs (1970, p.25) cita as principais funções de uma empresa industrial relativamente grande. São elas: administrativa, política, compras, manufatura, pessoal, desenvolvimento de produto, marketing, finanças e contabilidade. Segundo o mesmo autor (RIGGS, 1970, p.27), uma outra maneira de agrupar as funções de um processo de produção é de acordo com as suas posições relativas dentro de um processo de produção, o que é apresentado na Figura 2 – Ciclo das funções da produção.

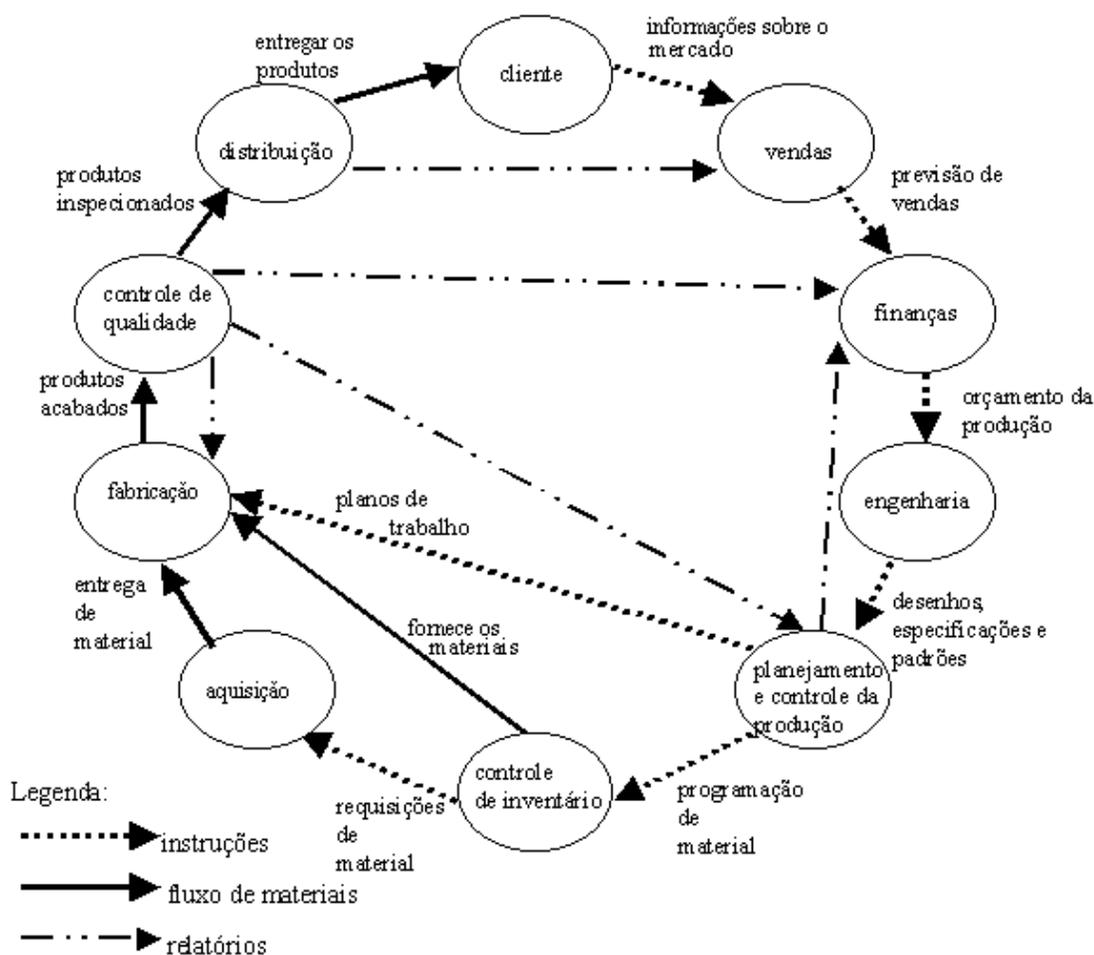


Figura 2 – Ciclo das funções da produção (Fonte: RIGGS, 1970, p.27, figura 2.5 no original).

## **3.2 Sistemas de Produção de acordo com Krajewski e Ritzman (1999)**

### **3.2.1 Quanto à definição de Krajewski e Ritzman (1999)**

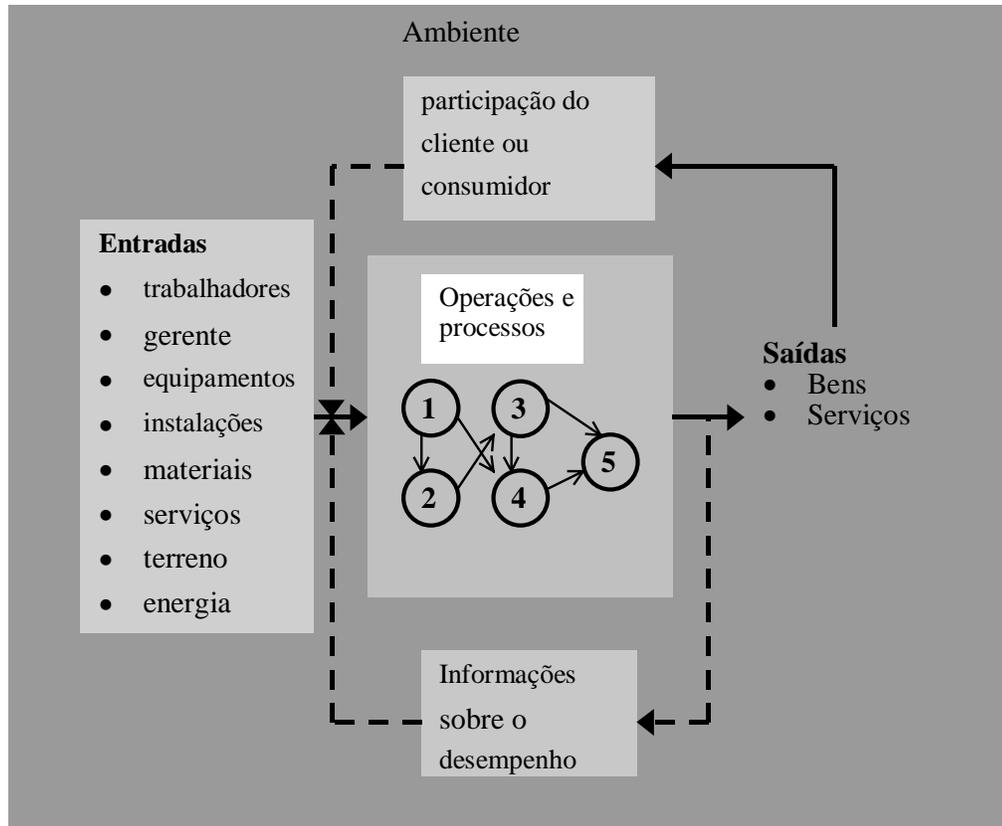
Um sistema de produção consiste de entradas, processos, saídas e de fluxos de informação que fazem a conexão com os clientes e com o ambiente externo. As entradas do sistema de produção incluem recursos humanos (operários e gerentes), capital (equipamentos e instalações), materiais e serviços comprados, terreno e energia (KRAJEWSKI E RITZMAN, 1999, p.3).

### **3.2.2 Quanto aos elementos - Krajewski e Ritzman (1999)**

Inicialmente, Krajewski e Ritzman (1999, p.3) destacam a gestão da produção como uma parte dos sistemas de produção. “A gestão da produção se refere à administração e ao controle dos processos que transformam entradas em produtos acabados e serviços. Esta função é essencial para os sistemas de produção, em organizações com fins lucrativos ou não” (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1999, p.3).

A Figura 3 ilustra a gestão da produção como uma parte de um sistema de produção. Na Figura 3, os círculos numerados representam as operações através das quais os produtos, serviços ou clientes passam e onde os processos são usados. Um processo é uma atividade ou grupo de atividades que tomam uma ou mais entradas e agregam valor a estas, provendo uma saída para o consumidor. O tipo de processo pode variar. Por exemplo, em uma fábrica um processo poderia ser uma transformação química ou física de uma matéria-prima tornando-se um produto. Em uma empresa de transporte aéreo, poderia ser o transporte dos passageiros e de sua bagagem de uma localidade para outra. ...As linhas tracejadas na Figura 3 representam dois tipos especiais de entradas: a participação dos consumidores ou clientes e a informação sobre o desempenho, coletada de fontes externas e internas. A participação dos clientes ocorre quando eles não somente recebem as saídas, mas, também, têm uma participação ativa nos processos em si, tal como no caso em que os estudantes participam no processo de discussão em classe. As informações sobre o desempenho incluem relatórios internos sobre o serviço prestado aos clientes ou sobre a gestão dos estoques e incluem informações externas sobre pesquisa de mercado, relatórios governamentais, ou chamadas telefônicas de clientes. Um gerente de produção precisa de todos os tipos de informação para gerenciar um sistema de produção (KRAJEWSKI E RITZMAN, 1999, p.3 e 4).

De acordo com Krajewski & Ritzman (1999, p.3 e 4), as “entradas e saídas variam entre as diferentes empresas. (...) Entretanto, as funções fundamentais dos processos se mantêm verdadeiras para todos os sistemas de produção”.



**Figura 3 – A gestão da produção como parte do sistema de produção (Fonte: KRAJEWSKI & RITZMAN, 1999, p.3, figura 1.1 no original)**

A gestão das operações é apresentada por Krajewski e Ritzman (1999, p.4) como um “conjunto de decisões”. São identificadas por eles cinco categorias de decisões.

A primeira categoria abrange “as decisões estratégicas, que afetam o direcionamento futuro da companhia.” São determinadas estratégias globais, prioridades competitivas, e a forma como os recursos devem ser dispostos em torno dos produtos ou processos (KRAJEWSKI E RITZMAN, 1999, p.5).

A segunda categoria de decisões diz respeito aos processos. Envolve decisões sobre os tipos de atividades que serão realizadas internamente, a quantidade de automação que será utilizada, os métodos de melhoria que serão aplicados, as tecnologias sobre as quais se buscará domínio, as formas de alcançar-se um patamar de liderança em mudanças tecnológicas, e, também, sobre o gerenciamento da força de trabalho (KRAJEWSKI E RITZMAN, 1999, p.5).

A terceira categoria abrange os aspectos de qualidade, de forma ampla.

A quarta categoria trata de capacidade, localização e *layout*.

A quinta categoria trata das decisões operacionais. Algumas vezes chamadas de operações de infra-estrutura, estas decisões lidam com a operação das instalações e equipamentos já instalados. Neste estágio, os gerentes auxiliam a coordenar as várias partes da cadeia de fornecimento interna e externa, a previsão de demanda, a gestão de estoques, o controle das saídas e dos níveis de apoio necessários ao longo do tempo, via planejamento agregado. Também são tomadas decisões sobre a liberação de compras ou produção (*Material Requirements Planning*), se e quando implementar técnicas *just-in-time* (Sistemas *Just-in-Time*), quais clientes ou tarefas devem ser priorizados (seqüenciamento), e o gerenciamento de projetos (KRAJEWSKI E RITZMAN, 1999, p.5).

Note-se, no parágrafo anterior, o tratamento e a localização dados ao Sistema Toyota de Produção, chamado por Krajewski e Ritzman de *Sistemas Just-in-time*, em relação às categorias de decisões que constituem o gerenciamento: são tratados como parte das decisões operacionais. Este ponto será retomado.

Krajewski e Ritzman (1999, p.6) apresentam vários tipos de organizações, quais sejam: manufatura, construção civil, transporte, saúde, varejo, atacado, bancos, governo. Para todos estes, são contempladas as seguintes funções: contabilidade, distribuição, engenharia, operações, financeiro, recursos humanos e marketing. Destacando a função “operações”, esta é desdobrada em áreas de conhecimento: métodos quantitativos, comportamento organizacional, gerenciamento geral, sistemas de informações, político-econômica, negócios internacionais, ética e legislação nos negócios. Os autores destacam que “grandes companhias geralmente designam cada função para um departamento separado... Entretanto, muitas destas funções são inter-relacionadas. Então, a coordenação e a comunicação efetivas são essenciais para que se alcancem os objetivos da organização.” Ainda Krajewski e Ritzman (1999, p.6 e 7) afirmam que em “grandes organizações, usualmente o departamento de *operações* (ou produção) é responsável pela real transformação de entradas em produtos acabados ou serviços. A *contabilidade* coleta, resume e interpreta as informações financeiras. A *distribuição* trata com a movimentação, armazenagem e manuseio de entradas e saídas. A *engenharia* desenvolve os projetos de produtos e serviços e os métodos de produção. O *financeiro* assegura e investe os recursos de capital da empresa. Os *Recursos humanos* (ou pessoal) contrata e treina empregados. O *Marketing* gera demandas para os produtos da companhia.”

### 3.3 Sistemas de Produção de acordo com Black (1998)

Black (1998) tem o cuidado de fazer a distinção entre ‘sistemas de produção’ e ‘sistemas de manufatura’. Segundo esse autor, “processos de manufatura são combinados para formarem um **sistema de manufatura**. O sistema de manufatura recebe “entradas” e fabrica produtos para os consumidores” (BLACK, 1998, p.33).

“A palavra sistema é usada para definir de uma maneira abstrata uma montagem (ou arranjo) relativamente complexos de elementos físicos caracterizados por parâmetros mensuráveis e é bastante apropriada para sistemas de manufatura (RUBINSTEIN, 1975, apud Black, 1998). Os elementos físicos importantes para todo o sistema de manufatura são pessoas, processos e equipamentos para armazenar e manusear materiais. Matérias-primas e produtos são entradas/materiais em processo/ saídas do sistema” (BLACK, 1998, p.47).

O mesmo autor cita como alguns dos parâmetros mais comuns que se pode medir num sistema de manufatura: tempo de atravessamento, taxa de produção, estoque em processo, % de defeitos, % de entregas dentro do prazo, volumes de produção diários/semanais/mensais, custo total ou unitário.

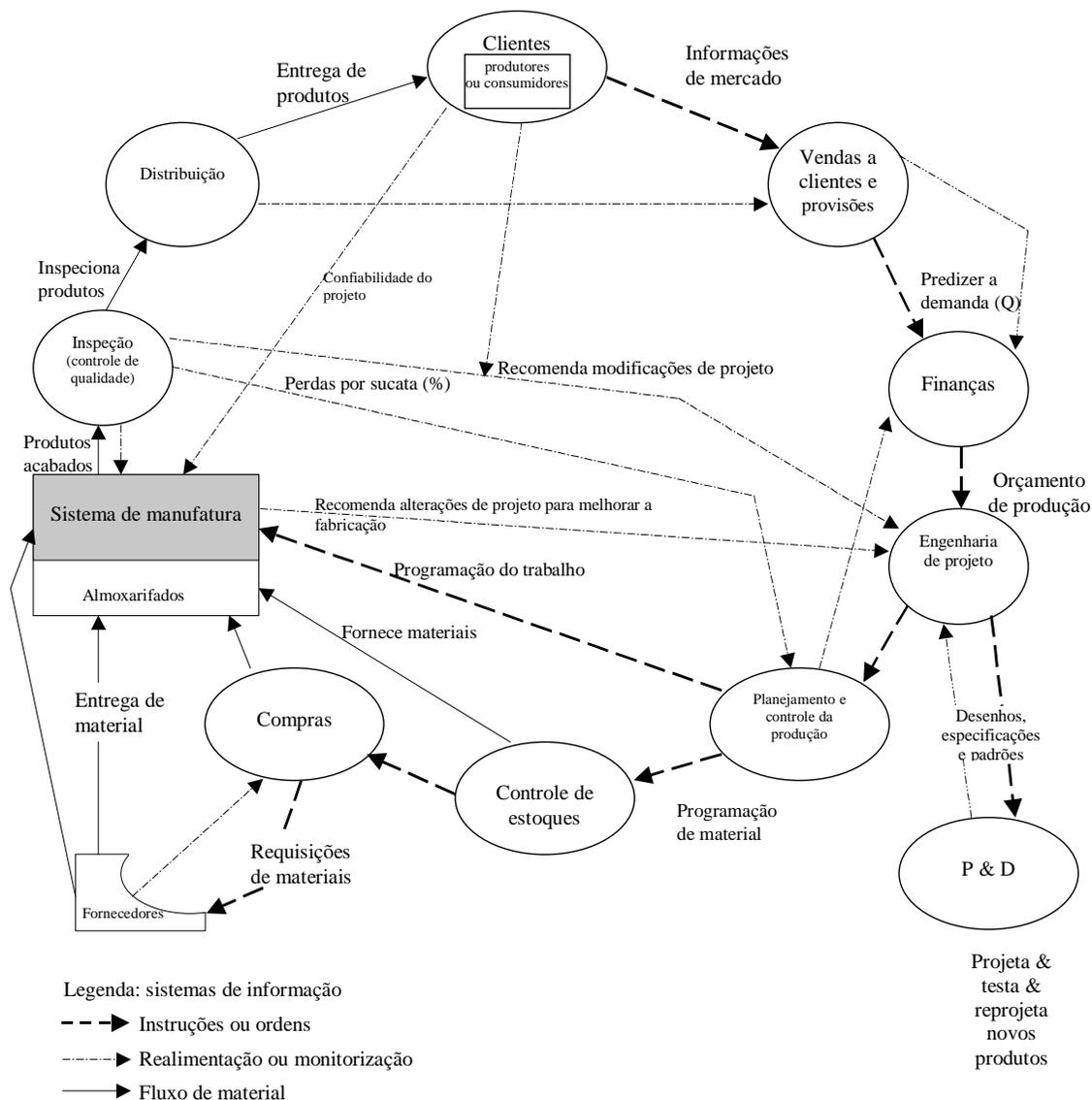
“O **sistema produtivo** inclui o sistema de manufatura e supre-o das suas necessidades. Portanto, sistema produtivo diz respeito a toda a empresa e inclui os sistemas fabris” (BLACK, 1998, p.33).

Black (1998, p.34, Fig.1-9) reforça sua distinção apresentando uma figura, aqui representada pela Figura 4.

### 3.4 Sistemas de produção como parte da Organização

De acordo com Bertrand & Guillemet (1988, p.11):

os “seres humanos têm uma tendência difícil de contrariar: querem organizar tudo. A história da humanidade é a da criação e do desenvolvimento de organizações sociais. As primeiras foram as famílias e as tribos; depois, vieram as aldeias. O sistema feudal representou uma “complexificação” desta ordem. Mais globalmente, o século XX marcou a transição da sociedade agrária para a sociedade industrial assim como o nascimento da sociedade de informação. O século XX também foi o da formalização das organizações”.



**Figura 4— As funções e sistemas do sistema produtivo, que incluem (e servem ao) sistema de manufatura**  
**(Fonte: BLACK, 1998, p. 34, figura 1-9)**

Uma organização é uma associação de pessoas com o fim de, unindo suas forças, atingirem um objetivo comum. A organização produtiva estrutura-se com vários subsistemas, entre eles o subsistema de produção. Onde estão os limites que demarcam o final de uma e o início do outro? É como perguntar onde estão os limites que demarcam a separação entre o corpo humano e o seu sistema circulatório. Um não tem sentido e não vive sem o outro; porém, usando as recomendações de Descartes faz-se a separação em partes para fins

de estudo. É claro, então, que a separação é anti-natural e arbitrária, existindo só com fins de superar limitações intelectuais.

### **3.5 Os sistemas de produção e os modos de produção**

Cada época tem características que definem qual o modo de produção que irá vigorar. Houve a antiguidade, com o modo de produção conhecido como modo asiático. No modo asiático há uma figura de força, cujo simbolismo é utilizado para agregar as pessoas e fazer uso da força de trabalho destas. É o momento da história marcado pelos grandes impérios e pela produção de obras monumentais como as pirâmides e a muralha da China.

O modo feudal vem trazer uma forma de produzir em que a produção é realizada por alguns que pagam, em troca de proteção, parte do resultado obtido na produção.

Finalmente, o modo de produção capitalista surge. Os sistemas de produção aqui tratados são aqueles que dizem respeito a este último modo de produção.

### **3.6 O sistema de produção em si**

Alguns autores apresentam definições tão amplas de sistemas de produção que poderiam servir, igualmente, como definições de organizações produtivas, sendo, portanto, pouco esclarecedoras. Outros autores distinguem o sistema de produção como um subsistema da organização, ou como uma função de manufatura, ou como um departamento de produção. A dificuldade, porém, está em encontrar uma delimitação que seja clara.

Riggs (1970, p.4 e 5) afirma: “*um sistema de produção é um processo projetado para transformar elementos em produtos úteis*. Já, um processo é um procedimento para obter a conversão de entradas em saídas. ( ) Todo o sistema é um conjunto de componentes que interagem. Cada componente poderia ser um sistema por si só, em uma ordem descendente de simplicidade”. A forma que Riggs encontra para tentar tornar-se mais claro é através da figura 2, onde ele distingue uma função chamada “fabricação”.

Krajewski e Ritzman (1999, p.3) dizem: “Um sistema de produção consiste de entradas, processos, saídas e de fluxos de informação que fazem a conexão com os clientes e com o ambiente externo. As entradas do sistema de produção incluem recursos humanos (operários e gerentes), capital (equipamentos e instalações), materiais e serviços comprados,

terreno e energia”. Mais adiante, no texto, eles apresentam a existência de departamentos e, entre esses, um departamento de operações ou produção.

Black (1998) tem o cuidado de fazer a distinção entre ‘sistemas de produção’ e ‘sistemas de manufatura’. O que Black chama de sistema de manufatura é o que se chama de sistema de produção neste trabalho. Para Black (1998, p.33): “O sistema de manufatura recebe “entradas” e fabrica produtos para os consumidores. ( ) O sistema produtivo inclui o sistema de manufatura e supre-o das suas necessidades. Portanto, sistema produtivo diz respeito a toda a empresa e inclui os sistemas fabris”. A definição de Black não provê muito auxílio uma vez que apenas identifica a função “produção”, não sendo esclarecedora sobre os limites de definição do sistema produtivo. Cabe dizer que Black usa o mesmo recurso de Riggs e apresenta a figura 4 (Figura 4 - As funções e sistemas do sistema produtivo, que incluem - e servem ao - sistema de manufatura) onde demarca o sistema de manufatura. Porém, a figura de Black (1998) é quase igual à figura 2 (Figura 2 – Ciclo das funções da produção) apresentada por Riggs (1970); a principal diferença é que aquilo que Riggs chama de fabricação, Black chama de sistema de manufatura. Dito isso, vê-se que Black não é mais esclarecedor do que Riggs.

Harding (1992, p.26) diz: “( ) a empresa: a) é um sistema; b) faz parte de um sistema maior - a indústria; c) está inter-relacionada com muitos outros sistemas - nacionalmente; d) é composta de certo número de subsistemas, que interagem para constituir um todo dinâmico.”

Ghinato (1998, p.7) também chama de sistema de manufatura aquilo que entende-se, aqui, como sistema de produção. Ele diz: “Um sistema de manufatura é a reunião ou arranjo de operações ou processos usados para fazer um produto ou componente desejado. Os elementos físicos importantes para todos os sistemas de manufatura são pessoas, processos, equipamentos de manuseio e sustentação de materiais. Matérias-primas e produtos são, respectivamente, as entradas e saídas do sistema, respectivamente”.

Em síntese, uma primeira definição de sistema de produção seria:

*Um Sistema de Produção consiste no arranjo de elementos que funcionam dinamicamente, interagindo entre si e em conexão com o meio externo, visando produzir, a partir de entradas (materiais, informações, pessoas), as saídas desejadas (produtos fabricados, serviços, pessoas satisfeitas). Há recursos materiais, pessoas e informações, localizados num ambiente. O que lhes confere dinâmica é a ação de gerenciamento, que planeja, coordena, monitora (via indicadores) e controla o fluxo produtivo e o fluxo de informações. O fluxo produtivo e o fluxo de informações são entrelaçados, e de sua perfeita*

*sincronia e fidedignidade depende o resultado produtivo. A Organização é maior do que o Sistema de Produção. Enquanto a primeira têm uma complexidade maior, envolvendo a identidade organizacional, todas as ações de infra-estrutura, e interagindo diretamente com o meio externo, o segundo é responsável pela fabricação propriamente dita, e subsiste dentro da primeira, realimentando-a. Para delimitar melhor o Sistema de Produção, considera-se que este abrange diretamente os seguintes departamentos ou funções tradicionais: manufatura ou operação e planejamento e controle da produção.*

## CAPÍTULO 4

### **4 ABORDAGEM PARA AVALIAR A CONSISTÊNCIA TEÓRICO-PRÁTICA DE UM SISTEMA PRODUTIVO (SP)**

O estudo da teoria de sistemas em geral e de sistemas de produção em particular permite algumas conclusões sobre as características que devem existir e os requisitos que devem ser atendidos para que se configure a sustentação teórica de um sistema produtivo. Para avaliar a consistência teórico-prática de um sistema produtivo é proposta, então, uma abordagem, cujos passos são descritos neste capítulo.

#### **4.1 Primeiro passo: Estudo do contexto histórico de surgimento do sistema produtivo**

O primeiro passo diz respeito ao contexto histórico em que determinado sistema de produção está inserido. Uma vez que os sistemas de produção estão intrinsecamente associados aos seres humanos, todos os fatos históricos, sejam eles de caráter social, político ou econômico, por afetarem as pessoas, acabam surtindo efeitos, em maior ou menor grau, também nos sistemas de produção. Afirma-se que os efeitos podem ser em maior ou menor grau, porque se acredita que, dependendo da configuração o sistema pode ser mais ou menos robusto às variações das características das pessoas que dele participam. Num dado contexto histórico, as pessoas podem ter atributos tão satisfatórios que elaborar um sistema produtivo sensível a elas pode ser uma vantagem competitiva. Porém, o que dizer de tal configuração de sistema, suscetível aos recursos humanos, se exposto a um ambiente de pouca educação e grande belicosidade das pessoas, por exemplo?

Já, quanto à logística de captação de matérias-primas e de distribuição de produtos, dependendo dos recursos naturais de um país, de sua localização geográfica e da conformação de suas terras, a forma em que um S.P. poderá organizar-se de maneira rentável quanto a estas questões muda radicalmente. Como comparar as distâncias internas do Brasil e do Japão?

Mais metodicamente, cabe listar alguns dos elementos que influenciam os S.P. e sobre os quais a história pode falar: política interna, relações internacionais, cultura, tradições, crenças, valores, níveis educacionais, organização familiar, organização social, aspectos econômicos, recursos naturais, localização geográfica relativa aos demais países, extensão territorial e população (número, distribuição etária). Uma vez que a história fala destes aspectos, ela deve ser estudada no local e período de elaboração do S.P. e também nos períodos anteriores, para que se possa, futuramente, comparar com os ambientes para os quais se deseja transferir o S.P.

Uma vez feito o estudo, algumas questões que se fazem são:

1) Quando o sistema produtivo foi desenvolvido, ele foi capaz de responder às demandas existentes naquele momento histórico?

São robustos para serem transportados a outros contextos histórico-culturais, ...

2) ...os princípios do sistema produtivo?

3) ...os conceitos que suportam o sistema produtivo?

4) ...as leis?

5) ...os métodos?

6) ...as tecnologias?

7) ...as técnicas?

## **4.2 Segundo passo: Identificação dos principais elementos constituintes do sistema de produção**

Neste momento, já foi feita uma revisão histórica do sistema de produção e do contexto em que ele surgiu. Esta viabiliza a identificação e enumeração dos principais elementos que constituem o sistema de produção, que é o segundo passo. Neste ponto, ainda não se faz uma classificação, mas, procura-se, isto sim, obter uma compreensão ampla dos elementos. Enquanto o primeiro passo preocupou-se mais com o ambiente, o segundo se preocupa mais com o sistema em si. A identificação dos elementos é feita com base

bibliográfica. Quando uma nova proposta de S.P. surge, muito é escrito sobre o sistema em si e sobre a sua aplicabilidade. Infelizmente, o que é comum encontrar são descrições que pecam pela falta de rigor conceitual. Daí a necessidade desta leitura crítica.

### **4.3 Terceiro passo: Elaboração da teoria**

Primeiro: estudou-se o ambiente de surgimento do sistema de produção. Segundo: listaram-se os elementos que foram garimpados deste estudo. Terceiro: procura-se elaborar uma teoria coerente.

A teoria será elaborada buscando-se responder aos elementos genéricos considerados necessários e suficientes à explicação de um sistema teórico-prático: princípios, leis, conceitos, teoria, método, tecnologia e técnica (apresentados no capítulo 2, a partir do item 2.9). Se estes elementos são necessários e suficientes, cabe agora buscá-los dentro da base de conhecimentos construída nos passos 1 e 2. Os passos 1 e 2 geram algum material escrito. Mas, muito maior é o conhecimento que fica num estado ainda não completamente elaborado na mente da pessoa que realiza o estudo. Isto é próprio do efeito de aprendizado desta abordagem. O material teórico, durante os passos 1 e 2, é recolhido na forma fornecida pelos mais diversos autores. O passo 3 é, na verdade, a materialização, numa nova forma, do conhecimento obtido e elaborado nos passos anteriores. Cabe ressaltar que não se trata somente de tornar específico o que era genérico. Trata-se, muitas vezes, de desmistificar aquilo que era chamado de princípio e não passava de recomendação. Ou, por outro lado, trata de explicitar aqueles princípios implícitos no sistema e, intencionalmente ou não, nunca traduzidos em palavras. Elaborada a teoria, pode-se passar ao próximo passo.

### **4.4 Quarto passo: Verificação da existência dos elementos e das características necessárias a um sistema produtivo**

Neste item 4.4, existem questões a serem respondidas. Cada sub-item trata de determinadas características, as quais são explicadas. Após a explicação é proposto um conjunto de questões para testar a existência das referidas características.

#### **4.4.1 Totalidade ou existência de interação entre os elementos do sistema**

Os sistemas de produção têm a característica da “totalidade” que, nas palavras de Morin apud Bertrand & Guillemet (1988), quer dizer que “o sistema é simultaneamente mais, menos, que a soma das suas partes”.

- 8) As partes independentemente apresentam potencial similar à aplicação conjunta?

#### **4.4.2 Abertura**

A abertura é caracterizada pela troca de energia, matéria ou informação com o meio, segundo Bertrand & Guillemet (1988, p.47).

Um sistema produtivo deve ser, necessariamente, um sistema em constante interação com o meio. Assim, um sistema produtivo deve conter elementos que assegurem a interação com o meio permitindo a troca de materiais, informações e serviços com o meio.

Para a avaliação da “abertura”, as seguintes questões são relevantes:

- 9) Existem elementos que propiciam a troca de materiais e de serviços com o meio?  
 10) Existem elementos que propiciam a troca de informações e conhecimento com o meio?

#### **4.4.3 Finalidade e equifinalidade**

Bertrand & Guillemet (1988, p.47) dizem da finalidade: “todos os sistemas compreendem partes que interagem em função de um objetivo ou de um estado final que caracteriza o sistema por inteiro”. Tanto Bertrand & Guillemet (1988) quanto Capra (2002) tratam também do conceito de equifinalidade, que é a capacidade, em sistemas abertos, de partir de diferentes pontos e de utilizar diferentes caminhos para chegar ao mesmo fim.

Então, um sistema produtivo precisa apresentar duas características: (i) finalidade - apresentar um objetivo claramente definido e explicitado, e (ii) equifinalidade - capacidade de atingir esse objetivo a partir de diferentes configurações. Em sistemas produtivos a equifinalidade está associada, por exemplo, à flexibilidade de responder mais ou menos eficientemente a contextos ambientais diferentes.

Para a avaliação da “finalidade” e “equifinalidade”, as seguintes questões são relevantes:

- 11) O sistema apresenta um objetivo claramente definido e explicitado?
- 12) O sistema é capaz de atingir esse objetivo a partir de diferentes configurações?

#### **4.4.4 Fluxos**

Os fluxos relativos a um sistema produtivo são tanto os fluxos internos a este quanto os fluxos de relacionamento deste com o meio. Além desta classificação (internos e externos), os fluxos podem ser classificados pelos elementos que são conduzidos, que podem ser, por exemplo, de natureza material e de informações.

Assim, devem ser avaliados três aspectos: (i) a existência dos fluxos propriamente ditos, (ii) a existência de mecanismos que favorecem a ocorrência destes fluxos, e (iii) a eficiência destes fluxos em atingirem seus objetivos.

Aqui cabe tratar dos fluxos internos, uma vez que o item “abertura” tratou dos fluxos externos.

Para a avaliação dos “fluxos”, as seguintes questões são relevantes:

- 13) Existem fluxos de informação internos? Como são operacionalizados?
- 14) Existem fluxos internos de materiais?

#### **4.4.5 Estabilidade dinâmica, retroação e regulação**

A estabilidade dinâmica é a capacidade de manter um funcionamento dentro de determinadas faixas de variação e, ao mesmo tempo, responder aos estímulos do ambiente, mantendo em vista os objetivos do sistema.

A regulação supõe que as ações empreendidas estarão em conformidade com a busca dos objetivos estabelecidos. Para haver regulação é preciso, primeiro, que existam mecanismos de retroação que identifiquem os valores de saída obtidos. Em segundo lugar, é necessário um mecanismo que efetue a comparação entre o valor de saída desejado e o valor de saída obtido. Uma vez identificados os desvios (diferença entre o obtido e o desejado), é preciso um atuador que venha corrigir os desvios. O mecanismo que vê a saída é o mecanismo de retroação e aquele que compara e atua é o mecanismo de regulação.

Para a avaliação da “estabilidade dinâmica”, da “retroação” e da “regulação”, as seguintes questões são relevantes:

- 15) O sistema produtivo funciona em estado de estabilidade dinâmica, e apresenta mecanismos de retroação e de regulação?

#### **4.4.6 Teoria**

A teoria é a própria explicação do sistema produtivo. Além da existência dos conceitos, princípios e leis, conforme será explicitado a seguir, é preciso haver uma concatenação lógica entre estes, permitindo a formação da teoria. Então, testa-se na teoria: (i) se ela apresenta um corpo coerente; (ii) se ela é capaz de explicar; (iii) se ela é capaz de auxiliar a prever; (iv) se ela é passível de sofrer os testes de falseabilidade.

Quanto ao quarto quesito, a falseabilidade,

“Popper exige de uma teoria que esta apresente estrutura lógica que possa ser testada, na prática, quanto ao seu caráter de falso ou verdadeiro. Em outras palavras, a base da cientificidade de uma teoria consiste nela possuir estrutura lógica clara e verificável. Porém, ele ressalta que, não importa quantas verificações sejam feitas, não há garantias de que a teoria seja verdadeira, mas, somente, de que não foi falseada” (PASA, 2001).

Popper (1972) afirma:

“Contudo, só reconhecerei um sistema como empírico ou científico se ele for passível de comprovação pela experiência. Essas considerações sugerem que deve ser tomado como critério de demarcação, não a verificabilidade, mas a falseabilidade de um sistema. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico”.

As questões associadas são as seguintes:

- 16) Há coerência entre os princípios, conceitos e leis que formam a teoria?  
 17) A teoria é capaz de explicar o que acontece?  
 18) A teoria é capaz de prever o que irá acontecer?  
 19) A teoria permite testes de falseabilidade?

#### 4.4.6.1 Conceitos

Para explicar o sistema produtivo, é necessário haver uma base conceitual clara, explícita, compartilhada e coerente entre si e em relação ao todo. Assim, no que se refere à base conceitual, um sistema produtivo deve ser avaliado considerando as seguintes questões:

20) Existe um conjunto explícito de conceitos que sustenta a teoria?

#### 4.4.6.2 Princípios

Os princípios são as primeiras verdades aceitas, a partir das quais toda a teoria é desenvolvida. Esses devem ser claros, explícitos, compartilhados, coerentes entre si e em relação à base conceitual e passíveis de serem testados.

Questões:

21) Existe um conjunto explicitado de princípios que sustenta a teoria?

22) Esse conjunto de princípios é unívoco, compartilhado por todos os níveis hierárquicos do sistema produtivo e apresenta coerência interna?

23) Os princípios são passíveis de serem testados?

#### 4.4.6.3 Leis

A explicação teórica está apoiada primeiramente nos princípios, e é complementada pelas leis. Estas precisam ser claras, explícitas, compartilhadas, coerentes com os princípios, com a base conceitual e entre si. As leis também precisam ter a função de explicar e prever e devem ser passíveis de sofrer teste.

Assim, no que se refere às leis, os sistemas produtivos devem ser avaliados considerando as seguintes questões:

24) Existem leis explicitadas e compartilhadas por todos os níveis hierárquicos do sistema produtivo?

25) As leis são coerentes com os princípios?

26) As leis são coerentes com a base conceitual?

27) As leis são coerentes entre si?

28) As leis podem explicar o que acontece?

29) As leis podem prever o que irá acontecer?

30) As leis podem ser testadas?

#### **4.4.7 Elementos práticos**

A teoria explica o sistema de produção teórico propriamente dito, através dos conceitos, princípios e leis. Porém, o sistema de produção precisa ser operacionalizado. Para tanto, alguns elementos são necessários.

##### 4.4.7.1 Método

Uma vez que um sistema de produção teve a sua teoria explicitada, tornam-se visíveis os princípios e as leis que regem tal sistema. Estes, por sua vez, existem com uma determinada finalidade ou objetivo. Vem, então, a necessidade de estabelecer os passos que devem ser seguidos, respeitando-se os princípios e leis, de modo que o objetivo seja alcançado. A prescrição destes passos constitui-se no método.

Questões:

- 31) Há um conjunto de métodos que possibilitem a operacionalização do sistema produtivo?
- 32) Os métodos respeitam os princípios?
- 33) Os métodos respeitam os conceitos?
- 34) Os métodos respeitam as leis?
- 35) Os métodos são capazes de conduzir ao alcance dos objetivos propostos?

##### 4.4.7.2 Tecnologia

Estabelecidos os métodos associados aos objetivos parciais necessários ao alcance do objetivo ou meta maior, é preciso que sejam indicadas as possíveis tecnologias adequadas aos métodos. Os requisitos para que uma tecnologia seja vinculada a um método são: a validade intrínseca da tecnologia, a coerência desta com os princípios do sistema teórico, a capacidade desta de auxiliar no alcance do objetivo do sistema produtivo.

Questões associadas?

- 36) Há um conjunto de tecnologias que possibilitem a operacionalização do sistema?

- 37) O sistema produtivo indica tecnologias adequadas aos métodos?
- 38) As tecnologias sugeridas têm validade intrínseca?
- 39) As tecnologias são coerentes com os princípios, conceitos e leis do sistema?
- 40) As tecnologias sugeridas ajudam a atingir os objetivos desejados?
- 41) As tecnologias restringem o sistema produtivo, tornando-o dependente das mesmas? Ou seja, o sistema produtivo é robusto ao avanço tecnológico?

#### 4.4.7.3 Técnica

Um sistema produtivo é munido de métodos, que são prescrições de caminhos para atingir um determinado objetivo, além de ser munido de tecnologias, que tornam operacional o método. Uma vez que o método é associado a uma determinada tecnologia, as minúcias do caminho a ser percorrido precisam ser descritas. Não se diz somente o caminho, mas, cada passo e como este deve ser percorrido. Então, têm-se as técnicas. As técnicas precisam apresentar coerência com os princípios do sistema teórico, precisam ser claras e devem auxiliar no alcance do objetivo do sistema produtivo.

Questões associadas:

- 42) Há um conjunto de técnicas que possibilitem a operacionalização do sistema?
- 43) As técnicas sugeridas têm validade intrínseca?
- 44) As técnicas são coerentes com os princípios, conceitos e leis do sistema?
- 45) As técnicas sugeridas ajudam a atingir os objetivos desejados?

#### 4.4.8 Conhecimento

“No decorrer das últimas décadas, assistimos ao surgimento de uma nova economia, moldada de modo decisivo pelas tecnologias da informática e da comunicação. Nessa nova economia, o processamento de informações e a criação de conhecimentos científicos e técnicos são as fontes principais de produtividade. Segundo a teoria econômica clássica, as fontes fundamentais de riqueza são os recursos naturais (a terra, em particular), o capital e o trabalho. A produtividade resulta da combinação eficaz dessas três fontes através da administração e da tecnologia. Na economia de hoje em dia, tanto a administração quanto a tecnologia estão intrinsecamente ligadas à criação de conhecimento. Os aumentos de produtividade não vêm do trabalho, mas da capacidade de equipar o trabalho com novas habilidades baseadas num conhecimento novo. É por isso que a “administração do conhecimento”, o “capital intelectual” e o “aprendizado das organizações” tornaram-se conceitos importantes, e novos, da teoria da administração” (CAPRA, 2002, p.112).

Cabe aqui investigar um pouco mais da visão atual sobre o conhecimento e de como este é parte dos sistemas produtivos e das organizações. Há um ditado romano que indica: *Volat irrecuo cabile tempus* - o tempo muda e nós mudamos com ele. Nesta mudança nasce o conhecimento. Conhecimento abrange: criar, armazenar, difundir, utilizar.

Quanto à importância do conhecimento, Nonaka & Takeuchi (1997, p.5) revisam a visão ocidental, citando Druker, Toffler e Quinn:

“Drucker (1993) argumenta em seu último livro que, na nova economia, o conhecimento não é apenas mais um recurso, ao lado dos tradicionais fatores de produção – trabalho, capital e terra – mas sim o único recurso significativo atualmente”. (...) “Toffler (1990) corrobora a afirmação de Drucker, proclamando que o conhecimento é a fonte de poder de mais alta qualidade e a chave para a mudança de poder. Toffler observa que o conhecimento passou de auxiliar do poder monetário e da força física à sua própria essência e é por isso que a batalha pelo controle do conhecimento e pelos meios de comunicação está se acirrando no mundo inteiro. Toffler acredita que o conhecimento é o substituto definitivo de outros recursos”. (...) “Quinn (1992) compartilha com Drucker e Toffler a visão semelhante de que o poder econômico e de produção de uma empresa moderna está mais em suas capacidades intelectuais e de serviço do que em seus ativos imobilizados, como terra, instalações e equipamento. Vai um pouco mais adiante ao apontar que o valor da maioria dos produtos e serviços depende principalmente de como os “fatores intangíveis baseados no conhecimento” – como *know-how* tecnológico, projeto do produto, apresentação de marketing, compreensão do cliente, criatividade pessoal e inovação – podem ser desenvolvidos”.

Quanto à forma pela qual se dá o conhecimento, Nonaka & Takeuchi (1997, p.9) enfatizam a necessidade da experiência, e citam Levitt: “Uma criança grita de dor ao tocar o fogão quente. (...) nunca mais a criança tocará o queimador, a não ser cuidadosamente, mesmo que o fogão não esteja aceso”. E concluem os autores: “De fato, o aprendizado mais poderoso vem da experiência direta”. Gelinier reforça a mesma idéia ao falar de sistemas de gestão:

“Como construir um sistema de gestão que possa bem responder a exigências tão complexas? Antes de mais nada, vamos eliminar a idéia de que esse sistema complexo possa ser o fruto improvisado e perfeito de uma elaboração puramente tecnocrática e que já nasça adulto, como Minerva, que saltou, de capacete e escudo, da cabeça de Júpiter. É, com efeito, impossível resolver simultaneamente, e no papel, um grande número de problemas. Quem se obstinar em fazê-lo, será levado a esquematizar demais, a programar aceleradamente regras “que funcionam” e de tal forma que, às vezes, importantes normas de gestão nada mais representam, de fato, senão o subproduto, muito pouco consciente, do trabalho do especialista em informática. O nascimento dos sistemas complexos de gestão terá muito a lucrar seguindo o modelo oferecido pelos nossos filhos de carne e osso: quem vem ao mundo é um “bebê-sistema”, que aplica regras de gestão muito incompletas e tremendamente insuficientes, mas é dotado de uma capacidade de aprendizagem que lhe permite aperfeiçoar-se, vivendo. Para falar mais precisamente, é o conjunto interligado managers-sistema de gestão que vai se aperfeiçoando com o uso: nosso autor (Mélèse) descreve as condições desse fecundo processo que é a educação mútua homem-sistema” (GELINIER APUD MÉLÈSE, em prefácio, 1973, p. XI).

Quanto à responsabilidade pela criação do conhecimento dentro da empresa, Nonaka & Takeuchi (1997, p.9) dizem:

“Criar novos conhecimentos significa, quase que literalmente, recriar a empresa e todos dentro dela em um processo contínuo de auto-renovação organizacional e pessoal. Não é responsabilidade de poucos eleitos (...) mas sim de todos na organização. (...) Ter um insight ou palpite altamente pessoal tem pouco valor para a empresa, a não ser que o indivíduo possa convertê-lo em conhecimento explícito, permitindo assim que ele seja compartilhado com outros indivíduos na empresa” (NONAKA & TAKEUCHI, 1997, p.10 e 11).

Algumas questões sobre o conhecimento como parte necessária a um sistema produtivo moderno, que atua criando conhecimento, são:

- 46) O sistema produtivo possui mecanismos para criar, armazenar, difundir e utilizar o conhecimento?
- 47) O sistema produtivo valoriza os recursos humanos internos como elementos capazes de criarem conhecimento?

## **CAPÍTULO 5**

### **5 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO SOBRE O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: PASSOS 1 A 3 – contexto histórico, elementos e teoria**

Os capítulos 2 e 3 trataram de sistemas em geral e de sistemas de produção respectivamente, revisando a literatura. O capítulo 4 propôs uma abordagem na qual são levantados os requisitos necessários e suficientes para que determinada configuração seja compreendida como um Sistema de Produção. Agora, o capítulo 5 vem executar os três primeiros passos da abordagem aplicando-a àquele que é conhecido como o Sistema Toyota de Produção (STP), quais sejam; o estudo do contexto histórico de surgimento, a identificação dos principais elementos e a elaboração da teoria. O quarto passo, que é a verificação da existência dos elementos e características necessários a um sistema produtivo fica reservado ao capítulo 6. Junto ao capítulo 6 também são respondidas sete questões pertinentes ao passo 1, para que se mantenha uma linearidade na leitura e facilite a compreensão.

#### **5.1 Primeiro passo: Estudo do contexto histórico de surgimento do Sistema Toyota de Produção**

##### **5.1.1 Sobre o Sistema Toyota de Produção**

Como justificado no item 1.4, a pesquisa concentra-se principalmente, mas não exclusivamente sobre as obras de Ohno e Shingo. A razão é a seguinte: eles são considerados os criadores do Sistema Toyota de Produção. Também foram consultados: Yasuhiro Monden (1999, 1984), Japan Management Association (1986), Womack, Jones & Roos (1992), Schonberger (1997, 1984), Ghinato (1998, 1994), Antunes Jr. (1998) e periódicos.

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão quando havia escassez de dinheiro e a demanda exigia produtos em pequenas quantidades e grande variedade: “O Sistema Toyota de Produção evoluiu da necessidade. Certas restrições no mercado exigiam a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, um destino que a indústria japonesa enfrentou no período pós-guerra” (OHNO, 1997, p. ix). Tornava-se necessário buscar novas soluções de produção:

“Durante décadas os Estados Unidos da América baixaram custos produzindo em massa um menor número de tipos de carros. Era um estilo de trabalho americano, mas não japonês. Nosso problema era como cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros” (OHNO, 1997, p.23).

Então, o Sistema Toyota de Produção veio dizer que nem sempre a produção em massa era a maneira mais rentável de produzir; havia uma dependência com o tipo de demanda existente. Os criadores do STP perceberam que a produção em massa havia apresentado, até então, resultados muito bons para demandas grandes, especialmente de poucas variedades de produtos. Entretanto, a realidade mostrou que produzir em massa era inviável economicamente quando esta demanda alterava-se para pequenas quantidades de variedades diferenciadas de produtos. Esta condição exigente e restritiva da demanda no Japão levou à busca de um sistema de produção mais flexível e mais rápido em suas respostas ao mercado. A princípio, a validade de um sistema com tais características perdura até hoje, embora por outras razões: primeiro, o excesso de oferta; segundo, a ampla gama de variedades de produtos que as tecnologias específicas e o desenvolvimento de produtos viabilizam; terceiro, a competição hoje é significativamente de caráter mundial.

Da época de início do STP até a atualidade, os movimentos da economia mundial conduziram a momentos de maior e menor demanda. Independentemente disto, a grande competição que foi instituída pela difusão da informação e pela facilidade do transporte fez com que se tornasse vital a capacidade de responder com agilidade aos clientes. Para responder assim aos clientes, sem manter estoques onerosos, é preciso ser capaz, novamente, de produzir muitas variedades em pequenas quantidades.

Modarres, Ansari & Willis (2000) afirmam que, “em um mercado cada vez mais competitivo, muitas empresas dos Estados Unidos têm disparado práticas de manufatura do tipo *just-in-time*, como uma poderosa estratégia para se manterem lado a lado com os competidores estrangeiros, tanto em qualidade como em produtividade”. Afirmam, ainda:

“Os conceitos de *just-in-time* têm sido estudados por muitos pesquisadores em áreas tais como gerenciamento (Hayes and Wheelwright 1984), uso de tecnologia e inovação (Finkelstein 1983), controle da qualidade (Deming 1989 e Juran 1974), gerenciamento de estoques (Hall 1983), flexibilidade na manufatura (Fitzsimmons et

al. 1991) e práticas de compras (Schonberger e Gilbert 1983 e Ansari e Modarres 1986)”.

Segundo eles, muitos estudos sugerem que ganhos substanciais podem ser obtidos pelas empresas que aplicam práticas de manufatura *Just-in-Time*, tais como redução de estoques, eliminação de rastreamento de inventário e maior qualidade.

Lau (2000) afirma, em estudo sobre a sinergia da implementação de *just-in-time* (JIT) e TQM (*Total quality management*), o seguinte: “Tanto o *just-in-time* quanto o TQM têm provido uma significativa mudança de paradigma na filosofia de gerenciamento para a efetiva melhoria organizacional, em um mercado que hoje é competitivo e constantemente mutável”. O estudo de Lau (2000) compreendeu uma pesquisa via questionário, realizada com 379 empresas dos Estados Unidos, exclusivamente no ramo de eletrônica e computadores. Destas, 167 apresentavam práticas de *just-in-time*. Este é um número que provê uma noção da abrangência das práticas de JIT nos Estados Unidos.

Ainda, McMullen et al. (2000) dizem: “Os benefícios advindos de sistemas de produção *just-in-time* bem sucedidos – tais como a redução nos níveis de inventário, e uma melhor capacidade de responder ao mercado – já são bem documentados”.

Os mais empolgados vêem o STP como um sistema amplo e irrestrito em abrangência, como afirmado por um de seus criadores, Shingo (1981):

“Se o Sistema Toyota de Produção for revisto do ponto de vista de um sistema fundamental de produção e controle, este sistema poderá ser aplicado a empresas em todos os países, como um sistema universal de controle da produção, sendo adaptado às características de cada planta, e eu acredito que grandes resultados poderiam ser esperados”.

Afinados com este tom, acham-se, por exemplo, Womack, Jones e Roos (1992):

“... tornamo-nos convictos de que os princípios da produção enxuta se aplicam igualmente a todas as indústrias de todo o mundo e que a conversão para a produção enxuta exercerá profundo efeito sobre a sociedade humana – na verdade, ela irá transformar o mundo”.

Ressalta-se, aqui, que os autores citados, ao tratarem da produção enxuta, referem-se ao Sistema Toyota de Produção por eles estudado. Continuam Womack, Jones e Roos (1992): “Acreditamos serem as idéias fundamentais da produção enxuta universais – aplicáveis por qualquer um em qualquer lugar – e terem muitas companhias não-japonesas já aprendido isso”.

Há os moderados, que investigam e aplicam o STP com certa cautela. Akturk e Erhun (1999), dão conta de que, em anos recentes, o termo *just-in-time* (JIT) tornou-se comum na manufatura repetitiva. Para eles, este termo é usado para descrever uma filosofia de gerenciamento que encoraja mudanças e melhorias através da redução de estoques. Akturk e

Erhun (1999) citam Groenevelt (1993): “Os sistemas JIT têm provado que são efetivos para auxiliar a alcançar as metas de produção em ambientes cujos processos têm alta confiabilidade, baixos tempos de *setup* e baixa variabilidade na demanda”. Segundo os próprios Akturk e Erhun (1999), as vantagens da produção JIT incluem a redução de estoques, a redução nos tempos de atravessamento (*lead-time*), o aumento na qualidade, a redução nas taxas de refugo e retrabalho, a possibilidade de acompanhar os programas de produção (*schedules*), maior flexibilidade, maior facilidade para automações, e melhor aproveitamento de homens e máquinas. Ainda, na Universidade Shu-Te, em Taiwan, Li e Barnes (2000) dizem: “Entre as abordagens disponíveis para a melhoria do desempenho da produção, várias técnicas de manufatura *just-in-time* têm sido consideradas como ferramentas efetivas para a reformulação da manufatura tipo *job shop*”. Porém, há uma parte da comunidade científica que contesta a originalidade deste sistema. Woodgate (1991, p.6) diz:

“*Just-in-Time* tornou-se um termo popular nos últimos anos, mas o bom administrador sempre trabalhou para reduzir estoques, e para fazer um produto com alta qualidade. Certamente o uso do termo aumentou o interesse nesta área e a propaganda por si só já justifica. Porém, a filosofia não é nova nem é universalmente aplicável. O bom gerente pode separar a moda da verdade e usar o aspecto da moda que for útil e aplicável a sua produção em particular”.

Motta (1996), por suas próprias palavras “avalia criticamente a adoção do “Just-in-time”(JIT) como instrumento gerencial inovador e de superação do paradigma Taylorista/Fordista”. Em seu estudo, Motta (1996) cita Dohse, Jurgens & Malsch (1985), que ponderam:

“... o modelo organizacional japonês não é [ênfase no original], em princípio, um sistema gerencial mais sofisticado e portanto transferível. Ao contrário, ele é baseado num sistema de relações trabalhistas que, por inúmeras razões, não são aceitáveis pelos sindicatos na Europa e nos Estados Unidos. Mais ainda, Fordismo e “Toyotismo” não são simplesmente paradigmas alternativos para a organização da produção, porque a organização da produção e o sistema de relações de trabalho nos dois sistemas estão relacionados um ao outro em formas significativamente diferentes”.

Ainda que haja uma massa crítica, bem documentada na literatura, que acredita que o Sistema Toyota de Produção é um sistema completo, original e transferível, percebe-se que há, igualmente bem documentados, estudos que questionam com fortes e relevantes argumentações tal completude, originalidade e transferibilidade. Portanto, acredita-se que o Sistema Toyota de Produção possa se constituir num proveitoso estudo para experimentar a abordagem de avaliação da consistência teórico-prática de sistemas produtivos proposta no capítulo quatro.

### 5.1.2 Disparidade de opiniões

Como já se disse, não há consenso a respeito do Sistema Toyota de Produção. Ao mesmo tempo, é difícil deixar de ver a amplitude com que ele se difundiu no mundo. Há diversos relatos de plantas produtivas fora do Japão que afirmam utilizar o Sistema Toyota, ou alguns de seus elementos, com sucesso. McIntosh et al. (2000) falam da troca rápida de ferramentas e sua ampla adoção na indústria. Hobbs (1997) diz, talvez com excesso de entusiasmo:

“Nos anos 80, muitos fabricantes norte-americanos consideravam a filosofia de manufatura “Just-in-time” como uma invenção peculiar ao Japão e adequada somente à cultura oriental. Mas, na medida em que mais e mais companhias, nos mais diversos ambientes de manufatura, têm aplicado com sucesso os seus princípios, as empresas de manufatura mudaram seu pensamento inicial”.

Brox & Fader (2002) dizem: “Muitos fabricantes na indústria automobilística em torno do mundo têm adotado o conjunto de estratégias de gestão “just-in-time” (JIT) num esforço para melhorarem produtividade, eficiência e qualidade dos produtos”. Outras menções ao sucesso de implantação fora do Japão aparecem em Garg & Deshmukh (1999), Hurley & Whybark (1999) e Sale & Inman (2003).

Onde está a peça que falta para que se possa explicar que, ao mesmo tempo, um sistema tenha um sucesso considerável junto ao meio empresarial e seja alvo de ferrenhas críticas, e, diga-se, bem fundamentadas?

Parece que responder a estas questões passa por compreender a teoria que sustenta o Sistema Toyota de Produção. Mas, que teoria é esta? Onde ela se encontra registrada?

O passo natural parece recorrer aos registros bibliográficos. Pesquisar livros e periódicos que discutam o tema. No tópico Sistema Toyota de Produção, há uma vasta literatura disponível. Então, foram buscados, inicialmente, aqueles livros escritos pelas pessoas que estiveram mais próximas do Sistema Toyota enquanto ele era concebido: Ohno (1997), Ohno & Mito (1986), Shingo (2000, 1988, 1987, 1986, 1981). Em seguida, a publicação da *Japan Management Association* (JMA, 1986), que reúne material usado na divulgação do Sistema Toyota no Japão. Finalmente, os demais autores que trataram do tema, destacando como forte referência Monden (1984).

A surpresa foi que, ao final de tais leituras, não havia se estabelecido claramente a teoria que sustenta o Sistema Toyota de Produção.

Os itens 5.1.3 e 5.1.4 tratam das possíveis causas da inexistência de uma teoria clara e límpida. O item 5.1.5 argumenta sobre a necessidade de tal texto.

### 5.1.3 A questão da tradução

A primeira percepção foi a confusão de termos usados para tratar dos elementos do Sistema Toyota. Uma proposição seria atribuir a dificuldade ao processo de tradução.

Percebia-se que a miscelânea de termos não ocorria somente nos livros em português, que haviam passado por duas traduções, mas, também naqueles livros que haviam sofrido somente o processo de tradução japonês-inglês.

Uma vez que não se discutia, por premissa, a capacidade e seriedade das editoras em questão, estava claro que, em tendo havido problemas de tradução, estes não eram resultado de causas simples. Ora, quando se lê uma obra “mal” traduzida, o mais freqüente é que o tradutor falhe ao traduzir “folha” por “árvore”, mas, uma vez cometido o erro, ele costuma, até por facilidade, falar em “árvore” durante toda a obra, não usando “raízes”, “pétalas”, enfim, outros termos de significado completamente diferente, para errar ao falar em “árvore”. Mas, isso não era o que ocorria nas obras referentes ao Sistema Toyota de Produção. As traduções oscilavam de um a outro termo (diga-se de passagem, de significados completamente diferentes), e a enorme quantidade de termos se repetia em todas elas. Não havia uma, que, fugindo à regra, usasse um sistema de termos coerente.

Motta (1993) desenha o quadro:

“Geralmente referido como sendo uma filosofia, o *Just-in-Time* é, no entanto, muitas vezes chamado de estratégia, abordagem, técnica, programa, etc. Esta multiplicidade taxionômica gera problemas sérios em termos metodológicos, uma vez que cada uma dessas categorias apresenta um campo epistemológico bem definido, unívoca e inequivocamente. Tendo em vista esta diversidade de denominações atribuídas ao *Just-in-Time*, será feita uma análise dos cognomes e das partes constituintes do JIT objetivando clarear e melhor especificar o seu campo epistemológico” (MOTTA, 1993, p.46).

O que se conclui, é que se há problemas de tradução, estes vêm como decorrência e sinalização de profundas diferenças entre as duas línguas tratadas.

### 5.1.4 O processo de pensamento do Japão e do mundo ocidental

Uma vez que a língua de um povo está diretamente vinculada à sua forma de pensar, as diferenças lingüísticas vêm sinalizar as diferenças entre os processos de pensamento do Japão e do Ocidente e entre as suas culturas epistemológicas.

Se a tradução é uma ponte que liga correspondências, como traduzir se não há, intrínseca no fenômeno, a correspondência? Essa é uma análise extremada, que quer ser ilustrativa. Na realidade, há caminhos de conversação e aprendizado, mesmo em tal situação de culturas fortemente distintas, ainda que não tão óbvios quanto aqueles caminhos usados na tradução de textos de povos de culturas semelhantes.

A questão lingüística é tratada por Schumacher & Motta (1996, p.26):

“A relatividade lingüística é uma teoria da lingüística que propõe uma relação entre a estrutura da língua e a Weltanschauung (nota inexistente no original: compreensão geral do universo e da posição nele ocupada pelo homem que se expressa por um conjunto mais ou menos integrado de representações e que deve determinar, em última instância, a vontade e os atos de seu portador) dos seus falantes”.

Especificamente sobre a questão da língua japonesa, Schumacher & Motta (1996) dizem:

“Mais uma vez, insiste-se em que os contrastes entre as culturas são conspícuos a ponto de tornar questionáveis a fluidez e a facilidade com que se pretende estar transferindo o modelo japonês de gestão. Na condição de conceitos diferenciados que inegavelmente fornecem sustentação e princípios para as técnicas e estruturas gerenciais importadas pelo ocidente, espera-se que a abordagem à hierarquia e à coletividade japonesa, fortemente presentes na língua, portanto na sociedade e na empresa, revele a distância conceitual que há entre os padrões de pensamento ocidentais e orientais. Espera-se, ainda, o reconhecimento de que a inclusão de considerações culturais na transferência e geração de modelos gerenciais só tem a acrescentar à avaliação da maior ou menor adequabilidade de tais modelos no meio organizacional em que se deseja inseri-los”.

A questão lingüística vem refletir as diferenças da epistemologia – estudo dos fundamentos filosóficos do conhecimento - na tradição intelectual ocidental e japonesa. Esta é tratada por Nonaka & Takeuchi (1997). Inicialmente, eles destacam que, enquanto na filosofia ocidental há uma forte tradição epistemológica, o mesmo não ocorre no Japão. Isso ocorreria, segundo eles, como reflexo das diferentes formas nas quais estas culturas enxergam o conhecimento. E as diferenças iniciam quando o ocidente, cartesianamente, separa mente e corpo, indivíduo e grupo, observador e observado. Já, na tradição intelectual japonesa, “a divisão entre sujeito e objeto não tem raízes profundas” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p.24).

“Enquanto a maior parte das visões ocidentais sobre as relações humanas é atomista e mecanicista, a visão japonesa é coletiva e orgânica. É dentro desse contexto de

uma visão do mundo orgânica que os japoneses enfatizam o conhecimento subjetivo e a inteligência intuitiva. Enquanto um ocidental típico “conceitualiza” as coisas de uma perspectiva objetiva, o japonês o faz relacionando-as a outras coisas ou indivíduos. A estrutura da língua japonesa mostra a unidade do eu com as outras pessoas. Na língua japonesa, uma mensagem geralmente é comunicada através do uso do contexto, não apenas pelo código gramatical em si. A natureza ambígua da língua japonesa, portanto, exige que o falante esteja equipado com algum conhecimento tácito de cada contexto” (NONAKA & TAKEUCHI, 1997, p.35).

Ainda Nonaka & Takeuchi (1997, p.64) dizem:

“Tanto a informação quanto o conhecimento são específicos ao contexto e relacionais na medida em que dependem da situação e são criados de forma dinâmica na interação social entre as pessoas. O conhecimento, como a informação, diz respeito ao significado. É específico ao contexto e relacional”.

Os mesmos autores são esclarecedores da situação quando dizem: “A natureza ambígua da língua japonesa, portanto, exige que o falante esteja equipado com algum conhecimento tácito de cada contexto”. Ora, se isto é verdade, significa que uma tentativa de tradução das obras referentes ao Sistema Toyota, para não ser absolutamente frustrada, deveria levar em consideração, pelo menos, o contexto em que surge e vigora de tal sistema. Parece, pela leitura das obras, que o contexto não tenha sido considerado suficientemente no momento de tradução, de tal modo que acabam por nascer as inconsistências lógicas na terminologia. Estes são questionamentos aos quais não se tem a pretensão de responder de forma mais aprofundada, uma vez que demandariam o conhecimento da língua japonesa, o que não é o caso.

### **5.1.5 Necessidade de uma teoria do STP sobre uma base epistemológica ocidental**

Nos itens anteriores levantaram-se algumas hipóteses sobre a dificuldade de se consolidar uma teoria do Sistema Toyota de Produção a partir dos textos traduzidos do japonês.

Motta (1993, p.47) aprofunda a análise dos textos disponíveis e fala das implicações que decorrem da incoerente profusão de termos usados:

“( ) fica evidente que, mais do que em qualquer outra área do conhecimento, quando se discutem questões dentro do âmbito da Administração, há que haver uma grande preocupação metodológica a fim de ser evitado o surgimento de problemas semânticos e epistemológicos. Quando não há essa preocupação, o que resulta é uma mistura de conceitos contraditórios que fazem que o que está sendo exposto se torne ininteligível.

Certamente, um dos melhores exemplos desse tipo de situação é o que está acontecendo com a literatura dedicada ao Just-in-Time (JIT). Devido ao seu sucesso

nas empresas japonesas, o JIT vem sendo divulgado e discutido mundialmente, e as suas características e processos laudados como quase milagrosos. Mas, à medida em que se vai lendo os textos, começa-se a verificar inconsistências lógicas bastante sérias em termos da explicitação do que é o JIT e da sua forma de operar”.

Como dito por Motta (1993, p.47), convive-se com a existência de “uma mistura de conceitos contraditórios que fazem que o que está sendo exposto se torne ininteligível”.

Seria ingênuo pensar que os criadores do Sistema Toyota de Produção foram capazes de criar o sistema e incapazes de escrever e descrever a teoria. É possível supor que, pela forma de pensar dos japoneses a compreensão do sistema tenha transcendido a necessidade da teoria explícita. Entretanto, tal não acontece para os ocidentais. O fato é que, aqui, no ocidente, uma teoria concisa e clara do Sistema Toyota faz falta, pois, enquanto o objeto do estudo está ininteligível, não há como avaliá-lo criticamente. Somente será possível discutir o Sistema Toyota de Produção, havendo tal teoria. Porém, como construí-la, ainda que numa forma singela, tomando como base os textos traduzidos? A proposta é tentar resgatar o contexto histórico de surgimento do Sistema Toyota de Produção, o que foi feito no item 5.1.6. Neste item, se apresenta um mapeamento dos fatos históricos e dos fatos relativos ao Sistema Toyota, dispondo-os na ordem cronológica de acontecimento. Neste item, respeitam-se os termos dos originais. Procura-se manter a rastreabilidade através da apresentação constante, junto aos excertos, das referências de origem.

Feito o item 5.1.6, enumeram-se os elementos do sistema (item 5.2) e inicia-se o esforço da elaboração da teoria (item 5.3).

### **5.1.6 História do Sistema Toyota de Produção (STP)**

Quanto às fontes, ao tratar-se da história do Sistema Toyota de Produção (STP), buscaram-se como referências e consultas os livros de Taiichi Ohno<sup>1</sup> e Shigeo Shingo, por serem os idealizadores e construtores do sistema: Ohno & Mito (1986), Ohno (1997), Shingo (1981), Shingo (1986), Shingo (1987), Shingo (1988) e Shingo (2000). Adicionalmente, pesquisou-se a literatura de outros autores que, de um ponto de vista externo, trataram do

---

<sup>1</sup> **Taiichi Ohno** – Em 1932, em meio à Grande Depressão, graduou-se Engenheiro Mecânico na Escola de Nagoya e se uniu à Toyoda Spinning and Weaving. Em 1943 foi transferido à Toyota Motors. Em 1947, com 33 anos, ele tornou-se responsável pela principal fábrica da divisão de montagens da sede. Em 1948, ele tornou-se responsável pela fábrica número 2 da planta de Koromo. Em 1949, tornou-se gerente de chão-de-fábrica. Em 1953, era o segundo em responsabilidade na manufatura e foi promovido a diretor da companhia.

mesmo sistema, tais como: Monden (1984), Womack, Jones & Roos (1992), Ghinato (1994), Ghinato (1998), JMA (1986), Antunes (1998).

Nas palavras de Ohno (1997):

“Até mesmo meus próprios esforços para construir o Sistema Toyota de Produção, bloco por bloco, também se baseavam na forte necessidade de descobrir um novo método de produção que eliminasse o desperdício e nos ajudasse a alcançar os Estados Unidos em três anos”.

O STP foi sendo construído ao longo de quase três décadas, até tomar sua forma conhecida. A história mostra que esta necessidade de que fala Ohno decorria de o Japão estar saindo derrotado da Segunda Guerra Mundial, precisando ser reconstruído. As bases para competir fornecidas ao Japão eram as seguintes, comparativamente, por exemplo, aos Estados Unidos: pequeno território, com a supervalorização do espaço físico, poucos recursos naturais, demanda interna por poucas quantidades de diversas variedades. Nos aspectos facilitadores, uma cultura em que a disposição para a cooperação com o grupo é inata e há disposição e capacidade de aprender com outros povos. É dessa história que se trata no Anexo 1 desta tese.

## **5.2 Segundo passo: Identificação dos principais elementos constituintes do sistema de produção**

Conforme recomenda a abordagem, neste momento é preciso determinar os elementos que compõem o sistema em estudo. A revisão feita no item 5.1 e mais três autores independentes foram usados para fins de comparação: Monden (1984), Ghinato (1994) e Antunes (1998).

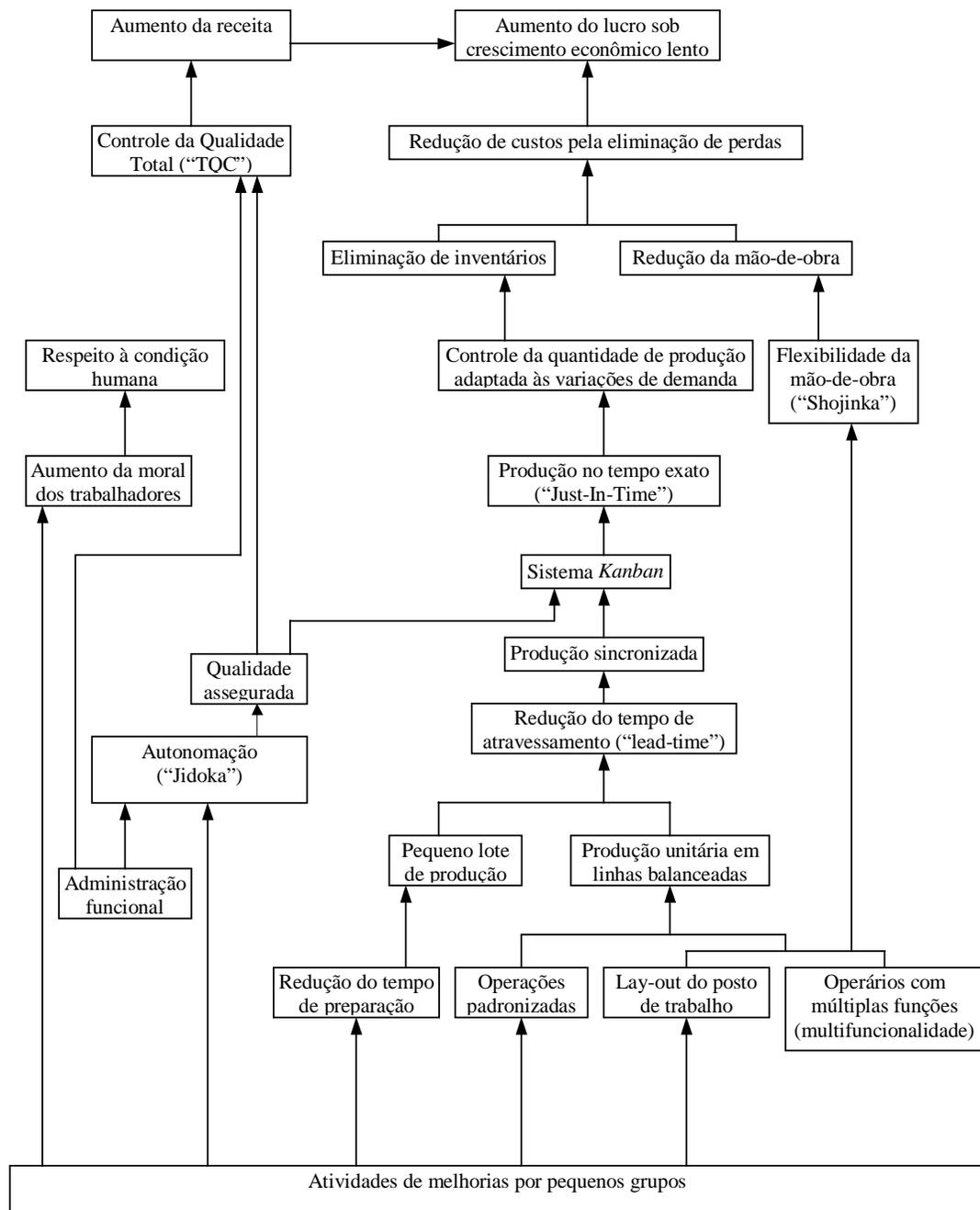
A partir da revisão histórica do item 5.1, são eles: autonomia (déc. 10), emprego vitalício (déc. 10), perdas (déc. 30), controle da qualidade total -TQC (déc. 30), Zero Defeito – ZD (déc. 30), círculos de controle de qualidade -CCQ (déc. 30), “Just-in-time” (déc. 30), mecanismo da função produção – MFP (déc. 40), “layout” (déc. 40), multifuncionalidade (déc. 40), fluxo e sincronização (déc. 40), troca rápida de ferramentas (déc. 40), elementos visuais e controle visual (déc. 40), desenvolvimento de fornecedores (déc. 40), “poka-yoke” (déc. 40), “marketing” (déc. 40), sistemas de sugestões (déc. 50), “kanban” (déc. 50) e manutenção produtiva total – MPT (déc. 70). Citando Ohno: “Os métodos de produção da Toyota agruparam-se na forma de um sistema durante o período de rápido crescimento que ocorreu do final dos anos 50 até o início dos anos 70” (OHNO & MITO, 1986, p.24). Ainda

Ohno diz: “Na Toyota, primeiro estabelecemos o estilo Toyota de produção, que regulava o fluxo de produção. Continuamos, então, a trabalhar no sistema *Just-in-time* para que as coisas necessárias fossem providas nas quantidades necessárias, e no momento necessário. Então, nós criamos o sistema *kanban*, como um meio de implementar o sistema *just-in-time* e comunicar as informações (OHNO & MITO, 1986, p.98)”.

A Figura 5 apresenta os elementos conforme Monden (1984, p.2) e a Figura 6 apresenta os elementos conforme Ghinato (1994, p.148). As considerações de Antunes (1998, p.206) são:

- “Os principais componentes dos chamados Sistemas de Produção com Estoque-Zero – SPEZ de forma geral e do Sistema Toyota de Produção de forma particular são:
- a) **Princípios Básicos de Construção** de Sistemas de Produção com Estoque-Zero (Definição do **Conteúdo** da Mudanças propostas)
    - Mecanismo da Função Produção (Função-Processo e Função Operação);
    - O Princípio do não-custo;
    - As Perdas nos Sistemas Produtivos.
  - b) Conjunto de **Subsistemas e Técnicas** que suportam a construção dos Sistemas de Produção com Estoque-Zero
    - Subsistema de Defeito-Zero (Autonomia/CQZD/Poka-yoke);
    - Subsistema de Quebra-Zero (MPT);
    - Subsistema de Pré-Requisitos básicos de Engenharia de Produção (Troca Rápida de Ferramentas, Layout celular, Operação-Padrão);
    - Subsistema de Estoque-Zero (Kanban).
  - c) **Logística** de melhorias nos Sistemas de Produção com Estoque-Zero (**Processo** da mudança proposto)
    - A lógica do Kanban amplo (Subsistema de sincronização e melhorias);
    - Utilização conjunta de todos os Subsistemas e Técnicas discutidas no item anterior.
  - d) Utilização de métodos de controle embasados na **performance** desejada do sistema
    - Custo-Alvo (Target Cost);
    - Custo-Kaizen (Kaizen Costs).
  - e) **Mecanismo de Pensamento Científico** proposto por Shingo e o **MIASP ao estilo japonês**.

A leitura dos elementos da revisão, e as referências comparativas dos três autores somente provêm um “esboço” do conjunto de elementos necessários e como uma “lista de verificação”. Porém, não há linearidade na elaboração da teoria do item 5.3 a seguir. Na medida em que os princípios são enunciados, os demais elementos vão se aninhando. A complexidade aumenta já que um mesmo elemento pode estar sob mais de um princípio.



**Figura 5 – Adaptado de Ghinato (1994, p.147, figura 23) com a legenda “Estrutura do Sistema Toyota de Produção Segundo Monden (1984, p.2). É preciso fazer a ressalva de que Monden apresenta no original a legenda “Custo, quantidade, qualidade e mão-de-obra são as melhorias do Sistema Toyota”, não chamando de estrutura**

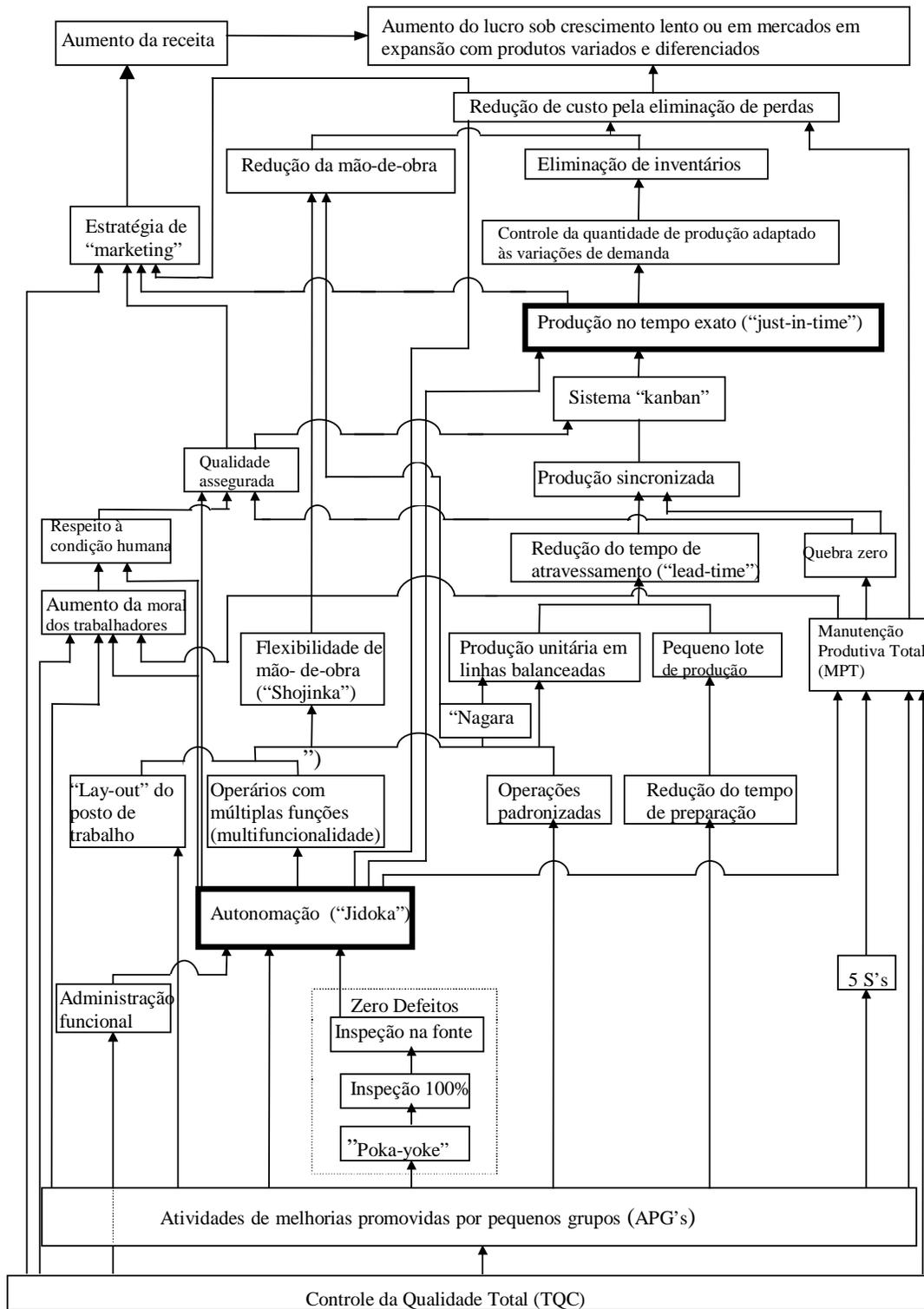


Figura 6 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção por Ghinato

Fonte: adaptado de Ghinato (1994, p.148, figura 24)

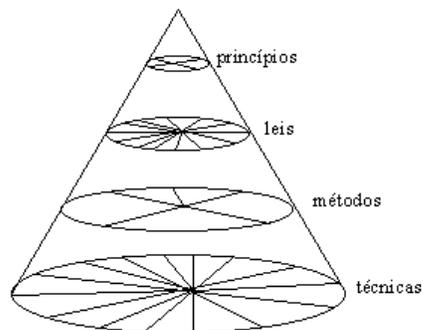
### **5.3 Terceiro passo: Elaboração da teoria**

Este terceiro passo faz parte da proposta do capítulo 4, que contempla a construção de uma abordagem para avaliar a consistência teórico-prática de um sistema produtivo. A necessidade deste passo, na aplicação feita ao Sistema Toyota, ficou visível na análise feita nos itens 5.1.2 a 5.1.5. Destacou-se o fato de que os diversos autores, inclusive, um mesmo autor em diversos pontos de sua obra, atribui a determinado elemento do Sistema Toyota, as mais diversas posições em classificações que não são explicadas. Isto é abster-se de definir a natureza do elemento e, também, omitir-se quanto à posição deste numa estrutura relacional, que é uma das características essenciais de um sistema teórico.

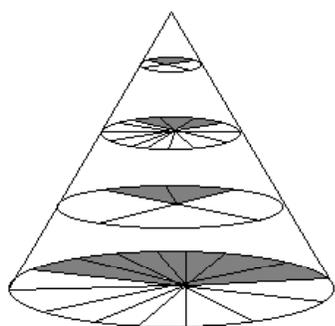
Então, neste item 5.3 busca-se a elaboração de uma teoria a partir dos elementos do Sistema Toyota identificados na literatura.

A teoria tem sua estrutura mostrada na figura 7, onde a primeira parte (7a) apresenta a estrutura genérica do sistema e as demais (7b a 7e) são dedicadas, cada uma, a um dos princípios que sustentam o Sistema Toyota. As figuras 8 a 11 apresentam, na forma esquemática, cada princípio, explicitando as leis que dele derivam e os métodos e técnicas necessários à sua implementação. O texto explicita o conteúdo, enquanto as figuras 7 a 11 permitem uma visualização das relações entre os elementos. Nas descrições surgem os conceitos que, ao final, serão consolidados no item 5.3.5.

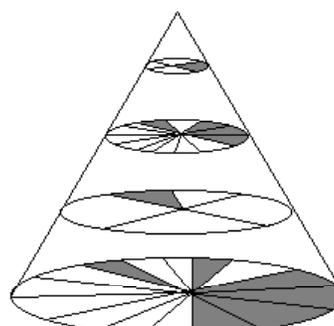
Na Figura 7, o Sistema Toyota de Produção foi representado com os seus princípios no extremo superior, por apresentarem o maior grau de abstração. Na medida em que se procura percorrer o caminho do abstrato ao concreto, chega-se às bases da figura, que são as técnicas de operacionalização. Pode-se ver, na Figura 7, que não há uma relação de “um para um” exclusiva, ou seja, uma mesma lei pode atender a mais de um princípio, bem como um mesmo método pode atender a mais de uma lei, e uma técnica pode atender a mais de uma lei ou método. Nota-se que a distinção entre métodos e técnicas é apenas uma questão de escala de abstração; ambas descrevem passos a serem seguidos, apenas que as técnicas chegam aos detalhes de implementação.



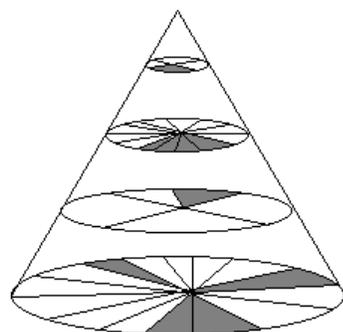
**Figura 7a – Estrutura genérica**



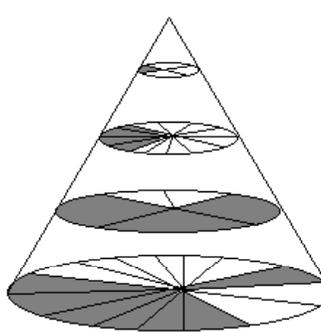
**Figura 7b – Estrutura destacando o princípio 1, leis 1 a 3, métodos 'a' e 'b', técnicas 'i' a 'vii'**



**Figura 7c – Estrutura destacando o princípio 2, leis 1, 3, 4 e 5, método 'a', técnicas 'ii', 'v', 'vii' a 'x'**



**Figura 7d – Estrutura destacando o princípio 3, leis 6 a 9, método 'b', técnicas 'ii', 'vii', 'x' e 'xi'**



**Figura 7e – Estrutura destacando o princípio 4, leis 10 a 13, métodos 'c' a 'e', técnicas 'vii', 'x' a 'xv'**

**Figura 7 – Estrutura geral do Sistema**

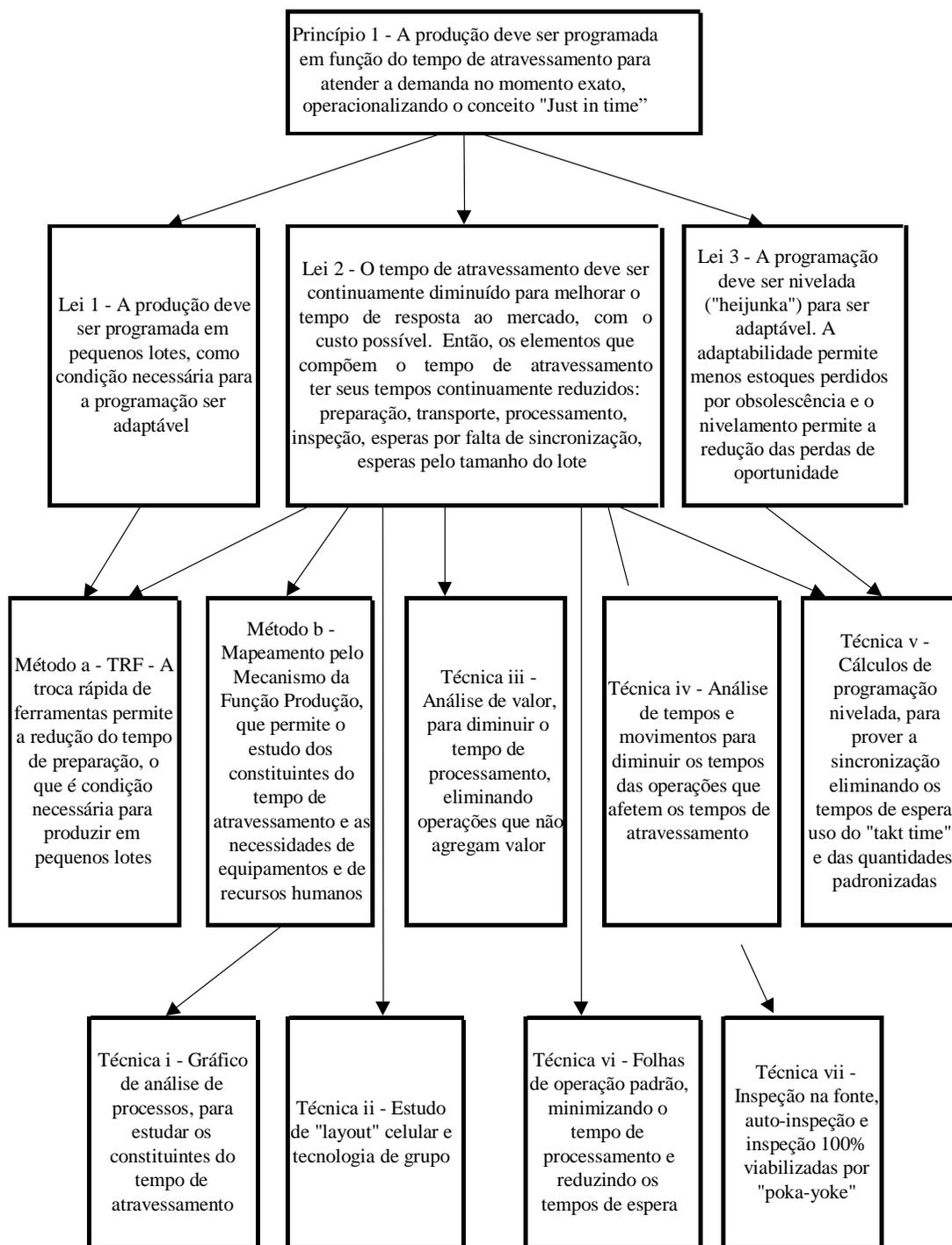
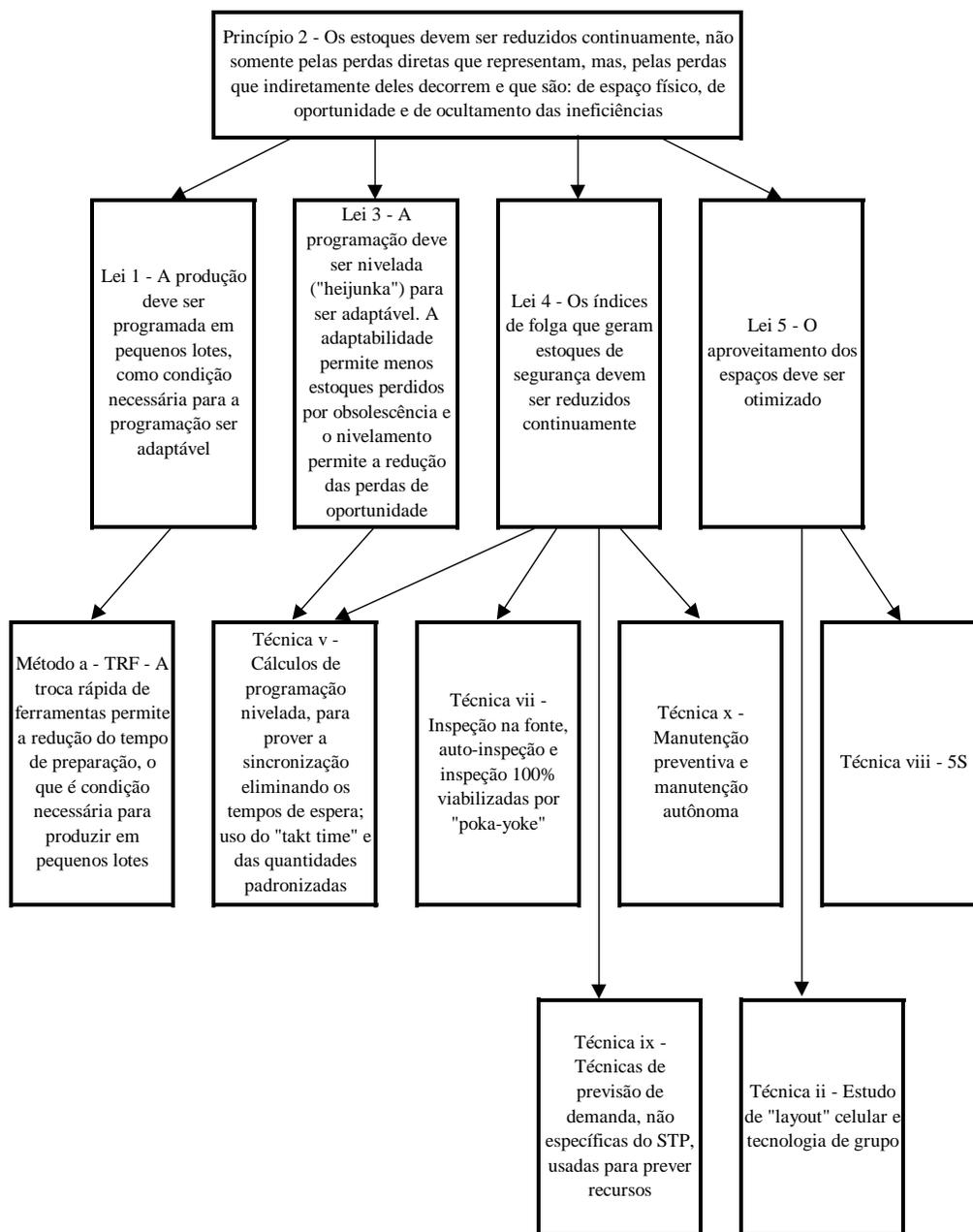
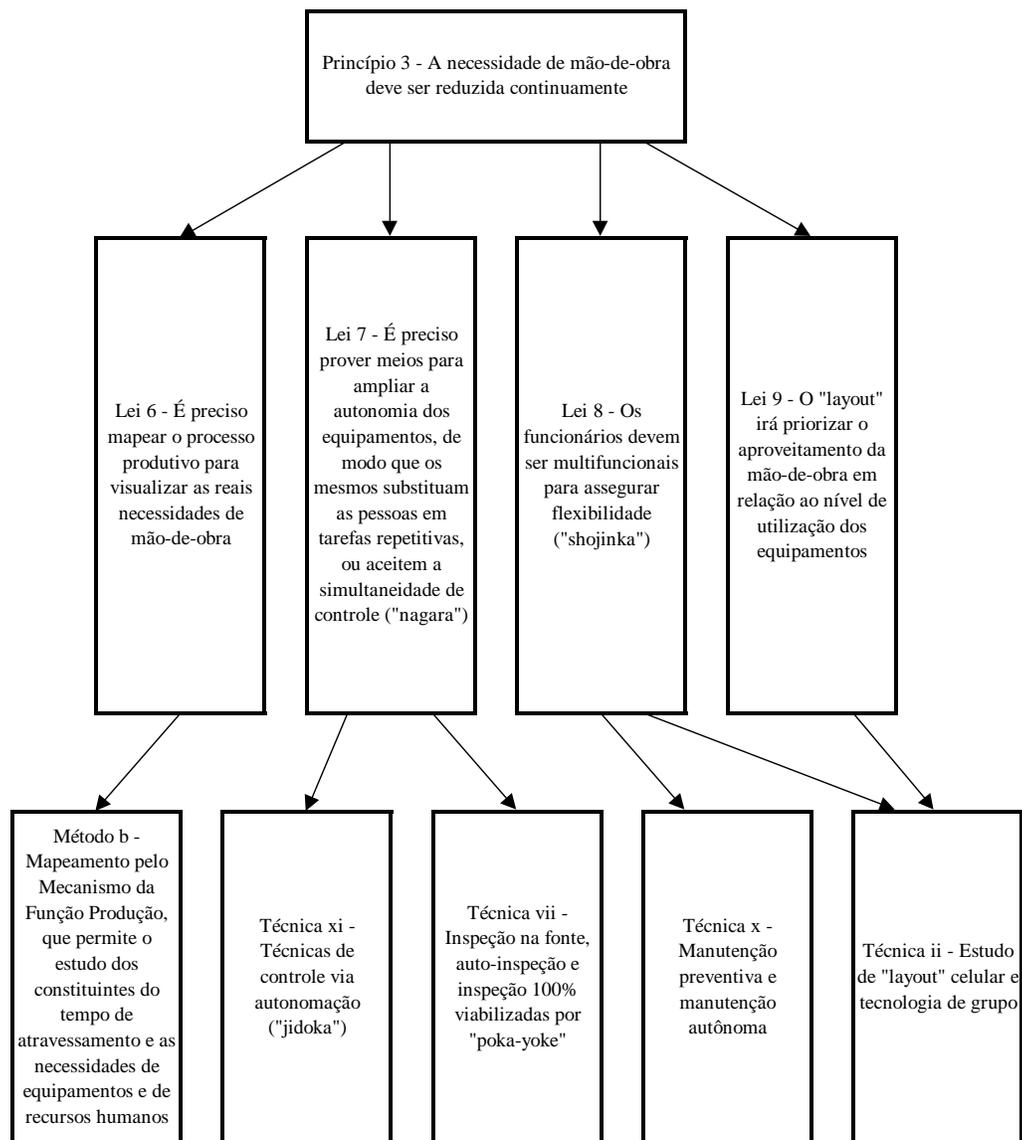


Figura 8 – Princípio 1 e as relações entre seus elementos



**Figura 9 – Princípio 2 e as relações entre seus elementos**



**Figura 10 – Princípio 3 e as relações entre seus elementos**

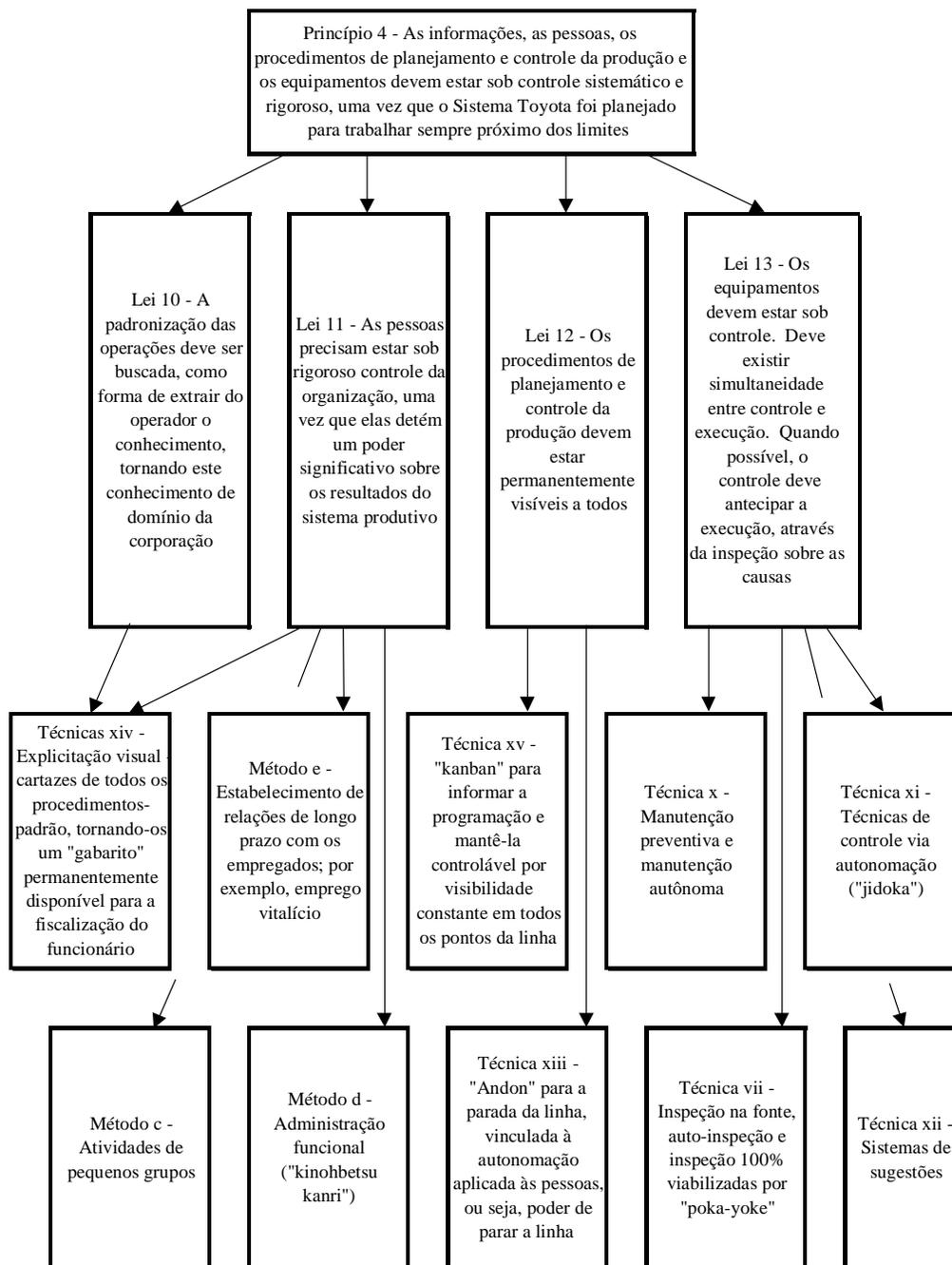


Figura 11– Princípio 4 e as relações entre seus elementos

### 5.3.1 Princípio 1

O princípio 1 diz que “a produção deve ser programada em função do tempo de atravessamento para atender a demanda no momento exato, operacionalizando o conceito *Just in time*”.

*Just in time* significa produzir as quantidades necessárias, das variedades requeridas, com a qualidade exigida e para o momento exato da demanda, sem atraso nem antecipação. Este conceito busca uma situação ideal em que a produção estaria perfeitamente sincronizada com a demanda, sem que os clientes precisassem esperar. Realizar esta sincronização, então, ficaria a cargo da produção, que deve aumentar a sua rapidez de resposta diminuindo os tempos de atravessamento.

É interessante observar que o conceito de produzir *Just in time* requer a percepção de que a demanda e a programação são fenômenos que, a priori, são independentes. A função que relacionará a “informação sobre a demanda” com a “programação da produção” é uma função artificial, criada pelos homens. Da maior ou menor habilidade de criar uma função capaz de relacionar ambas, é que derivam os resultados financeiros, de qualidade e de prazo, enfim, de satisfação dos clientes. Há, para cada situação, diferentes funções que se podem estabelecer. Porém, umas serão melhores que as outras. Ao fazer esta distinção é que os produtores percebem que está a seu cargo um papel importante. Recorrendo a um exemplo negativo, imagine-se que alguém acredite que demanda e programação estão vinculadas naturalmente, sem a intervenção do homem. Então, esta pessoa observaria a demanda e imediatamente programaria grandes lotes para atender grandes quantidades demandadas. Então, por omissão, ela estaria aceitando como verdadeira uma relação direta entre os dois fenômenos. É o que fazem aqueles que enxergam que produzir em grandes lotes está atrelado diretamente à existência de grandes massas consumidoras. Alguém pode perguntar, então, por que durante algum tempo a produção em massa teve sucesso. Para responder é preciso notar que, algumas vezes, a demanda é naturalmente mais estável, como ocorreu no auge da produção em massa. Quando isto ocorre, a programação tem tempo para se ajustar e, uma vez ajustada, funciona bem por muito tempo. Porém, quando a demanda é um fenômeno variável e imprevisível, há a necessidade de que as decisões de ‘como programar’, a partir da informação de demanda, sejam muito mais elaboradas. Veja-se a história. A percepção de independência entre demanda e programação nasceu da observação dos japoneses de que a demanda de seus mercados era diferente da demanda existente nos Estados Unidos. Kiichiro

Toyoda, em 1933, diz: “Nós aprenderemos técnicas de produção do método americano de produção em massa. Mas, nós não iremos copiá-los como são. Usaremos as nossas próprias pesquisa e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso próprio país” (OHNO, 1988). Ao estudarem o funcionamento da produção em massa, eles percebem que esta sustenta-se sobre grandes volumes de produtos e pouca variedade. O Japão precisava de um sistema capaz de gerar pequenos volumes de muitas variedades de produtos. Esta necessidade decorria das características do seu mercado interno e do fato de que continuamente ele precisava procurar novos mercados no exterior. Porém, para competir nos mercados no exterior era preciso oferecer variedade. Além disso, não havia constância neste comércio exterior, uma vez que os países freqüentemente erigiam barreiras para protegerem-se, obrigando o Japão a migrar sua atenção a outros países. Isto exigia flexibilidade em tipos e quantidades. Era preciso, então, criar uma nova função que relacionasse a demanda variada de quantidades pequenas com a programação da produção, e essa função conteria em si a operacionalização do conceito *Just in time*. A função usada pela produção em massa não servia para eles.

A partir do princípio 1, são derivadas três leis: 1) “A produção deve ser programada em pequenos lotes, como condição necessária para a programação ser adaptável”, 2) “O tempo de atravessamento deve ser continuamente diminuído para melhorar o tempo de resposta ao mercado, com o menor custo possível. Então, os elementos que compõem o tempo de atravessamento devem ter seus tempos continuamente reduzidos: preparação, transporte, processamento, inspeção, esperas por falta de sincronização, esperas pelo tamanho do lote” e 3) “A programação deve ser nivelada (*heijunka*) para ser adaptável. A adaptabilidade permite menos estoques perdidos por obsolescência e o nivelamento permite a redução das perdas de oportunidade”.

A lei 1 diz que “A produção deve ser programada em pequenos lotes, como condição necessária para a programação ser adaptável”.

A programação da produção é definir “quando” e “o que” serão produzidos e por “quem”. A demanda é a disposição para comprar. A partir disto, duas percepções são possíveis: primeiro, os tamanhos dos lotes de produção e os tamanhos dos lotes de demanda precisam ser relacionados artificialmente. Segundo: o dia em que ocorrerá a produção e o dia em que o produto será consumido precisam ser relacionados artificialmente. O Sistema Toyota de Produção percebe que uma das relações que precisa ser estabelecida artificialmente é aquela que associa a informação das quantidades demandadas à decisão das quantidades totais e aos tamanhos de lotes a serem programados. A produção em massa aparece como

uma referência de comparação. Observa-se que, historicamente, no surgimento da produção em massa, dois fenômenos ocorriam: -havia a demanda por grandes quantidades de um mesmo tipo de produto, e esta demanda se estendia por um determinado período de tempo, gerando uma monotonia. Desenvolveram-se formas de organizar a produção (em linha, com a divisão e especialização do trabalho), bastante adequadas à manufatura de um único produto. Surgiram máquinas dedicadas, com alta produtividade para a geração de um único produto. Estava elaborado um sistema de produção em que a relação entre a demanda e a programação da produção eram tais que os tamanhos dos lotes produzidos eram diretamente vinculados às quantidades que se presumia seriam demandadas. Quando Ford iniciou a produção em massa, ele conhecia a demanda existente na época. Alguns trechos deixam bem claro isso: -“Há sempre compradores, e numerosos, para qualquer produto, quando se lhes vende por preço justo o que eles desejam adquirir” (FORD, 1926, p.44). A tecnologia da época exigia que as máquinas trabalhassem com grandes lotes para apresentarem alta produtividade. O efeito de escala era aproveitado para diluir os longos tempos de preparação das grandes máquinas dedicadas em grandes lotes. Quais as perdas decorrentes desta decisão de grandes lotes? Não havia competidores habilitados, na época, para produzirem vários tipos a preços acessíveis. Havia um monopólio na produção de automóveis de preços populares. Resumindo, a produção em massa, à época do auge de Ford, admitia trabalhar com grandes lotes, porque não havia concorrência capaz de praticar preços comparáveis, porque a tecnologia disponível na época não oferecia a mesma produtividade com muitos tipos de produtos, e porque a demanda era grande e se sujeitava às condições impostas. Surgiu a concorrência e a oferta de mais tipos de carros, especialmente por inspiração de Sloan, da General Motors. A concorrência estabeleceu-se sobre as mesmas bases praticadas de grandes lotes. As perdas na escala buscavam ser compensadas pelas práticas comerciais. Alguns avanços eram feitos no desenvolvimento de projetos. O fato de haver disponíveis nos Estados Unidos grandes massas ainda com potencial de compra viabilizava os grandes lotes.

Surge o Japão e seu desejo de produzir automóveis. O Japão possuía um mercado interno restrito e que desejava vários tipos de produtos. As exportações do Japão viviam sujeitas a acordos internacionais e a imposições restritivas, que o obrigavam a manter uma persistente garimpagem de mercados. Estes mercados externos não eram homogêneos e demandavam produtos diferentes. Então, o Japão busca observar a mais eficiente forma de produzir automóveis na época e visita os Estados Unidos, conhecendo a produção em massa. Fica claro que será impossível estabelecer uma relação entre as relativamente pequenas demandas do Japão (para um único tipo) e a produção de grandes lotes deste tipo. Não havia

como auferir os benefícios de escala oferecidos pelas máquinas dedicadas, cuja tecnologia requeria grandes lotes. A única forma de estabelecer uma relação economicamente viável entre demandas relativamente pequenas e a produção era através de pequenos lotes. Porém, isso requeria desenvolver outras formas de produzir, incluindo equipamentos diferentes. Vê-se que os ganhos de escala não são intrinsecamente contestados, como se confirma ao ler Shingo (1981, p.125): “O Sistema Toyota de Produção não é uma antítese à “produção em massa”, mas, isto sim, é uma antítese à “produção em grandes lotes”. Somente estavam sendo contestados os ganhos de escala associados ao lote grande. Isto porque, se trabalhar com grandes lotes diminuía o efeito de longos tempos de preparação, ao mesmo tempo trazia o malefício da geração de estoques nas mais diversas formas (por produção antecipada, pelo tamanho do lote, etc). Já, a observação da linha de produção, por exemplo, não trazia nenhuma contradição intrínseca ao trabalho com pequenos lotes. Não poderia ser implementada tão facilmente para vários tipos de produtos quanto era para um único, mas, era viável. Para implementá-la, foi preciso criar o *kanban*.

A necessidade de programar em pequenos lotes deu ao Sistema Toyota a possibilidade de enxergar a independência dos fenômenos e ousar propor programar pequenos lotes também para grandes demandas.

O fato de programar pequenos lotes viabiliza que a programação seja adaptável. Pode se comparar a concretização da produção com a formação de uma imagem no computador. Se esta imagem é construída por muitos pontos, cada ponto representa uma pequena contribuição à figura como um todo. Apagar um “pixel” errado implica em corrigir pouca informação. Da mesma forma, mudar um lote errado implica em pouca perda. Porém, se a imagem trabalha com menos “pixels”, a imagem tem menor resolução. Um problema numa área da imagem implica numa grande perda na figura como um todo. Um problema num grande lote implica num grande problema na produção. Ainda usando o paralelo, uma imagem composta de muitos “pixels” é rica em detalhes, da mesma forma que uma programação em pequenos lotes pode ser complexa em variedades e adaptável.

O Método “a” que é a “TRF - troca rápida de ferramentas” permite a redução do tempo de preparação, o que é condição necessária para produzir em pequenos lotes. A “troca rápida de ferramentas” ou TRF é um método, uma vez que prescreve passos a serem seguidos para se obter um menor tempo de preparação. Ela não configura uma técnica, uma vez que não arbitra as tecnologias a serem usadas. É possível percorrer os passos propostos neste método operacionalizando-os com tecnologias mais ou menos sofisticadas e caras. As tecnologias podem ser desde a mais simples restrição mecânica (gabaritos, dispositivos de fim

de curso, localizadores de posição), até a complexidade de um microprocessador selecionador de ferramenta associado a posicionadores automáticos tipo “robô”.

A lei 2 diz que “O tempo de atravessamento deve ser continuamente diminuído para melhorar o tempo de resposta ao mercado, com o menor custo possível. Então, os elementos que compõem o tempo de atravessamento devem ter seus tempos continuamente reduzidos: preparação, transporte, processamento, inspeção, esperas por falta de sincronização, esperas pelo tamanho do lote”.

A programação da produção deve ser apta, capaz de atender os prazos de entrega demandados, mantendo a qualidade e o preço competitivos, sem antecipar a produção. O foco é alcançar o conceito de *just-in-time* pela redução do tempo de atravessamento.

Shingo (1981, p.54) tem uma explicação detalhada sobre as condições necessárias para que os prazos de entrega sejam atendidos pela programação. Shingo chama de D (“delivery”) o intervalo de tempo que separa o instante da confirmação do pedido do instante da entrega do produto. Ele chama de P (“production”) o tempo que decorre desde que é disparada a produção (via programação) até o momento que em o produto é acabado. P é o tempo de atravessamento. O intervalo D não está sob controle do produtor, sendo estabelecido pelo comprador; é o tempo que este comprador está disposto a esperar. O comprador observa o mercado e os prazos apresentados pelos diversos produtores para decidir qual o tempo D aceitável.

O intervalo P, por outro lado, está ou deveria estar sob o controle do produtor. O instante de disparo da produção é fixado arbitrariamente, e o tempo que decorre a partir deste é o tempo de atravessamento, dependente do fluxo de produção. O potencial do fluxo de produção resulta, por sua vez, de diversos elementos inter-relacionados, entre eles: o tempo de preparação, os tamanhos de lotes de transferência, o balanceamento e o sistema usado para informar a programação. Aceita-se, para fins de divisão da análise, que a qualidade e a confiabilidade do produto e do processo são adequadas. O fluxo de produção que resulta pode gerar duas situações. Na primeira situação, P é maior do que D, o que significa que é impossível atender os prazos de entrega sem incorrer em antecipação da produção à confirmação do pedido. Quando se executa tal antecipação, há vários riscos de perda e há perdas concretas. Os riscos estão associados à possível obsolescência do produto, à não confirmação da demanda e à perda de oportunidades de produção. As perdas inevitáveis são aquelas associadas à necessidade de se antecipar o investimento dos recursos ao momento em que estes efetivamente seriam necessários se consideradas somente as restrições externas. O Sistema Toyota aceita somente as restrições externas, considerando as restrições internas

como desafios de melhoria. Na segunda situação,  $P$  é menor ou igual a  $D$ . Isto significa que o produtor pode esperar a confirmação da demanda para disparar a produção. Cabe ressaltar que, ao se fazerem as explicações teóricas, apenas as situações limite são exploradas, pois o objetivo é a compreensão. Fica claro que existem situações intermediárias. Por exemplo, uma produção pode precisar antecipar parcialmente a produção, preferencialmente nos processamentos que não geram diferenciação, e disparar os processos que configuram o tipo do produto para o momento em que se confirma a demanda. É o caso, em automóveis, de antecipar a produção de chassis e motores de uso comum, esperando os pedidos para disparar a produção do carro modelo Opala ou Caravan, e, numa pizzaria, de confeccionar as bases de massa e deixar para disparar a produção somente quando o cliente solicita uma calabresa ou napolitana.

Produzir sem antecipação nem atraso é implementar o conceito de produzir *just in time*, o que só é possível atuando sobre os elementos que afetam  $P$ , ou seja, o tempo de atravessamento. Como o Sistema Toyota analisa a produção sob a ótica de rede de processos e operações, a análise associada ao tempo de atravessamento é a análise de processo. A inteligência desta análise de rede consiste exatamente no fato de que ela também considera as operações quando estas estão afetando o fluxo de processamento, logo, o tempo de atravessamento. Então, cada uma das operações (processamento, inspeção, transporte, espera) pode estar contribuindo para o tempo de atravessamento ou não; cabe a análise individual. Já, os mesmos quatro fenômenos (processamento, inspeção, transporte, espera), estando no eixo dos processos, necessariamente afetam o tempo de atravessamento.

Inicialmente, o método “b” que é o “Mapeamento pelo Mecanismo da Função Produção”, permite o estudo dos constituintes do tempo de atravessamento. O aprimoramento da produção passa pelo mapeamento da mesma e posterior análise. O Sistema Toyota recomenda que a produção seja mapeada tendo como modelo teórico o chamado “Mecanismo da Função Produção”, que explica a produção como uma rede de processos e operações. Os processos são o fluxo do objeto da produção transformando-se de matéria-prima em produto ao longo do tempo e do espaço simultaneamente. As operações consistem do fluxo dos sujeitos da produção (homens e máquinas) ao longo do tempo e espaço. A explicação detalhada de tal modelo teórico é apresentada recorrentemente em Shingo (1981, p.3) e Shingo (1988, p.4). Shingo afirma que há uma diferença conceitual fundamental entre a sua compreensão e a compreensão do Ocidente sobre o que sejam processos e operações:

“Hoje, na Europa e Estados Unidos, o relacionamento entre processos e operações é tipicamente definido como segue: os processos são as macro unidades de análise da produção; as operações são as micro unidades na análise da produção. O Oeste,

então, acaba imaginando que os processos e operações sejam fenômenos que se sobrepõem num mesmo eixo. Como um resultado, mesmo no Japão alguns livros de administração de produção explicam a classificação dos processos e operações como dependente somente no tamanho da unidade de análise. Pode se ver aonde isto conduz. Algumas pessoas pensam que a produção como um todo poderia ser melhorada desde que fossem melhoradas as pequenas unidades de análise – as operações. Desenvolveu-se a obscura noção de que os processos melhorarão se as operações forem melhoradas, uma vez que os primeiros são o agrupamento das últimas” (SHINGO, 1988, p.5).

Uma explicação possível para o equívoco de se acreditar que melhorias locais da produção automaticamente conduzam a melhorias globais pode ser buscada na produção em massa. Na realidade inicial da produção em massa, a simplicidade decorrente da organização em linhas dedicadas a um único produto fazia com que, ao se entrar na planta, fosse possível enxergar fisicamente o fluxo do objeto da produção. Essa simplicidade permitia que operações gargalo fossem facilmente identificadas, ou seja, era visível o fluxo de transformação de materiais em produtos, os tais “processos” de Shingo. O próprio mapeamento segundo o Mecanismo da Função Produção, se fosse aplicado, conduziria a uma simplificação que chegaria quase ao eixo simples onde os ocidentais sobrepunham processos e operações de que Shingo falou. Se quanto ao mapeamento a realidade era relativamente simples, a análise também era reduzida a uma menor complexidade. Maximizar a produtividade das máquinas e pessoas conduzia a bons resultados, mesmo que o foco principal fosse os bens. Se o equívoco não causava maiores danos a uma realidade simples, o mesmo não ocorreria na nova realidade de demandas variadas. Entrando numa planta, o que se via eram as máquinas e pessoas trabalhando. Mas, impossível saber se um operário ou máquina estava trabalhando num Mercedes modelo C180 ou E320, ambos em produção naquele dia. As operações (sujeitos da produção atuando) eram visíveis. Os processos, porém, já não mais dispostos em linhas físicas, não eram visíveis a olho nu. Era preciso criar um mapa; desenhar no papel o processo de transformação do objeto de produção. Esse mapeamento do processo de produção tornava possível às pessoas retornarem a análise da produção ao seu foco natural: o objeto da produção, ou seja, o bem fabricado. Essa era a recomendação de Shingo. Shingo (1988, p.5) detalhou a análise de processos e operações, apoiando-se, para o desenvolvimento de sua teoria, nos quatro fenômenos identificados por Gilbreth: processamento, inspeção, esperas e transportes. Os detalhamentos são vistos em Shingo (1981) nos capítulos 2 e 3. Uma vez feito o mapeamento da produção, obtém-se a rede de processos e operações. O mesmo autor afirma que as melhorias mais significativas obtidas na produção serão aquelas que partirem de uma análise de processo. Se a análise de processo é aquela que tem em seu foco o produto em transformação, e, se o sistema capitalista busca resultados associados aos produtos, parece

razoável que esta análise tenha prioridade. A análise de operações, por sua vez, vem num segundo momento, já que seu foco está nas pessoas e equipamentos. Mas, dado que se trata de uma rede, nada impede que em determinados momentos a melhoria das operações acarrete a melhoria de processos. A análise de processo implicará na análise dos quatro fenômenos constituintes da produção (processamento, espera, inspeção, transporte).

A técnica “i” ou “Gráfico de análise de processos” auxilia a mapear tais constituintes. Shingo (1981, p.9, figura 2) apresenta “um exemplo de análise de um processo prático”. A figura apresentada por Shingo consiste num gráfico de análise de processos. Neste gráfico, há o fluxograma descrevendo o processo de produção de uma determinada peça, usando símbolos representando os fenômenos de processamento, inspeção, espera e transporte. As colunas paralelas ao fluxograma da peça contêm as informações de tempos, distâncias, tamanhos de lote, equipamentos usados, operadores, produto ao qual a peça pertence, etc. Ou seja, o preenchimento da folha é uma técnica de mapeamento da produção que requer um conjunto bastante completo de informações. A técnica peca por não propor explicitamente os passos de coleta de dados para o preenchimento. Pode se depreender que as tecnologias usadas para a implementação desta técnica sejam bastante simples, tais como observação visual e cronometragem. Deve auxiliar na análise do fluxo, abrangendo os quatro fenômenos da produção.

O método “a” que é a “troca rápida de ferramentas” permite a redução do tempo de preparação que faz parte da operação e que pode afetar o tempo de atravessamento.

O transporte pode ter seu tempo reduzido com o auxílio da técnica “ii” que é o “Estudo de *layout* celular e tecnologia de grupo”. Através de modificações no *layout* pode se reduzir o trajeto a ser percorrido. Após, pode ser feito uso equipamentos que acelerem o percurso do trajeto. O trajeto é elaborado para permitir o fluxo mais simplificado possível. Os estudos de *layout*, no Sistema Toyota, visam melhorar o transporte e o fluxo, mas consideram fortemente o aproveitamento da mão-de-obra.

O processamento naturalmente afeta o tempo de atravessamento, pois ocorre exatamente sobre o objeto da produção, e pode ser melhorado pela técnica de análise de valor – técnica “iii”. A Análise de Valor estuda o produto em si e quais os processamentos que este deve sofrer. Shingo (1988, p.313) trata da análise de valor, mas é sabido que a mesma foi desenvolvida nos Estados Unidos, na época da Segunda Guerra Mundial, por Lawrence Miles, na General Electric.

Quanto à inspeção, ela afeta o tempo de atravessamento tanto pela sua duração (diretamente proporcional) quanto pela sua eficácia (inversamente proporcional). Quanto

mais eficaz a inspeção, menor o tempo de atravessamento, uma vez que não haverá retrabalhos ou refugos, permitindo, assim, uma programação fluida. A técnica “vii”, ou “Inspeção na fonte, auto-inspeção e inspeção 100% viabilizadas por *poka-yoke*, é responsável por reduzir os tempos associados à inspeção. O conceito de *poka-yoke* consiste em garantir a realização de determinada atividade impedindo falhas ou erros. O conceito é permanentemente associado à operacionalização na forma de dispositivos com tecnologias de implementação barata. Se as inspeções via *poka-yoke* incorporam os passos específicos de uma ação e ainda recomendam a tecnologia de implementação elas preenchem os requisitos para serem chamadas de técnica. A técnica de inspecionar via *poka-yoke* operacionalizou avanços conceituais importantes a respeito da inspeção em si. Quanto à etapa do processo em que ela deve ser realizada, vigorava o conceito primitivo da inspeção por julgamento, que ocorria quando o produto já havia sofrido o processamento; aceitava-se ou rejeitava-se o produto. Um aprimoramento foi a inspeção informativa, que, embora ainda ocorresse pós processamento, tinha a função de parar o processo e disparar uma informação do defeito para que a etapa geradora do mesmo efetuasse as correções. As duas anteriores eram reativas. O avanço maior ocorreu quando o enfoque passou a ser pró ativo, com a inspeção na fonte. Esta consiste em inspecionar e garantir que os ajustes e regulagens de equipamentos, ou, por outro lado, que os procedimentos das pessoas ocorram em conformidade com os padrões que conduzirão à boa qualidade. Por exemplo, um elástico precisa ter uma capacidade de aumentar seu tamanho em 33%. Sabe-se, por estudos, que o equipamento de fabricação somente conseguirá conferir esta elasticidade se estiver trabalhando sob condições de umidade do ar entre 60% e 80%. Ao invés de inspecionar a elasticidade, inspeciona-se o ajuste da umidade da sala e garante-se a qualidade na fonte. Conceitualmente, a inspeção foi modificada também quanto ao sujeito. Ou seja, ao invés de ser realizada pelo processo seguinte – inspeção sucessiva – ela passa a ser realizada pelo próprio processo – auto-inspeção. O que permitiu eliminar o efeito psicológico do sujeito inspecionar seu próprio trabalho foram os dispositivos *poka-yoke*. Outra mudança foi em relação às quantidades inspecionadas. Deixa-se a amostragem pela inspeção 100%. Esta técnica atua sobre a duração da inspeção e também sobre o fluxo por garantir a qualidade. É a qualidade assegurada que permite que a programação seja enxuta, ou seja, com reduzidos estoques de proteção e de antecipação.

A técnica “iv” ou “análise de tempos e movimentos” ajuda a diminuir os tempos das operações que afetem os tempos de atravessamento. A análise de tempos e movimentos, de Taylor e dos Gilbreth’s, é recomendada para que, posteriormente, possam ser elaboradas as

operações padronizadas. Deve auxiliar na análise do fluxo sob o enfoque de operação. Desde que a operação faz parte da rede, melhorias nela podem conduzir a melhorias no processo.

A técnica “vi” ou “folhas de operação padrão” diminui os tempos de operação que podem estar afetando o tempo de processamento.

Finalmente, as esperas também contribuem na formação do tempo de atravessamento. As “esperas devido ao lote inteiro” esperando o processamento resultam do desbalanceamento e as “esperas devido ao tamanho do lote” resultam do tamanho do lote de transferência. O Sistema Toyota também percebe que os conceitos de lote de produção e de lote de transferência são essencialmente diferentes. Esta percepção gera opções de decisão de tamanhos diferentes entre estes lotes. Uma peça cujo lote de transferência é de mesmo tamanho que o lote de produção terá somados ao seu tempo de atravessamento, não somente o seu tempo de processamento, mas, também, os tempos de processamento das demais peças de seu lote de produção. Já, no outro extremo, uma peça cujo lote de transferência seja unitário, terá somada a seu tempo de atravessamento somente o seu próprio tempo de processamento. É importante perceber que, no primeiro caso, em que lotes de processamento e de transferência são de mesmo tamanho, estará se incorrendo na geração de um tipo de estoque chamado de “estoque devido ao tamanho do lote”.

Para atuar sobre as esperas devido ao desbalanceamento, faz-se uso da técnica “v” ou “cálculos de programação nivelada”. Através desses cálculos, é possível prover a sincronização que elimina os tempos de espera. O uso do "takt time" e das quantidades padronizadas, além da técnica “vi” ou “folhas de operação padrão” auxilia a reduzir os tempos de espera.

A lei 3 diz que “A programação deve ser nivelada (*heijunka*) para ser adaptável. A adaptabilidade permite menores estoques perdidos por obsolescência e o nivelamento permite a redução das perdas de oportunidade”.

O Sistema Toyota, para ser mais flexível, precisa ter uma programação adaptável a mudanças na demanda ao longo do tempo. Para que ele possa usar um controle retroativo para adaptar a programação, é preciso que ela seja intrinsecamente adaptável e que disponha de uma técnica capaz de informar a adaptação, no caso, o *kanban*.

Para que se alcance uma programação adaptável é preciso gerar originalmente um programa nivelado, o que é obtido com a técnica “v” ou “cálculos de programação nivelada”. A programação nivelada da Toyota consiste numa distribuição de cada um dos tipos a serem produzidos de forma equidistante ao longo das horas de trabalho disponíveis. Se cada tipo fosse representado por uma pedra colorida diferente, a sobreposição dos diversos tipos

mostraria um colar simétrico, onde as pedras em maiores quantidades apareceriam mais freqüentemente. O corte de qualquer parte do colar mostraria a cadeia que representa o todo. Assim, em qualquer momento da montagem do colar, se houvesse necessidade de criar nova figura, haveria disponibilidade de peças de todos os tipos para serem usadas (nessa nova figura). Já, num colar em que todas as pérolas fossem agrupadas e usadas juntas, todos os rubis fossem usados juntos, enfim, em que cada tipo estivesse andando em grupos, qualquer mudança ao longo da confecção do colar exigiria desprezar determinado tipo de pedra e adquirir novas pedras para criar uma figura, ou perder em capacidade de criar figuras. A produção nivelada é explicada com detalhes em Monden (1984, p. 31). Ela requer pequenos tempos de preparação para ser viável produzir em pequenos lotes. Na produção real, as pequenas cadeias de seqüência do “colar” precisam ser calculadas via algoritmos de complexidade considerável, normalmente implementados computacionalmente (ver Monden, 1984, p.107).

A programação deve ser determinada pela demanda a partir de um controle inteligente. O controle no sentido direto é a programação nivelada em si. O controle de realimentação é a adaptação. Porém, não somente a programação precisa ser sujeita a ser refeita. A forma como esta programação é informada à produção também precisa ser de tal natureza que possa ser modificada ao longo do dia. Isso é feito via *kanban*.

Uma produção que tem menor tempo de atravessamento, e, conseqüentemente, menor tempo de resposta, e que é adaptável em quantidades e momentos, é mais flexível sob variadas condições de demanda. O Sistema Toyota de Produção, ao elaborar uma forma de produzir pequenos tempos de atravessamento, rapidez de resposta e possibilidade de adaptação, percebe que esta é uma forma flexível, em termos de programação. É claro que estas vantagens somente serão desfrutadas para produtos novos se houver a correspondente capacidade de projeto.

É interessante notar que grandes quantidades demandadas podem ser produzidas tanto em pequenos como em grandes lotes, com menores ou maiores perdas. Já, para pequenas quantidades sob condição de livre concorrência, não há escolha; é preciso trabalhar em pequenos lotes, com reprogramação rápida e flexível, o que somente é possível com pequenos tempos de atravessamento. Sob condição de monopólio, as perdas ainda existem, mas, são pagas pelos consumidores.

### 5.3.2 Princípio 2

O princípio 2 diz que “Os estoques devem ser reduzidos continuamente, não somente pelas perdas diretas que representam, mas, pelas perdas que indiretamente deles decorrem e que são: de espaço físico, de oportunidade e de ocultamento das ineficiências”.

Os estoques de proteção podem e devem ser eliminados uma vez que sua única razão de ser é o encobrimento de ineficiências. São compreendidos como estoques de proteção, todos aqueles cuja função pode ser eliminada com o aumento da eficiência da produção. O Sistema Toyota de Produção quer a eliminação dos estoques de proteção, uma vez que eles encobrem as perdas e garantem a continuidade e alastramento das mesmas. Tradicionalmente, na literatura de produção, a barreira ou pulmão gerados pelos estoques eram vistos como necessários e aceitáveis. Dias (1993, p.23) afirma que: “Sem estoque é impossível uma empresa trabalhar, pois ele funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto”. Slack et al. (1997, p.380) complementam:

“Os gerentes de produção usualmente têm uma atitude ambivalente em relação a estoques. Por um lado, eles são custosos e algumas vezes empatam considerável quantidade de capital. Também são arriscados porque itens mantidos em estoque podem deteriorar, tornar-se obsoletos ou apenas perder-se e, além disso, ocupam espaço valioso na produção. Por outro lado, proporcionam alguma segurança em um ambiente complexo e incerto” (SLACK et al., 1997, p.380).

Slack et al. (1997, p.383) falam sobre o estoque isolador deixando claro que a função deste inclui a compensação por quebras e perturbações no processo:

“De maneira similar, dois estágios em um processo de produção podem produzir exatamente à mesma taxa em média, mas o tempo de processamento individual pode variar mais além da média. Essa variação poderia ser ou por causa da variação humana natural no tempo de processar, ou, talvez, por quebras ocasionais ou outras perturbações do processamento normal. Novamente, um estoque entre os dois processos será necessário para compensar essas incertezas, se o segundo processo precisa continuar trabalhando sem interrupção” (SLACK et al., 1997, p.383).

Davis, Aquilano & Chase (2001, p.470) apresentam um item intitulado “objetivos do estoque”. Este inicia dizendo: “as organizações mantêm estoques por diversas razões”. Entre elas, a primeira é a proteção contra as incertezas, que podem vir do fornecimento da matéria-prima ou da produção. Leia-se:

“A incerteza também ocorre no processo de transformação. Aqui, os estoques em processo (ou intermediários) absorvem a variabilidade que existe entre os estágios do processo, fornecendo, desta forma, independência entre as operações e melhorando a eficiência”.

É interessante ler que “os estoques em processo absorvem a variabilidade”. É claro que eles não a absorvem. Ela continua existindo. A originalidade do Sistema Toyota de Produção foi

perceber que, ao mesmo tempo que os estoques protegem a produção de ter expostas suas feridas aos clientes, eles abafam a podridão e impedem a cura.

As tradicionais “sete perdas” do Sistema Toyota, segundo a Japan Management Association (1986, p.17), são: (1) por superprodução, (2) por espera, (3) por transporte, (4) no processamento em si, (5) por estoques desnecessários, (6) por movimentação desnecessária, (7) por fabricação de defeituosos. Destas, três têm relação direta com os estoques de proteção.

A primeira, por superprodução (quantitativa ou por antecipação), é exatamente um sinônimo de “gerar estoques de proteção quanto às incertezas de quantidades ou de momentos” de demanda pelos processos seguintes. A sétima perda, por fabricação de defeituosos, é encoberta pelos estoques de proteção. Ou seja, a superprodução (perda 1) vai compensar os defeituosos. A quinta perda, por estoque, abrange, entre outros, os estoques de proteção.

Deve ficar claro que o Sistema Toyota distingue entre os diferentes tipos de estoques. Os mais graves são aqueles que escondem as falhas do processo produtivo, e que estão completamente sob a força de definição da organização. Há, entretanto, outros tipos de estoques. Há os que decorrem de restrições intrínsecas ao material em si, relacionadas a sazonalidades; há aqueles que estão associados à otimização de meios de transporte; há outros decorrentes do poder econômico de fornecedores que impõem compras mínimas. Cada caso deve ser tratado com ações apropriadas, na medida do possível, dado que as restrições são agora externas.

É interessante observar, entretanto, que mesmo Shingo (1988, p.353) faz a ressalva de que a organização fará uso dos estoques até o momento de estar apta a responder à demanda adequadamente sem usá-los:

“Durante a implementação da produção sem estoques, manter o atual nível de inventários como um estoque de amortecimento alivia a insegurança psicológica associada à mudança e assegura uma transição suave”.

Isto mostra que há um primeiro momento, na busca permanente pela redução de estoques, em que é preciso admitir a existência dos mesmos. O primeiro avanço, então, é quantificar o tamanho do estoque. Se alguém quisesse enxergar a produção como algo “com” ou “sem” estoques, haveria contradição nas afirmações de Shingo. Elas desaparecem na medida em que a realidade impõe a continuidade entre estes dois estados absolutos.

Para apoiar o princípio 2, tem-se a lei 1, que diz “A produção deve ser programada em pequenos lotes, como condição necessária para a programação ser adaptável”. Ela vem

suportar o princípio 2 no momento em que auxilia na eliminação dos estoques em processo, diretamente pela redução do tamanho dos lotes.

O princípio 2 também é apoiado pela lei 3. Esta diz que “A programação deve ser nivelada (*heijunka*) para ser adaptável. A adaptabilidade permite menores estoques perdidos por obsolescência, enquanto o nivelamento permite a redução das perdas de oportunidade”. O nivelamento permite a redução dos estoques de antecipação que, além do risco de tornarem-se obsoletos, ocupam espaço físico.

A lei 4, que também apóia o princípio 2, diz: “Os índices de folga que geram estoques de segurança devem ser reduzidos continuamente”. Ela vem ao encontro da eliminação das ineficiências da produção, uma vez que estoques de segurança servem exatamente para amortecer impactos de ineficiência, de programação ou de operação.

A técnica “v” – “cálculos de programação nivelada” ajuda a lei 4 a reduzir os índices de folga e eliminar os estoques de segurança, uma vez que auxilia a gerar uma programação mais aproximada da demanda.

A técnica “vii”, referente a “inspeção na fonte, auto-inspeção e inspeção 100% viabilizadas por *poka-yoke*”, garante a redução de erros nos processos e a redução na geração de defeituosos.

A técnica “ix”, ou “técnicas de previsão de demanda, não específicas do STP, usadas para prever recursos” permite uma melhor quantificação do que é necessário à produção, cooperando com a redução de estoques desnecessários. Na Toyota, a informação de demanda é fruto de uma previsão de demanda inicial, que é atualizada com o passar do tempo. No momento de calcular a programação, o ideal da Toyota é que se esteja trabalhando com uma demanda assegurada. A seqüência de atualizações pode ser vista em Monden (1984, p. 32 e 124). Monden (1984, p.31) diz:

“A primeira fase mostra a adaptação às variações de demanda mensal durante um ano (adaptação mensal). Já, a segunda fase mostra a adaptação às variações de demanda diária durante um mês (adaptação diária). A adaptação mensal é atingida pelo planejamento da produção mensal: a preparação de um plano mestre de produção programando o nível médio diário de produção em cada processo da fábrica. A programação de produção mestre é baseada em uma previsão de demanda de três meses e em uma previsão de demanda mensal. A próxima fase, adaptação diária, é feita pelo despacho da produção diária. Aqui está o papel do sistema *kanban* na produção nivelada, a expedição da produção diária somente pode ser atingida através do uso de um sistema de “puxar”: o *kanban* e uma seqüência. Somente quando um programa de seqüência é preparado para os modelos mistos da linha de montagem é que a Toyota pode fazer retiradas niveladas de seus fornecedores e submontadoras”.

Uma vez definida a demanda para o dia, é feita a programação da produção, apoiada em pesados algoritmos e em recursos computacionais. MacMullen, Tarasewich e Frazier (2000),

por exemplo, propõem o uso de algoritmos genéticos para o problema de seqüenciamento em ambientes *Just in time*.

Finalmente, a técnica “x” – “Manutenção preventiva e manutenção autônoma”, ao atuar reduzindo as quebras de máquinas, permite que se alcance a redução dos estoques de segurança.

Pela lei 5 “o aproveitamento dos espaços deve ser otimizado”. Ela vem dar suporte ao princípio 2, na medida em que permite a compreensão de que altos índices de folga são responsáveis por uma ocupação maciça de espaços físicos. É difícil para pessoas que nasceram num país de dimensões de um continente, como o Brasil, compreender o valor atribuído ao espaço físico em si no Japão. Porém, no país da Toyota, este é um elemento determinante nas tomadas de decisão.

As técnicas “viii” – “5S” e técnica “ii” – “estudos de *layout* e tecnologia de grupo” também vem ao encontro da eliminação de desperdício de espaço e de aprimoramento da organização como forma de melhorar o desempenho da produção. Melhor desempenho significa menor necessidade de estoques de segurança.

### 5.3.3 Princípio 3

O Princípio 3 diz que “A necessidade de mão-de-obra deve ser reduzida continuamente”.

A necessidade de mão-de-obra deve ser reduzida uma vez que a Toyota trabalha com o conceito de emprego vitalício e remuneração proporcional ao tempo de trabalho. Estes são elementos que conduzem ao aumento do custo dos recursos humanos, implicando na necessidade de uma forte racionalização do uso do trabalho humano.

Este princípio tem origens e manutenção culturais e históricas. A história da Toyota mostra que em abril de 1950 iniciou-se uma disputa de 3 meses com a mão-de-obra sobre a redução da força de trabalho, seguida pela renúncia do presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, que assumiu a responsabilidade pela greve (OHNO, 1997).

“Os empregados remanescentes receberam duas garantias. Uma foi o emprego vitalício; a outra, pagamentos gradualmente crescentes, conforme o tempo de serviço, e não a função específica no emprego, e vinculados à rentabilidade da companhia pelo pagamento de bônus” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.45).

Por outro lado,

“os empregados também concordaram em ser flexíveis na atribuição das tarefas e ativos na promoção dos interesses da companhia”.

“De volta à fábrica, Taiichi Ohno se deu conta das implicações desse compromisso histórico: a força de trabalho se transformara num custo fixo tanto quanto, a curto

prazo, a maquinaria da companhia, e, a longo prazo, o que era ainda mais importante” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.45).

O conceito de emprego vitalício, conforme Ghinato (1994, p.29), é o seguinte: “a empresa garante aos seus funcionários a permanência para toda a vida na empresa (na verdade, até a idade da aposentadoria), enquanto, em contrapartida, exige lealdade, dedicação e maior flexibilidade funcional.

Ouchi (1986, p.55) explica o emprego vitalício:

“A orientação holística das organizações japonesas tem origem tanto no acaso histórico como nas forças sociais e culturais subjacentes. Segundo uma opinião comum, o acaso histórico é que a industrialização invadiu o Japão depois de ter sido mantida fora durante décadas pelo sistema político feudal. As empresas foram forçadas a construir fábricas nas proximidades das vilas onde podiam recrutar trabalhadores. Sem a urbanização longa e gradativa da Europa, o Japão se defrontou com o rápido avanço da industrialização, tendo uma população rural esparsamente distribuída. Cada fábrica enviava recrutadores às aldeias, pedindo às mães e pais que mandassem seus filhos trabalhar na fábrica que ficava a trinta ou cinquenta quilômetros de distância. Os pais aldeões, que amavam seus filhos, simplesmente não os liberavam para que fossem viver e trabalhar em um lugar estranho. As empresas tiveram de construir dormitórios, fornecer refeições saudáveis e garantir aos pais que seus filhos receberiam formação moral, intelectual, física e doméstica, o que os prepararia para a vida. No caso das moças, a empresa dispunha de treinamento em prendas domésticas necessárias a uma jovem esposa. Neste ambiente, não era possível envolvimento parcial, nenhum vínculo provisório, tênue, entre a empresa e o empregado. Em lugar disso, era um relacionamento completo que se formava entre o empregado e o empregador”.

Ouchi (1986, p.56) trata ainda do impacto das fortes relações existentes no trabalho: “As pessoas que vivem no dormitório de uma empresa, que jogam em sua equipe de beisebol, que trabalham juntas em cinco comitês diferentes, e sabem que a situação continuará sendo essa pelo resto de suas vidas, desenvolverão um relacionamento único”.

Cabe destacar que os recursos humanos no Japão da época de surgimento do Sistema Toyota se distinguiam entre os empregados fixos (que usufruíam os benefícios citados acima) e os empregados temporários. O fato de se estar tratando de uma mão-de-obra de caráter permanente viabilizava fortes investimentos em educação e treinamento, trazia à tona a identificação da pessoa com a empresa, tornava o empregado leal e comprometido. A existência de corporações fortemente relacionadas permitia a transferência de empregados permanentes entre diversas empresas do mesmo grupo, sem que houvesse demissão.

O enunciado deste princípio ressalta que a “necessidade” da mão-de-obra deve ser reduzida. Isto é muito diferente da mão-de-obra ser reduzida (há sempre a ressalva das categorias temporárias). O Sistema Toyota apóia-se significativamente em características como cooperação, comprometimento e lealdade do ser humano. Estas somente são obteníveis

num contexto em que a mão-de-obra permanente, ou seja, as pessoas, não serão demitidas. Monden (1984, p. 33) diz:

“Por outro lado, se a demanda diminui a adaptação é consideravelmente mais difícil, mas as etapas podem ser alcançadas. Em processos de fabricação de peças, o número de máquinas manuseadas por operários simples aumenta porque os operários temporários são demitidos. Na linha de montagem, o ciclo de tempo aumenta até reduzir a quantidade de demanda. Como então a mão-de-obra excessiva pode ser utilizada? A Toyota acredita que é melhor os operários “descansarem” do que produzirem estoques desnecessários. Os exemplos seguintes são de atividades que podem ser organizadas durante um período de baixa: transferência de operários para outras linhas, redução nas horas extras, reuniões de círculos de controle de qualidade, praticar ações de trocas de ferramentas, melhorar as ferramentas e instrumentos, manutenção na fábrica e fabricação de peças que são adquiridas de fornecedores”.

O trecho citado ilustra tanto a separação entre operários temporários e vitalícios, como a não demissão dos vitalícios. Cabe acrescentar que, a existência de corporações interligadas permite a transferência de empregados entre empresas relacionadas.

A busca deste princípio apóia-se na aplicação de diversos conceitos: autonomia, separação homem-máquina, *poka-yoke* e multifuncionalidade.

A lei 6 diz que “É preciso mapear o processo produtivo para visualizar as reais necessidades de mão-de-obra”. Este mapeamento é feito com o auxílio do Método “b”, ou seja, o mapeamento pelo Mecanismo da Função Produção.

A lei 7 diz que “É preciso prover meios para ampliar a autonomia dos equipamentos, de modo que os mesmos substituam as pessoas em tarefas repetitivas, ou aceitem a simultaneidade de controle (*nagara*)”.

Ela é implementada pela técnica “xi” ou “técnicas de controle via autonomia (*jidoka*)”. O conceito de autonomia deve ser embutido nas máquinas, pois este é um dos elementos que viabiliza o conceito de separação homem-máquina. Autonomia significa dotar as máquinas com a capacidade de detectarem e reagirem a determinadas condições. Então, nestas condições específicas, as máquinas passam a ter um grau de “autonomia”, ainda que pré-estabelecido, e torna-se viável a separação homem-máquina. A Japan Management Association (1986, p. 17), ao tratar da “sexta perda” identificada pelo Sistema Toyota – a perda por espera – diz:

“A perda por espera é criada quando um trabalhador fica ocioso servindo como o fiscal de uma máquina automatizada ou quando um trabalhador não pode fazer nada construtivo manualmente porque a máquina está operando” (JMA, 1986, p.17).

Vê-se, então, que o uso da autonomia elimina esta perda. Ainda, Shingo (1988, p.391) diz:

“Sendo necessário escolher, as taxas de operação das máquinas são sempre sacrificadas com o objetivo de eliminar os tempos de espera dos trabalhadores no Sistema Toyota de Produção. O raciocínio básico é que as máquinas ficam livres de

custos após a depreciação, mas, os trabalhadores precisam ser pagos para sempre e com salários que crescem com o passar do tempo”.

“O Sistema Toyota de Produção não considera a diminuição nas taxas de operação das máquinas como um sério problema; a prioridade é dada à eliminação da inatividade humana. Nas chamadas “sete perdas”, uma atenção significativa é dada às perdas que ocorrem quando as pessoas ficam ociosas esperando” (SHINGO, 1988, p.391).

O Sistema Toyota sugere que a implementação da autonomia deva ser feita com tecnologias que permitam a criação de dispositivos baratos. Compara, então, a autonomia com a automação. Esta última, no limite, torna a máquina independente do homem, mas requer tecnologias cuja implementação tem um custo infinitamente mais alto do que a primeira. A idéia da autonomia é atribuída a Sakichi Toyoda, que, em 1901, inventou um tear que possuía a capacidade de parar sob duas condições: quando a quantidade desejada de tecido havia sido alcançada ou quando um fio se rompia. Na primeira condição, o tear devia parar por já ter produzido o que era desejado. Na segunda condição, a parada do tear impedia a produção de um tecido defeituoso. Monden (1984, p.1) diz:

“Autonomia (*Jidoka* em japonês) pode ser livremente interpretada como controle autônomo de defeitos. Ela apóia o *just in time* por nunca permitir que unidades defeituosas de um processo sigam o fluxo e atrapalhem o processo subsequente”.

Ainda Monden (1984, p.5 e 6):

“Autonomia significa construir num mecanismo um meio para prevenir materiais defeituosos na produção em massa, em máquinas ou linhas de produtos. A palavra Autonomia (em japonês *Ninben-no-arui Jidoka*, que freqüentemente é abreviada para *Jidoka*), não é Automação, mas a verificação autônoma de irregularidades no processo. O controle autônomo é um mecanismo no qual um dispositivo de parada automática é fixado. Nas fábricas da Toyota quase todas as máquinas são autônomas, tanto que defeitos na produção em massa podem ser prevenidos e máquinas defeituosas são automaticamente inspecionadas. O assim chamado *foolproof* (à prova de falhas) (*Baka-yoke* ou *Poka-yoke*) é um mecanismo para prevenir materiais defeituosos pela colocação de diversos dispositivos de controles nas ferramentas e instrumentos. A idéia da Autonomia é também expandida para as linhas de produtos de trabalho manual. Se alguma coisa irregular ocorre numa linha de produção, o operário pressiona seu botão de parada, sustando toda a linha. O *Andon* no Sistema da Toyota tem um papel importante na ajuda deste controle autônomo e é um exemplo típico do “Sistema de Controle Visual” da Toyota. Para o propósito de detecção de problemas em cada processo, um quadro de luz, chamado *Andon*, indicando uma parada de linha, está suspenso a tal altura numa fábrica que pode facilmente ser visto por todos. Quando alguns operários pedem ajuda, para ajustar e diminuir a sua demora de um trabalho, acionam a luz amarela no *Andon*. Se precisarem parar a linha, para ajustar algum problema com as suas máquinas, acionam a luz vermelha. Em resumo, Autonomia é um mecanismo que automaticamente controla algumas coisas incomuns num processo”.

A técnica “vii”, ou “Inspeção na fonte, auto-inspeção e inspeção 100% viabilizadas por *poka-yoke*”, também operacionaliza a lei 7. O uso de dispositivos *poka-yoke* amplamente difundidos na planta auxilia as máquinas e os seres humanos a realizarem com maior perfeição e menor desgaste as suas tarefas. O conceito de *Poka-yoke* é: dispositivo à prova de

falhas, ou seja, que impede a ocorrência de anormalidades. O *poka-yoke* também traz em seu conceito a concepção de que as tecnologias a serem usadas devem ser de implementação barata. Os dispositivos *poka-yoke* realizam tarefas simples, enfadonhas, repetitivas, perigosas. Fazendo isto eles liberam a força de trabalho dos seres humanos, muito mais valiosa e cara, para atividades mais nobres; resultando numa economia de mão-de-obra. Muitas vezes a autonomia é implementada via dispositivos *poka-yoke*. No entanto, nem todo o dispositivo que implementa o conceito *poka-yoke* conduz à autonomia, e nem todo o equipamento que conduz à autonomia é um dispositivo *poka-yoke*.

Pela lei 8, “Os funcionários devem ser multifuncionais para assegurar flexibilidade (*shojinka*)”. Os empregados devem ser multifuncionais para que possam ter seu uso racionalizado na planta. Empregados multifuncionais são aptos a realizarem diversas funções, adaptando-se às necessidades. O alto comprometimento dos funcionários, decorrente do emprego vitalício e da remuneração proporcional ao tempo, permite que estes se submetam às exigências da multifuncionalidade. A existência de sindicatos por empresa, também permite negociações que tratem de questões como cargos e funções associando-as diretamente às especificidades da planta. Os altos níveis educacionais do Japão tornaram viável se pensar em forte treinamento dos recursos humanos. Esta base educacional veio sendo firmada desde muito tempo, como pode se ver no trecho a seguir.

“Os novos chefes reconheceram desde o início que um Estado moderno necessitava urgentemente de um amplo programa de educação popular. Desde 1871 criaram um Ministério de Educação, que imediatamente lançou um ambicioso programa de educação universal tanto para meninos como para meninas. Gradativamente a educação obrigatória se estendeu a seis anos, pois foi necessário algum tempo para formar professores e criar as instalações necessárias. Até 1907, nem todas as crianças tinham acesso à escola” (REISCHAUER, 1986, p.116).

“Um sinal disto [riqueza *per capita*] pode ser visto na alta taxa de alfabetização, que na primeira metade do século XIX havia chegado a 35%, que era uma cifra comparável aos países ocidentais da época” (REISCHAUER, 1986, p.90).

A técnica “x” ou “Manutenção preventiva e manutenção autônoma” viabiliza que a mão-de-obra seja aproveitada em sua multifuncionalidade, tanto operando os equipamentos como fazendo a manutenção diária dos mesmos.

A lei 9 diz que “O *layout* irá priorizar o aproveitamento da mão-de-obra em relação ao nível de utilização dos equipamentos”.

Localizadamente, para viabilizar o uso multifuncional do operário, é preciso uma elaboração de *layout*, de forma que as máquinas estejam suficientemente perto, sem gerar grandes deslocamentos. Isto é feito pela técnica “ii” – “Estudo de *layout* celular e tecnologia de grupo”. O *layout*, porém, tem as suas definições associadas principalmente ao fluxo da

produção. Decidir o *layout* em função do sujeito da produção em detrimento do objeto da produção seria uma inversão de importância, uma vez que, no sistema capitalista, a preocupação é em produzir com lucros, não sendo o ser humano o foco principal de preocupação (ainda que haja correntes diferentes surgindo no final do século XX).

#### **5.3.4 Princípio 4**

O princípio 4 diz que “As informações, as pessoas, os procedimentos de planejamento e controle da produção e os equipamentos devem estar sob controle sistemático e rigoroso, uma vez que o Sistema Toyota foi planejado para trabalhar sempre próximo dos limites”.

A lei 10 diz que “A padronização das operações deve ser buscada, como forma de extrair do operador o conhecimento, tornando este conhecimento de domínio da corporação”. Esta lei vem da época de Taylor, no início do século XX:

“À gerência é atribuída, por exemplo, a função de reunir todos os conhecimentos tradicionais que no passado possuíram os trabalhadores e então classificá-los, tabulá-los reduzi-los a normas, leis ou fórmulas, grandemente úteis ao operário para execução do seu trabalho diário” (TAYLOR, 1995, p.40).

Para operacionalizar essa lei 10, faz-se uso da técnica “xiv” ou “explicitação visual através de cartazes de todos os procedimentos-padrão”.

A lei 11 diz que “As pessoas precisam estar sob rigoroso controle da organização, uma vez que elas detêm um poder significativo sobre os resultados do sistema produtivo”.

O método “e” – “estabelecimento de relações de longo prazo com os empregados; por exemplo, emprego vitalício” é fundamental no controle sobre as pessoas. Na discussão que se fez no item 5.3.3, tratou-se do emprego vitalício. Tanto o emprego vitalício como o sistema de remuneração por tempo de serviço estabelecem efeitos de controle sobre as pessoas, uma vez que a sobrevivência da empresa passa a ter uma relação direta com os interesses dos funcionários.

O método “c” ou “atividades de pequenos grupos” é outro elemento que auxilia a manter o controle sobre as pessoas. A realização das atividades de pequenos grupos faz com que as pessoas reforcem o vínculo de comprometimento com a empresa. Mas, o principal controle consiste no fato de que as pessoas se sentem induzidas a participarem das atividades, uma vez que a ampla difusão faz com que aqueles que não participam acabem por destacar-se negativamente no grupo, o que é indesejado.

O método “d” ou “Administração funcional (*kinohbetsu kanri*)” também passa a ter função controladora no momento em que estabelece relações cruzadas de poder, tornando a autoridade relativa e não absoluta.

As técnicas “xiv” ou “explicitação visual através de cartazes de todos os procedimentos-padrão” faz com que as pessoas fiquem permanentemente expostas a um “gabarito” comparável com suas ações. Qualquer pessoa que passe pelo posto de trabalho rapidamente pode detectar desvios do comportamento do funcionário em relação ao procedimento-padrão. Logo, ele está sujeito a um forte controle quanto às operações.

A lei 12 diz que “Os procedimentos de planejamento e controle da produção devem estar permanentemente visíveis a todos”.

A técnica “xv”, ou “*kanban*”, é utilizada para informar a programação e mantê-la controlável por visibilidade constante em todos os pontos da linha” implementa fortemente esta lei.

É através do *kanban* que a informação da programação da produção se dá. O *kanban* vem viabilizar um fluxo linear da produção. Quando a produção trabalha com um único tipo de produto, é fácil estabelecer uma linha física, ou seja, ao entrar na fábrica é possível enxergar os equipamentos e pessoas dispostos em linha enquanto o produto flui mais ou menos suavemente. Por que mais ou menos suavemente? Porque a existência de diferentes capacidades e velocidades dos equipamentos e pessoas faz com que haja a redução da velocidade do fluxo em alguns pontos. É útil a comparação com um sistema hidráulico. Se toda a extensão da tubulação tem a mesma bitola, não há pontos de redução. Porém, se houver bitolas diferentes conectadas na linha e o fluido for imposto à tubulação sem considerar as bitolas, haverá pontos de gargalo. Uma solução para isto seria estabelecer um motor de sucção na saída da tubulação. A restrição é que este motor jamais puxasse uma quantidade de fluido maior do que a capacidade do menor ponto de bitola, ou seja, do gargalo, senão haveria o rompimento do fluxo. Por que é melhor um motor de sucção na saída do que um motor de propulsão na entrada da tubulação? Porque, enquanto o primeiro mostra rapidamente a falha no sistema, pela interrupção do fluxo, o segundo continua a impor fluido, sem detectar o que está ocorrendo na saída. Imaginando-se que este fluido seja valioso, é compreensível que não se deseje que ele fique descansando ociosamente nos aposentos das tubulações maiores que antecedem as menores. O que o Sistema Toyota implementou através do *kanban* foi o estabelecimento de uma “linha” virtual e puxada, cujas vantagens se procurou descrever acima. Além das tais vantagens, o fato de se estar trabalhando com uma linha virtual faz com que haja a possibilidade de trabalhar com variedades diferentes sem perder a

fluidez. Para fins de análise, novamente, não são tratados neste momento todos os requisitos de operação do *kanban*. Mas, basta dizer que o *kanban* ‘ordena’ o que fazer; contudo, se não houver capacidade ou vontade para o cumprimento de tais ordens, nada acontecerá.

O *kanban* surge no Sistema Toyota em 1953, quando ocorre a implantação na oficina da fábrica principal. Somente em 1962, com a nomeação de Ohno para gerente da fábrica principal, o *kanban* foi implementado na forja e na fundição, tornando-se utilizado em toda a planta (OHNO, 1997). Antes do *kanban*, a maioria dos elementos do Sistema Toyota estava estabelecida (ver quadro 12). Isto é bastante coerente, uma vez que o *kanban* vai informar e ordenar o que fazer. Porém, tornar em ação a ordem do *kanban* depende da existência de uma infra-estrutura prévia. Quando se compreende que o *kanban* controla grande parte das informações do Sistema Toyota concernentes à programação, vê-se que a relação entre ambos é significativa. A partir daí fica visível que o Sistema Toyota antes e depois do *kanban* não é o mesmo. Embora o conceito de *just-in-time* surja na década de 40, é somente com o *kanban*, em 1953, que a inversão do fluxo de controle, o dito “puxar” a produção, passa a ocorrer em alguns segmentos da planta.

Um estudo a ser feito diz respeito à associação entre o controle exercido pelo *kanban* e o controle exercido sobre as pessoas da produção. O *kanban* requer uma aderência completa às regras por parte das pessoas. Essa aderência ocorre somente se as pessoas estão sujeitas a elementos outros de controle que as sujeitem e convençam a seguir as regras. Pessoas cuja cultura e condições sociais não favoreçam a sujeição às regras de controle do *kanban* irão conduzi-lo ao insucesso, tornando evidente a falta de robustez deste às variabilidades comportamentais dos seres humanos. O *kanban*, observada a teoria de sistemas de controle, é um sistema realimentado e, como tal, oferece melhor resposta no que diz respeito ao erro, ou seja, à diferença entre o observado e o desejado. Porém, todos os sistemas realimentados apresentam menor robustez uma vez que precisam ter sensibilidade às variações. É claro que se desejaria um sistema robusto ao meio, ou seja, insensível somente aos sinais indesejados, e sensível somente aos sinais de erro. Young (1992) discute a respeito do controle exercido sobre o comportamento dos japoneses dentro da planta:

“[...] Weisz e seus colegas (1984) caracterizaram os métodos da manufatura japonesa como métodos que contam com o controle secundário. Sob o controle secundário, os indivíduos aumentam suas recompensas acomodando-se ao ambiente existente, através do ajuste das suas expectativas, objetivos e atitudes. O sistema de controle secundário induz os indivíduos a subordinarem suas necessidades a um indivíduo ou a uma força mais poderosos, tais como o grupo de trabalho ou o chefe”.

A observação de Young (1992) sobre a necessidade de controle vem ao encontro da observação de que a implementação do *kanban* por Ohno, seu idealizador, somente ocorre no

momento em que ele assume a gerência da planta principal, em 1962. Sobre isso, Ohno (1988, p. 52) diz:

“No início todos resistiram ao *kanban* porque ele parecia contradizer a sabedoria tradicional. Portanto, tive que experimentar o *kanban* dentro da minha própria esfera de autoridade. [ ] Em 1962, fui nomeado gerente da fábrica principal. Só então o *kanban* foi implementado na forja e na fundição, fazendo com que ele, finalmente se tornasse um sistema utilizado em toda a planta. Demorou 10 anos para estabelecer o *kanban* na Toyota Motor Company. [ ] Eu podia gritar com um supervisor sob a minha jurisdição, mas não com um do departamento próximo. Assim, fazer com que as pessoas compreendessem naturalmente levou muito tempo”.

Sobre o *kanban*, também é relevante dizer que ele é suportado por um conceito simples, ou seja, a informação transmitida visualmente e ponto a ponto. Este conceito, que suporta o *kanban*, mas ao qual o *kanban* não se reduz, é amplamente aplicável nas mais diversas áreas por ser simples, porém, também tem sua robustez fragilizada por apoiar-se na confiança no elemento humano.

A “lei 13” indica que “Os equipamentos devem estar sob controle. Deve existir simultaneidade entre controle e execução. Quando possível, o controle deve antecipar a execução, através da inspeção sobre as causas”. O controle permanente sobre os equipamentos torna-se possível quando são utilizadas as técnicas “vii”, ou “inspeção na fonte, auto-inspeção e inspeção 100% viabilizadas por *poka-yoke*”, e “xi”, ou “Técnicas de controle via autonomia (*jidoka*)”. A técnica “x”, ou “Manutenção preventiva e manutenção autônoma”, faz com que o próprio operador assuma a responsabilidade por “ouvir a voz da máquina”, uma vez que ele é que passa todo o dia e todos os dias no entorno dela, tornando-se apto a realizar o controle da mesma no que tange à manutenção. Ao assumir a responsabilidade e dedicar a sua atenção à máquina, o operador passa a encontrar possibilidades de melhorias, o que é aproveitado na forma da técnica “xii”, ou “Sistemas de sugestões”.

Finalmente, a técnica “xiii”, ou “*Andon* para a parada da linha, está vinculada à autonomia aplicada às pessoas, ou seja, poder de parar a linha”. Essa técnica faz com que o andamento da produção esteja sendo permanentemente sinalizado, estando visível a todos.

### 5.3.5 Tecnologias

O Sistema Toyota rearranjou a ordem das tomadas de decisão, de modo que os objetivos novamente foram colocados como ponto de partida. As tecnologias são meios para se atingir o fim maior de uma produção bem sucedida. Desta forma, foi possível perceber

que, para uma produção em que se desejam praticar volumes relativamente pequenos de grandes variedades, pode ser interessante ter à disposição tecnologias diferentes daquelas da produção em massa. Há uma relativização da tecnologia em relação ao objetivo de pequenos lotes e as grandes máquinas dedicadas a gerarem economicamente grandes lotes a cada “setup” deixam de ser as melhores *a priori*.

“A Toyota tem desenvolvido com êxito instalações para resolver o conflito entre variedades de modelos e o ideal da produção nivelada: isto é, máquinas com múltiplas funções na linha. O propósito de uma máquina exclusiva é um eficaz meio de redução dos custos de produção em massa, mas isto não é adequado para produções variadas e de curta duração. Assim, é necessário adicionar um mínimo de instrumentos e ferramentas para uma máquina exclusiva, tornando-a um tipo de máquina de múltiplos propósitos, necessárias nas fábricas da Toyota” (MONDEN, 1984, p.35).

Mas, a produção nivelada também contempla tecnologias caras e complexas como aquelas necessárias aos Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS).

Analisando outro aspecto, quando se escolhe valorizar a força de trabalho, priorizando a ocupação desta, a opção é, muitas vezes, deixar as máquinas ociosas. Para que esta decisão permaneça atendendo o objetivo de redução de custos, é preciso reduzir o custo da hora-máquina, uma vez que, pelo menos no Japão, não há como reduzir o custo da hora-homem. Isso implica, muitas vezes, em máquinas mais simples e baratas. Shingo (1988, p.391) diz:

“Taxas de operação de homens e máquinas – [...] Isto significa que a Toyota tem mais máquinas do que outras companhias, para gerar a mesma saída de produtos. Isto inevitavelmente significa estar trabalhando com menores taxas de operação das máquinas. [...] Dada a escolha, as taxas de operação das máquinas sempre são sacrificadas com vistas a eliminar ociosidade dos trabalhadores. A razão básica é que as máquinas são sujeitas à depreciação com o tempo, mas os trabalhadores sempre precisarão ser pagos e com salários que tendem a aumentar com o tempo”.

Quanto à autonomia, percebe-se, ao longo de todos os textos, a recomendação de que o conceito da autonomia seja implementado com tecnologias que viabilizem baixos custos. O Sistema Toyota estabelece uma argumentação entre autonomia e automação. Afirma que a autonomia traz um grande percentual dos benefícios da automação com um percentual desprezível do custo desta. Para a tecnologia usada para a implementação dos dispositivos que implementam o conceito de *poka-yoke*, a recomendação de custos baixos também se faz presente. Ressalta-se aqui o casamento de dois objetivos: redução de custos e motivação do ser humano. A redução de custos fica vinculada ao fato de as tecnologias serem de implementação barata. Já, a motivação vem do fato de que, utilizando-se tecnologias de fácil implementação, torna-se viável aos operários sugerirem dispositivos de autonomia e *poka-yokes* sem que tenham conhecimentos mais aprofundados. Ficam ampliadas as possibilidades de sugestões vindas nas ‘atividades de pequenos grupos’.

Finalmente, talvez a mais original e rica das características do Sistema Toyota seja aquela pela qual são usadas intensivamente as mais diversas tecnologias que se apóiam sobre a cognição visual. Os elementos de controle visual, que usam as cores, as formas e os volumes, são fácil e rapidamente compreendidos pelo ser humano. E, por sua natureza, também são bastante afeitos às tecnologias baratas, como cartões, lâmpadas, cartazes, linhas pintadas no chão, marcadores, contenedores.

Cabe destacar que se está tratando de tecnologias de implementação de controles de manufatura e de tecnologias relativas a volumes de produção em equipamentos dedicados. Nada foi dito no sentido de que o Sistema Toyota não esteja continuamente trabalhando em tecnologias mais avançadas e inovadoras.

### 5.3.6 Os conceitos no Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção é sustentado por um grande conjunto de conceitos, parte dos quais são apresentados nesta seção.

**Auto Inspeção** – Esta classificação diz respeito ao sujeito que realiza a inspeção. Ao invés da inspeção ser realizada pelo processo seguinte – inspeção sucessiva – ela passa a ser realizada pelo próprio processo – auto-inspeção. Para fugir dos efeitos psicológicos do sujeito inspecionar seu próprio trabalho, recorre-se aos dispositivos *poka-yoke*.

**Autonomia** – Grau de autonomia atribuído aos sujeitos da produção. Quando os sujeitos são máquinas e equipamentos, é vinculada ao uso de tecnologias de implementação relativamente barata.

**Inspeção 100%** – Esta classificação diz respeito às quantidades inspecionadas. A inspeção avança da amostragem para a inspeção 100%. O elemento que viabiliza esta mudança são os dispositivos *poka-yoke*.

**Inspeção informativa** – Esta classificação diz respeito à etapa do processo em que a inspeção é realizada. Ela é um aprimoramento da inspeção por julgamento. Embora ainda ocorra pós-processamento, tem a função de parar o processo e disparar uma informação do defeito para que a etapa geradora do mesmo efetue as correções. Ainda é uma inspeção reativa.

**Inspeção na fonte** – Esta classificação diz respeito à etapa do processo em que a inspeção é realizada. Ela representa um avanço conceitual; o enfoque passa a ser pró-ativo. A inspeção na fonte consiste em inspecionar e garantir que os ajustes e regulagens de equipamentos, ou, por outro lado, que os procedimentos das pessoas ocorram em conformidade com os padrões

que conduzirão à boa qualidade. Por exemplo, um elástico precisa ter uma capacidade de aumentar seu tamanho em 70%. Sabe-se, por estudos, que o equipamento somente conseguirá conferir esta elasticidade se estiver trabalhando sob condições de umidade do ar entre 60% e 80%. Ao invés de inspecionar a elasticidade, inspeciona-se o ajuste da umidade da sala e garante-se a qualidade na fonte.

**Inspeção por amostragem** – Esta classificação diz respeito às quantidades inspecionadas. Como o próprio nome diz, apenas amostras são inspecionadas. Porém, as amostragens são suportadas pelas recomendações estatísticas.

**Inspeção por julgamento** – Esta classificação diz respeito à etapa do processo em que a inspeção é realizada. A inspeção por julgamento é um conceito mais primitivo. Ela é realizada quando o produto já sofreu o processamento; nesta inspeção, apenas aceita-se ou rejeita-se o produto.

**Inspeção sucessiva** – Esta classificação diz respeito ao sujeito que realiza a inspeção. A inspeção é realizada pelo sujeito do processo subsequente, como se o funcionário ou equipamento do processo seguinte fosse o fiscalizador da qualidade do produto do processo anterior.

**Just-in-time** – Produzir para o momento exato da necessidade, sem antecipação nem atraso.

**Objetos** da produção são os produtos em qualquer estágio desde matéria-prima até estarem acabados.

**Operações** consistem dos homens e máquinas atuando ao longo do tempo e espaço.

**Poka-yoke** consiste em garantir a realização de determinada atividade impedindo falhas ou erros. O conceito é permanentemente citado associado à operacionalização na forma de dispositivos, cujas tecnologias sejam de implementação barata.

**Processamento** consiste das atividades de transformação do objeto em si, ou seja, modifica-se a forma, cor, função, consistência. Exemplificando, o processamento em si consiste de corte, estampa, usinagem, tratamentos térmicos, pintura, montagem.

**Processos** são o fluxo do objeto da produção transformando-se de matéria-prima em produto ao longo do tempo e do espaço simultaneamente.

**Sujeitos** da produção são os homens e máquinas.

**Tempo de atravessamento** é o tempo decorrido desde que a matéria-prima entra em processo até o momento em que ela sai como produto acabado.

## CAPÍTULO 6

### **6 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO SOBRE O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: PASSO 4 - Verificação da existência dos elementos e das características necessárias a um sistema produtivo**

A questão a responder é: “A configuração conhecida como Sistema Toyota de Produção é um sistema de produção pleno e possui uma teoria que o suporte?”. Aceitando-se como verdadeiras as afirmações dos capítulos precedentes, serão respondidas as questões elaboradas no capítulo 4 para verificar se uma determinada configuração constitui-se num sistema de produção. As primeiras sete questões dizem respeito ao contexto histórico. As demais, às características e elementos de sistemas produtivos teórico-práticos.

1) Quando o sistema produtivo foi desenvolvido, ele foi capaz de responder às demandas existentes naquele momento histórico?

Sim. A literatura que descreve a época vem ressaltar as excelentes respostas que o Sistema Toyota foi capaz de dar às demandas próprias do mercado do Japão, interno e exportador. A crise do petróleo, no início dos anos 70, contribuiu muito para tornar visíveis os resultados da Toyota, dado o contraste com as dificuldades da maioria das empresas no Japão e no mundo. Ohno (1997, p.3) diz:

“A crise do petróleo no outono de 1973, seguida de recessão, afetou governos, empresas e sociedades no mundo inteiro. Em 1974, a economia japonesa havia caído para um nível de crescimento zero e muitas empresas estavam com problemas. Mas na Toyota Motor Company, embora os lucros tenham diminuído, ganhos maiores do que os de outras empresas foram mantidos em 1975, 1976 e 1977. A diferença cada vez maior entre ela e outras companhias fez com que as pessoas se perguntassem sobre o que estaria acontecendo na Toyota”.

As tentativas de copiar e transpor o Sistema Toyota são, também, uma evidência da repercussão do sucesso do sistema original.

2) Os princípios do sistema produtivo são robustos para serem transportados a outros contextos histórico-culturais?

Para que fosse possível responder a essa pergunta, foram extraídos da literatura quatro princípios, elaborados e enumerados no item 5.3. Primeiro, “A produção deve ser programada em função do tempo de atravessamento para atender a demanda no momento exato, operacionalizando o conceito *Just in time*”. Segundo, “Os estoques devem ser reduzidos continuamente, não somente pelas perdas diretas que representam, mas pelas perdas que indiretamente deles decorrem e que são: de espaço físico, de oportunidade e de ocultamento das ineficiências”. Terceiro, “A necessidade de mão-de-obra deve ser reduzida continuamente”. Quarto, “As informações, as pessoas, os procedimentos de planejamento e controle da produção e os equipamentos devem estar sob controle sistemático e rigoroso, uma vez que o Sistema Toyota foi planejado para trabalhar sempre próximo dos limites”.

O primeiro princípio é robusto para ser transportado a outros contextos histórico-culturais, pois diz respeito ao aprimoramento da produção em si, melhorando a capacidade de resposta através da redução dos tempos de atravessamento. Há que se considerar, somente, qual o grau de exigência do contexto histórico em relação ao sistema produtivo. Em determinados contextos, de pouca concorrência, pode não ser interessante à organização, sob o ponto de vista estritamente financeiro, investir em aprimorar a produção naquele momento.

O segundo princípio é robusto para ser transportado a outros contextos histórico-culturais. À questão do espaço físico, dependendo da localização da planta, pode ser atribuída maior ou menor importância. Porém, são sempre relevantes as questões de perdas financeiras diretas, risco de perda de oportunidade e ocultamento de ineficiências; assim, o princípio se mostra robusto aos diversos contextos possíveis.

O terceiro princípio, porém, é bastante específico à realidade do Japão. É possível que haja países e momentos históricos para os quais tal princípio seja transferível. Mas, haverá aqueles para os quais o terceiro princípio não terá robustez suficiente para ser transportado. Afirmar que uma planta produtiva será tanto melhor em desempenho quanto menor for a sua necessidade de mão-de-obra é algo bastante discutível. Olhando a fábrica como uma ilha hermeticamente isolada do ambiente, talvez fosse mais fácil acreditar nessa afirmação. Porém, a cada dia fica mais clara a percepção de Ford de que os operários são, também, consumidores da sociedade. A relação de consumo é a mais direta e visível, mas há outras,

como a questão social: se os operários não são uma massa assalariada, qual será o seu posicionamento na sociedade? A robustez do princípio três é discutível, e mais uma prova é o fato de que muitas organizações buscam atuar em países onde a mão-de-obra é mais barata. É claro que, ao fazerem esta escolha, eles possivelmente também estejam escolhendo trabalhar com um sistema produtivo que apresente menor dependência ao comprometimento das pessoas e ao seu nível educacional.

O quarto princípio é robusto para ser transposto a outros contextos, uma vez que quanto mais um sistema estiver trabalhando próximo a seus limites, maior será a necessidade desse ser mantido sob controle. Cabe a ressalva de que, embora o princípio seja aplicável a outros contextos, a sua implementação nem sempre o é. Isso é facilmente verificável quando se observa que um dos elementos que deve estar sob controle são as pessoas. Se as pessoas mudam significativamente em função do contexto histórico-cultural, o grau de dificuldade e as formas de operacionalizar o controle sobre as pessoas também mudarão sensivelmente.

3) Os conceitos que suportam o sistema produtivo são robustos para serem transportados a outros contextos histórico-culturais?

O item 2.9.4 diz que ‘o conceito é uma representação mental, expressa em palavras, que se origina de uma abstração sobre os objetos, fatos ou fenômenos observados no mundo real. Uma vez criado o conceito, o caminho inverso à abstração também ocorre. Ou seja, o ser humano que lê o conceito, logo deve ter seu pensamento remetido à imagem do objeto, fato ou fenômeno real de que o conceito foi extraído e abstraído’.

Sobre os conceitos no Sistema Toyota, algumas observações precisam ser feitas. No item 5.3.5, o que se observa é que os conceitos apresentados se abstiveram de incluir qualquer menção à classificação. Ou seja, o conceito apresenta a transposição pura da idéia, mas se abstém de tratar da classificação em princípio, lei, método, técnica, etc. É claro que isto não aconteceu casualmente, mas em decorrência da dificuldade intrínseca à tradução e transposição de termos entre duas culturas tão distintas quanto a oriental e a ocidental.

Se, para fins de análise, o problema foi separado em conceito puro (apresentados no item 5.3.5) e classificação do conceito (em princípio, lei, método, etc), na vida real o problema classificatório, que faz parte da conceituação, permanece. Por conseguinte, a dificuldade de transposição dos conceitos para outros contextos histórico-culturais existe, como discutido nos itens 5.1.3 e 5.1.4.

4) As leis são robustas para serem transportadas a outros contextos histórico-culturais?

A Lei 1, ou “A produção deve ser programada em pequenos lotes, como condição necessária para a programação ser adaptável” é robusta a outros contextos, uma vez que fala de uma característica da programação – tamanho do lote – que afeta a adaptabilidade da mesma.

A Lei 2, ou “O tempo de atravessamento deve ser continuamente diminuído para melhorar o tempo de resposta ao mercado, com o menor custo possível. Então, os elementos que compõem o tempo de atravessamento devem ter seus tempos continuamente reduzidos: preparação, transporte, processamento, inspeção, esperas por falta de sincronização, esperas pelo tamanho do lote”, é robusta. Ela discute como o tempo de atravessamento e os seus constituintes afetam o tempo de resposta ao mercado.

A Lei 3, ou “A programação deve ser nivelada (*heijunka*) para ser adaptável. A adaptabilidade permite menos estoques perdidos por obsolescência e o nivelamento permite a redução das perdas de oportunidade” é robusta aos diversos contextos histórico-culturais, uma vez que ela fala da forma como a programação da produção afeta a capacidade de adaptação ao mercado.

A Lei 4, ou “Os índices de folga que geram estoques de segurança devem ser reduzidos continuamente” é robusta aos contextos histórico-culturais porque contempla a melhoria contínua da produção. Ao fazer-se a ressalva de que se está falando sobre os estoques de segurança, foge-se das situações estritamente contextuais, que são aquelas relacionadas a restrições externas que são impostas como, por exemplo, lotes mínimos de compra estabelecidos por fornecedores com maior poder de negociação, quantidades mínimas de importação ou exportação, matérias-primas associadas a sazonalidade e as relações cambiais.

A Lei 5, ou “O aproveitamento dos espaços deve ser otimizado” é robusta a ser transportada aos diversos contextos. Porém, o impacto que essa terá sobre os resultados da empresa é bastante associado a cada contexto específico.

A Lei 6, ou “É preciso mapear o processo produtivo para visualizar as reais necessidades de mão-de-obra”, por tratar puramente do mapeamento da produção é robusta para ser transportada a diferentes contextos.

A Lei 7, ou “É preciso prover meios para ampliar a autonomia dos equipamentos, de modo que os mesmos substituam as pessoas em tarefas repetitivas, ou aceitem a simultaneidade de controle (*nagara*)” é parcialmente robusta. No que diz respeito a prover a autonomia dos equipamentos através de dispositivos e no que diz respeito à substituição das pessoas em tarefas repetitivas e, por conseguinte, mais sujeitas ao erro humano, ela é robusta;

porém, no que diz respeito à simultaneidade de controle ou *nagara*, a lei 7 terá a sua plenitude alcançada somente se atendidos os requisitos relativos à mão-de-obra, os quais são fortemente sensíveis às variações de contexto histórico-cultural.

A Lei 8, ou “Os funcionários devem ser multifuncionais para assegurar flexibilidade (*shojinka*)”, não é robusta à transferência entre contextos histórico-culturais. A multifuncionalidade depende da aceitação das pessoas. O que define o grau de disposição das pessoas para se submeterem a tarefas variadas e para se submeterem ao ritmo de trabalho frenético que decorre do preenchimento pleno do tempo disponível do operário, são as condições de trabalho e os vínculos de longo prazo estabelecidos com a empresa. Esses vínculos podem ser diretos ou indiretos. Os vínculos diretos são aqueles da pessoa com a empresa. No Japão, os empregos por toda a vida e a remuneração proporcional ao tempo de trabalho fazem com que o vínculo direto seja fortalecido nos dois sentidos: a empresa tem razões para investir no aprimoramento do empregado e o empregado tem uma forte identificação do seu sucesso com o sucesso da empresa. Os vínculos indiretos se dão pelos sindicatos. O estabelecimento de sindicatos por empresa, no Japão, é outro fator que favorece a existência do interesse comum de patrão e empregados pelo sucesso da empresa. Young (1992) aborda o tema:

“Drucker (1987) discutiu o problema da existência de regras sindicais e classificações de cargos e a implementação dos sistemas *Just in time*. Devido às regras sindicais que proíbem os trabalhadores de realizarem tarefas que não fazem parte da descrição de seu cargo, os trabalhadores precisam esperar até que uma nova classificação de cargos esteja disponível. Tais regras suspendem a produção e complicam a realização de treinamentos cruzados”.

A Lei 9, ou “O *layout* irá priorizar o aproveitamento da mão-de-obra em relação ao nível de utilização dos equipamentos” está diretamente associada com o valor atribuído à mão-de-obra no contexto histórico-cultural específico do Sistema Toyota de Produção.

A Lei 10, ou “A padronização das operações deve ser buscada, como forma de extrair do operador o conhecimento, tornando este conhecimento de domínio da corporação”, é robusta aos diversos contextos. Ela trata do conhecimento em si e de como esse é extraído dos indivíduos e aprimorado como um “bem” da organização. Nonaka e Takeuchi (1997) discutem de forma aprofundada a questão do conhecimento na empresa. Somente para ilustrar, lê-se sob o título “Do Conhecimento Pessoal ao Conhecimento Organizacional”:

“Em segundo lugar, a história do Honda City revela como o novo conhecimento sempre começa com um indivíduo – Hiroo Watanabe, nesse caso – e como o conhecimento pessoal de um indivíduo se transforma em conhecimento organizacional valioso para a empresa como um todo (ou seja, *Tall Boy* [automóvel]). Dentre outros exemplos deste tipo de transformação podem estar o *insight* de um brilhante pesquisador, gerando uma nova patente, ou a experiência de

longos anos de um funcionário em uma loja, resultando em original processo de inovação” (NONAKA & TAKEUCHI, 1997, p.14).

A Lei 11, ou “As pessoas precisam estar sob rigoroso controle da organização, uma vez que elas detêm um poder significativo sobre os resultados do sistema produtivo” é específica do contexto de surgimento do Sistema Toyota. Primeiro, a questão da necessidade de controle sobre as pessoas decorre do poder relativo a essas atribuído pelo Sistema Toyota. O comportamento das pessoas, no Sistema Toyota, afeta diretamente e com grande impacto, o andamento da produção. Exemplifica-se através da técnica *kanban*, cujos requisitos incluem explicitamente a aderência das pessoas às normas. Segundo, a própria operacionalização da lei 11 está sujeita ao contexto histórico-cultural.

A Lei 12, ou “Os procedimentos de planejamento e controle da produção devem estar permanentemente visíveis a todos” tem uma relação próxima com a forma de programação do Sistema Toyota. A maior necessidade de visibilidade decorre de uma grande necessidade de controle. A forte necessidade de controle, por sua vez, está associada ao fato de que, no Sistema Toyota, a programação é feita para estar mais proximamente sincronizada com a demanda, funcionando com menos folgas e apoiando-se na realimentação para melhorar a precisão da resposta. Sabe-se que para melhorar a precisão da resposta via realimentação, é preciso aumentar a sensibilidade do sistema; contudo, um sistema assim torna-se mais sensível também a ruídos, precisando estar sustentado por um forte controle. Sistemas de produção que programam suas produções apoiando-se na antecipação, suportados por polpidos estoques de segurança e com uma programação puramente direta, sem realimentação, estão partindo de pressupostos de menor controle, e, portanto, podem abrir mão da lei 12.

A Lei 13, ou “Os equipamentos devem estar sob controle. Deve existir simultaneidade entre controle e execução. Quando possível, o controle deve antecipar a execução, através da inspeção sobre as causas”, é robusta aos diversos contextos, uma vez que trata simplesmente de tornar os equipamentos mais aptos a produzirem sem erro.

5) Os métodos são robustos para serem transportados a outros contextos histórico-culturais?

O Método (a), ou “TRF - troca rápida de ferramentas” apresenta grande robustez à transferência entre diferentes contextos histórico-culturais. Ele trata essencialmente de propor os passos a serem seguidos de forma a reduzir os tempos de preparação. O conceito que suporta o método é a separação entre os chamados *setup* interno e externo, ou seja, respectivamente, as ações de preparação que requerem a parada do equipamento e aquelas que

podem ser executadas enquanto o mesmo opera. O método não requer características diferenciadas da mão-de-obra.

O Método (b), ou “Mapeamento pelo Mecanismo da Função Produção, que permite o estudo dos constituintes do tempo de atravessamento e as necessidades de equipamentos e de recursos humanos” apresenta grande robustez ao contexto histórico-cultural. Trata-se tão somente de recomendar a forma como deve ser feita a “leitura” e o mapeamento dos fenômenos da produção.

O Método (c), ou “Atividades de pequenos grupos” é bastante sensível à mudança de contexto. As atividades de pequenos grupos estão vinculadas ao espírito de equipe, ao comprometimento e à motivação dos funcionários. Mais do que isso, o andamento e os resultados dessas atividades estão associados aos níveis educacionais e ao potencial de aprendizagem das pessoas. Finalmente, o quanto as pessoas se sentem impelidas a participarem de tais atividades, depende do quanto a aprovação pelo grupo é importante para elas. Todos esses aspectos dependem diretamente do contexto histórico-cultural em que as pessoas estão inseridas.

O Método (d), ou “Administração funcional (*kinohbetsu kanri*)”, é dependente do contexto, uma vez que as questões culturais afetam a forma como as pessoas interpretam as relações de poder e autoridade.

“Grupos Funcionais não agem como equipes de projeto ou forças-tarefa. Mais precisamente, são unidades formalmente constituídas, tomadoras de decisão, cujo poder atravessa linhas e controle departamentais para amplas funções da corporação. Consistindo tipicamente de gerentes de departamento de todas as partes da empresa, cada Grupo Funcional considera problemas globais da empresa como gerenciamento de custos e da produção e garantia da qualidade, respectivamente” (MONDEN, 1984, p.93).

O estabelecimento de relações cruzadas de autoridade é mais facilmente aceito quando se está inserido numa cultura em que a decisão pelo consenso e o espírito de equipe são fortes, do que em contextos culturais em que o individualismo é forte.

O Método (e), ou “Estabelecimento de relações de longo prazo com os empregados; por exemplo, emprego vitalício”, não é robusto à transferência entre diferentes contextos uma vez que trata de relações estabelecidas historicamente.

6) As tecnologias são robustas para serem transportadas a outros contextos histórico-culturais?

O que se disse sobre as tecnologias, resumidamente, foi que: (1) elas são adaptadas à produção nivelada, sendo mais flexíveis e menos dedicadas do que aquelas da produção em

massa; (2) sugere-se que aquelas associadas à autonomação e aos dispositivos *poka-yoke* sejam de implementação barata; (3) o uso dos elementos visuais permite o aumento da eficiência e a diminuição dos custos de implementação. -Nenhuma dessas considerações diminui a possibilidade de transferência a outros contextos.

7) As técnicas são robustas para serem transportadas a outros contextos histórico-culturais?

A técnica “i”, ou “Gráfico de análise de processos, para estudar os constituintes do tempo de atravessamento”, a técnica “ii”, ou “Estudo de *layout* celular e tecnologia de grupo”, a técnica “iii”, ou “Análise de valor, para diminuir o tempo de processamento, eliminando operações que não agregam valor”, e a técnica “iv”, ou “Análise de tempos e movimentos para diminuir os tempos das operações que afetem os tempos de atravessamento”, são robustas à transferência. Elas são técnicas estritamente aplicadas ao fenômeno da produção em si, não tendo forte dependência da subjetividade humana. A análise de valor possivelmente produza efeitos diferentes entre os diversos países ou contextos, uma vez que está associada à criatividade; porém, se entre as culturas há diferenças nos processos de criação de idéias, em todos os países essa criação existe e a técnica em si não fica invalidada. Uma prova disso é que a sua existência no Japão é um fruto da transferibilidade. A análise de tempos e movimentos também é técnica antiga e nascida no Ocidente, portanto transferida ao Japão.

A técnica “v”, ou “Cálculos de programação nivelada, para prover a sincronização eliminando os tempos de espera; uso do *takt time* e das quantidades padronizadas”, precisa de uma análise mais cuidadosa quanto à sua robustez. Segundo o *Léxico Lean* (2003), o *takt time*:

“foi usado pela primeira vez como ferramenta de gerenciamento de produção na indústria aeronáutica alemã na década de 1930 (*takt* é um termo alemão que se refere a um intervalo preciso de tempo, como, por exemplo, na regência de uma orquestra). Era o intervalo em que uma aeronave era transportada à estação de produção seguinte.”

A técnica “vi”, ou “Folhas de operação padrão, minimizando o tempo de processamento e reduzindo os tempos de espera”, é uma técnica de mapeamento da produção bastante objetiva que não requer muitas interpretações por parte das pessoas, tornando-se robusta aos contextos histórico-culturais diferentes.

A técnica “vii”, ou “Inspeção na fonte, auto-inspeção e inspeção 100% viabilizadas por *poka-yoke*”, tem caráter objetivo, sendo implementada por mecanismos, ficando, assim, robusta à transferência entre países e contextos.

A técnica “viii”, ou “5S”, não é robusta à transferência entre contextos uma vez que requer um grande comprometimento por parte das pessoas. Talvez o quinto “S” ou *shitsuke* resuma em si a dependência das pessoas, quando trata da “disciplina para manter em andamento os quatro primeiros “S” (Lean Lexico, 2003).

As técnicas “ix”, ou “técnicas de previsão de demanda, não específicas do STP, usadas para prever recursos”, são de caráter objetivo, quantitativo e têm formulações matemáticas. Elas são robustas à transferência.

A técnica “x”, ou “Manutenção preventiva e manutenção autônoma”, tem seu sucesso dependente do comprometimento por parte das pessoas, o que necessariamente é dependente do contexto. Não é impossível de ser levada a outros contextos, mas é sensível aos contextos.

A técnica “xi”, ou “técnicas de controle via autonomação (*jidoka*)”, é implementada via dispositivos. Sob esse enfoque, ela é transferível.

A técnica “xii”, ou “Sistemas de sugestões”, é fortemente dependente do contexto. Ela envolve aspectos relativos à criatividade, ao compartilhamento de conhecimento com a organização, ao comprometimento e à necessidade de aceitação e reconhecimento por parte dos colegas e da empresa.

A técnica “xiii”, ou “*Andon* para a parada da linha, vinculada à autonomação aplicada às pessoas, ou seja, poder de parar a linha”, não é robusta à transferência entre contextos. Ela está associada a dois aspectos que poderiam parecer contraditórios: ao mesmo tempo em que ela delega poder, ela submete às pessoas a um tipo especial de controle. Esse controle acontece de forma indireta: a pessoa tem o poder de parar a linha ao detectar uma anormalidade, ou seria melhor dizer, o dever de parar a linha. Diz-se dever, porque parar a linha atrai todas as atenções. Se não se deseja tal tipo de atenção, se realiza um esforço extremado para que não seja necessário fazer a parada. Porém, este raciocínio somente é viável de acontecer em contextos culturais nos quais agir com lealdade à empresa seja uma atitude valorizada pelo “organização informal”, ou seja, o grupo de colegas. Num contexto diferente do japonês, em que as pessoas que demonstram muito apego à organização são consideradas traidoras do grupo e são punidas pela “organização informal”, o efeito é inverso.

A técnica “xiv”, ou “Explicitação visual - cartazes de todos os procedimentos-padrão, tornando-os um “gabarito” permanentemente disponível para a fiscalização do funcionário”, depende dos procedimentos de implementação, os quais devem contemplar a participação dos funcionários de modo que esses sintam-se autores e não objetos de controle.

A técnica “xv”, ou “*kanban* para informar a programação e mantê-la controlável por visibilidade constante em todos os pontos da linha”, não tem robustez para ser transferida

entre quaisquer contextos. A técnica em si, como descrita originalmente no Sistema Toyota, depende da informação transmitida retroativamente, ponto a ponto, pelas pessoas. Novamente, a confiabilidade da informação transmitida é completamente dependente das pessoas. O que confere algum grau de controle, é o controle chamado de secundário por Young (1992):

“Em contraste à caracterização da manufatura empurrada, que opera sob controle primário, Weisz e seus colegas (1984) caracterizam os métodos de manufatura japoneses como sendo dependentes do controle secundário. Sob o controle secundário, os indivíduos sentem-se mais gratificados à medida em que acomodam-se ao ambiente existente, ajustando suas expectativas, objetivos e atitudes. Os sistemas de controle secundário induzem os indivíduos a subordinarem as suas necessidades a um indivíduo ou a uma força mais poderosos, ou seja, ao grupo de trabalho ou à empresa. Esses autores (Weisz et al., 1984) discutiram duas formas de controle secundário presentes nas empresas japonesas, e que são relevantes nessa discussão – a forma de controle vicário e a forma preditiva. A forma de controle vicário consiste de a pessoa alinhar-se aos outros indivíduos, à equipe ou à organização para se sentir psicologicamente participante do grupo. Atos de lealdade tais como cantar o *jingle* da empresa, vestir o uniforme e seguir os slogans são exemplos da forma de controle vicário sobre o comportamento. A forma preditiva de controle está relacionada a antecipar os fatos para controlar o impacto que terão. Um exemplo do controle preditivo é o sistema *Ringi*, através do qual os japoneses chegam a um consenso. Nesse sistema, a média gerência submete uma proposta a todos os indivíduos e unidades que serão afetados por ela. A cada um é permitido oferecer sugestões de modificações à proposta, porém, linhas claras de autoridade e *status* são seguidas, para evitar ansiedades, incertezas e conflitos. Fica entendido que, por conseqüência, quaisquer poder que os indivíduos poderiam ter acaba ficando subordinado aos superiores”.

8) As partes independentemente apresentam potencial similar à aplicação conjunta?

Não, e isto é que configura a característica de “totalidade” pela qual a interação entre os elementos é que gera o diferencial competitivo. Primeiro, as técnicas sem os princípios implicariam numa aplicação cega e, portanto, ignorante de fatores decisivos. É somente tratando os princípios que os administradores podem aplicar as técnicas. De outra forma, os princípios, ao mesmo tempo que são mais abrangentes em suas recomendações, têm um grau de abstração que torna impeditiva a operacionalização, precisando, para tal, recorrer às técnicas.

9) Existem elementos que propiciam a troca de materiais e de serviços com o meio?

Para recordar o que é o meio, é preciso retomar que foram estabelecidos como limites do sistema de produção as áreas tradicionais de manufatura ou operações e planejamento e controle da produção.

Sim. Existem elementos de troca de materiais e serviços com o meio. A técnica *kanban* ajuda a informar o que é demandado, e pode ser implementada tanto internamente à

planta como entre plantas. Além dessa, que é própria do Sistema Toyota, meios convencionais são usados para informar. Também na troca de elementos materiais, além dos meios convencionais, uma característica própria deve ser destacada: o cuidado com a *layout*, internamente, e com a localização física, externamente, para reduzir as perdas por transporte. Esta atenção fica expressa visivelmente no momento de escolha da localização relativa entre a planta e os fornecedores, que permite uma sistemática de trocas que racionaliza os custos. A particularidade geográfica do Japão ser um país pequeno, limita de início as distâncias em questão, fato que não se repete em países como o Brasil ou os Estados Unidos. No entanto, para a Toyota a realidade eram as distâncias do Japão, e isto influenciou o desenvolvimento da rede de fornecedores. Houve uma redução do número de fornecedores, que viabilizou o estabelecimento de um relacionamento contratual mais equilibrado com estes. Essa relação contratual e de lealdade tornou possível uma maior regularidade e previsibilidade dos pedidos, estimulou a excelência em qualidade, eliminando inspeções no recebimento, permitiu a exigência de exatidão das quantidades e de pontualidade nas entregas e viabilizou a diminuição do volume de formulários. Schonberger (1984, p.204) diz: “O que faz a felicidade de uma fornecedora é o contrato exclusivo (ou quase exclusivo), a longo prazo e invariável, pontos característicos dos contratos de compra JIT”. Quanto à distância entre a fornecedora e a compradora Schonberger (1984, p.204) diz:

“Relacionam-se com isso tudo (os contratos) as vantagens recíprocas que as duas colhem quando a fornecedora se situa próxima à fábrica da compradora. Tanto para a compradora como para a fornecedora, quanto mais o contrato “JIT” se aproximar da entrega peça-por-peça maiores serão as economias proporcionadas na manutenção dos estoques, bem como outras vantagens. Todavia, raramente se justificará a entrega peça-por-peça pura, pois uma quantidade tão pequena provavelmente irá contrariar a economia do transporte da carga unitária”.

10) Existem elementos que propiciam a troca de informações e conhecimento com o meio?

Sim. Como foi citado na questão anterior, o *kanban*. O *kanban* propicia tal troca no âmbito dos estágios internos da produção, avançando até o fornecedor. Schonberger (1984, p.205) mostra diversas vantagens propiciadas pela proximidade tanto física como contratual entre comprador e fornecedor: além da coordenação facilitada, há as vantagens de comunicação e de troca de informações e conhecimentos. Diz Schonberger:

“Quando têm as respectivas fábricas próximas entre si, a fornecedora e a compradora muito poderão lucrar (além de no baixo custo do transporte dos materiais que comerciam) coordenando suas atividades. Elas não precisarão recorrer a custosos interurbanos para falar-se, e assim terão condições de comunicar-se mais vezes. [ ] Mais expressivas ainda serão talvez as vantagens que a coordenação estreita proporcionará na área técnica e da qualidade. Quando a fábrica fornecedora está próxima, os técnicos e as equipes controladoras da qualidade podem visitar-se

amiúde. Geralmente, os problemas técnicos são com isso resolvidos mais depressa, enquanto as questões relativas à qualidade se liquidam na hora”.

Outro canal de informação aproveitado pela Toyota é a sua rede de distribuição, que é usada para conhecer o cliente de modo a torná-lo fiel à marca Toyota ao longo de sua vida.

11) O sistema apresenta um objetivo claramente definido e explicitado?

Sim. Repetidamente, em todos os livros que tratam do Sistema Toyota de Produção, dois objetivos inter-relacionados são apresentados: a redução de custos e a eliminação de perdas. Ohno & Mito (1986, p.1) dizem: “A doutrina fundamental do sistema Toyota de produção é a total eliminação de perdas”. A JMA (1986) diz:

“O sistema Toyota é uma série de atividades que promovem a redução de custos através da eliminação de perdas para alcançar uma produtividade realçada. Todas as atividades de melhoria na empresa devem contribuir diretamente com o objetivo de redução de custos”.

Monden (1984, p.1): “O Sistema de Produção da Toyota é um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos”. Ainda Monden (1999, p.234):

“O objetivo do Sistema Toyota de Produção é elevar os lucros por meio do corte de custos – o que significa a completa eliminação de coisas como estoque e capacidade de mão-de-obra excessivos. Para atingir tais reduções de custo, a empresa deve livrar-se de vários tipos de perda (“folga”) no atual sistema de produção, e fazer com que o sistema responda flexível e rapidamente às flutuações de mercado. O ideal do JIT é manufaturar somente o que é necessário, apenas na quantidade necessária e quando é necessário”.

A clareza e simplicidade de objetivos é uma característica distintiva do Sistema Toyota de Produção.

12) O sistema é capaz de atingir esse objetivo a partir de diferentes configurações?

Não. O Sistema Toyota propõe alcançar uma certa adaptabilidade a variações, mas esta é restrita a um certo percentual de variação em relação a quantidades. A configuração, apesar de ter uma margem de adaptabilidade, não muda em essência, apoiando-se na produção nivelada.

13) Existem fluxos de informação internos? Como são operacionalizados?

Existem fluxos de informação que circulam pelos meios convencionais e via *kanban*. Os fluxos de informação da produção dizem respeito ao objeto da produção – matéria-prima, peças semi-processadas, produtos acabados – e dizem respeito aos sujeitos da produção – pessoas e equipamentos. Os fluxos de informação referentes aos objetos da produção são:

programação de produção, roteiro de produção, controle de processos, controle de quantidades, de qualidade e de tipos. Monden (1999, p.234) diz: “A Toyota desenvolveu o sistema *kanban* como um meio de processar dados mensais de produção e administrar essa produção JIT”. Em relação à operacionalização dos fluxos de informação, o uso de elementos visuais, especialmente para controles de linha de produção, também pode ser destacado.

14) Existem fluxos internos de materiais?

Sim. Os fluxos internos de materiais são fluxos de objetos e sujeitos da produção.

15) O sistema produtivo funciona em estado de estabilidade dinâmica, e apresenta mecanismos de retroação e de regulação?

O Sistema Toyota de Produção busca funcionar em estabilidade dinâmica e apresenta mecanismos de retroação e regulação. A primeira evidência é a discussão apresentada por Shingo (1988, p. 210 a 230) sobre as categorias de gerenciamento, os estágios de ação humana e as funções do gerenciamento – planejamento, controle e monitoramento. Shingo apresenta a empresa produtiva inteira sendo composta por cinco categorias de gerenciamento. São elas: financeiras, de vendas, técnicas, de produção e de pessoal. A categoria de pessoal tem uma característica singular: ela está em permanente sobreposição com as demais categorias, uma vez que quem faz a empresa funcionar são as pessoas. Os estágios de toda a ação humana, por sua vez, são sete: (1) motivação, (2) política, (3) planejamento, (4) implementação, (5) controle, (6) monitoramento e (7) satisfação. Dentre estes, três destacam-se como as funções do gerenciamento: planejamento, controle e monitoramento. No planejamento são criados padrões que servirão como guias para a implementação. O controle, por sua vez, regula o planejamento e a implementação. Finalmente, após a implementação ocorre o monitoramento, momento em que os resultados são comparados com os padrões estabelecidos durante o planejamento. As lições aprendidas durante o monitoramento serão usadas no próximo processo de planejamento. Em um quadro comparativo, Shingo (1988, p.217) fala de controle e planejamento. Enquanto o planejamento determina a estrutura estática da produção, o controle afeta o controle dinâmico da mesma. O planejamento, para Shingo, é feito usualmente uma vez, no início, com algumas modificações ao longo do tempo; o controle, por sua vez, é realizado diariamente. O planejamento determina a capacidade produtiva; o controle especifica o nível real de produção. Então, quando se fala em mecanismos de retroação e regulação que forneçam estabilidade dinâmica,

está se falando exatamente do que é proposto por Shingo via planejamento, controle e monitoramento. Shingo destina estas funções à média gerência.

A segunda evidência do funcionamento do Sistema Toyota de Produção em estabilidade dinâmica, com retroação e regulação é o *kanban*. Estritamente falando, esta “segunda evidência” nada mais é do que a primeira aplicada no nível operacional. A regra de funcionamento do *kanban* estabelece um equilíbrio dinâmico: no entorno do posto de trabalho, a flutuação do número de peças em estoque (em espera ou em processo) é estabelecida pelo número de cartões em circulação. O “puxar” da produção feito pelo *kanban* é exatamente um fluxo reverso, uma alimentação a “retro”, uma realimentação. A regulação, por sua vez, precisa acontecer através da técnica usada para calcular o número de cartões a circularem.

Adicionalmente, dois elementos vêm implementar as características de estabilidade dinâmica, retroação e regulação. As técnicas de controle (e inspeção) que usam dispositivos de autonomia e dispositivos *poka-yoke*. Shingo (1988, p.228) diz: “Seguindo esta linha de pensamento, fica claro o propósito de estabelecer dispositivos *poka-yoke* elaborados para o controle e a implementação. O *poka-yoke* é um meio efetivo de corrigir flutuações de qualidade”.

16) Há coerência entre os princípios, conceitos e leis que formam a teoria?

Apesar da falta de clareza sobre os relacionamentos entre os diversos elementos, especialmente no que se refere à classificação desses, não aparecem contradições nas idéias explicitadas. Há uma completa confusão sobre o que cada elemento é, efetivamente, como foi explicado no item que tratou a questão da tradução. Porém, quando se trata de coerência no sentido de que todos os elementos buscam os mesmos objetivos de redução de custos e eliminação de perdas, não há o que questionar.

17) A teoria é capaz de explicar o que acontece?

Não. A teoria existente é frágil e não explica o que é o Sistema Toyota nem o que acontece nesse sistema.

A fragilidade inicia pela falta de clareza sobre o significado de cada termo e sua classificação, questão amplamente discutida por Motta (1993) e Schumacher & Motta (1996) e trazida à luz nos itens 5.1.3 e 5.1.4

A fragilidade da teoria continua no momento em que se observa que, para cada princípio, não são explicitados nem métodos nem técnicas suficientes à operacionalização, o

que pode ser apreendido da observação das figuras 8 a 11. Não se afirma a inexistência desses métodos e técnicas, pois, uma vez que a Toyota produz sob esses princípios, deve ter desenvolvido ou encontrado as técnicas necessárias e suficientes. Mas, a ausência de literatura que descreva tais técnicas, também não permite afirmar a existência das mesmas. Isso mostra que a teoria é incompleta e não explica tudo o que acontece.

Adicionalmente, questões determinantes da aplicabilidade do Sistema Toyota não são consideradas com profundidade: veja-se a questão humana e cultural. O Sistema Toyota busca um funcionamento com resposta precisa, e, para tanto, usa elementos de retroação e regulação. Estes elementos, como se viu, são fortemente apoiados na confiança de que as pessoas seguirão as regras estabelecidas, como na técnica *kanban* e nas técnicas de controle visual. Apóia-se, portanto, na pessoa, cuja disposição ou não para ser controlada e cujas formas de controle a que se sujeitará, são aspectos eminentemente culturais, históricos e sociais. Esta falta de robustez não é tratada com a devida relevância. Motta (1996), conclui:

“Por isso, e tendo em vista tudo o que foi discutido, este autor está convencido de que qualquer esforço no sentido de compreender e transplantar o Just-in-Time para a realidade brasileira, há que, além de eliminar as considerações falaciosas a respeito dessa técnica gerencial, analisar, apreender e criticar os elementos sócio-culturais embutidos na organização empresarial japonesa que são, efetivamente, a base do seu sucesso”.

18) A teoria é capaz de prever o que irá acontecer?

O que se tem como esboço de teoria não é capaz de prever o que irá acontecer. Se ela não explica hoje, tampouco será capaz de auxiliar a prever o amanhã.

19) A teoria permite testes de falseabilidade?

Para que permitisse testes de falseabilidade, ela precisaria ser suficientemente completa. O que se tem é um corpo teórico deformado, como se estivesse na sala de espelhos de um circo, em que alguns elementos têm muito espaço para serem refletidos nas explicações teóricas, e outros aparecem quase atrofiados.

20) Existe um conjunto explícito de conceitos que sustenta a teoria?

Existe um amplo conjunto de conceitos, do qual uma pequena amostra foi apresentada no item 5.3.6. Porém, tal conjunto perde por omitir qualquer menção classificatória que permitisse o esboçar de uma estrutura subjacente.

21) Existe um conjunto explicitado de princípios que sustenta a teoria?

O conjunto de princípios, na literatura consultada, não é explicitado. O que se fez nos itens 5.3.1 a 5.3.4 foi um rastreamento dos princípios a partir da definição que se aceitou como verdadeira para 'princípios' e das afirmações feitas pelos autores do STP sobre os seus pontos de partida.

22) Esse conjunto de princípios é unívoco, compartilhado por todos os níveis hierárquicos do sistema produtivo e apresenta coerência interna?

Se não há um conjunto explícito, não há como concluir sobre o compartilhamento deste entre os diversos níveis.

23) Os princípios são passíveis de serem testados?

Não. Para que os princípios fossem testados, a operacionalização desses precisaria ter sido suficientemente prevista na literatura, o que não acontece.

24) Existem leis explicitadas e compartilhadas por todos os níveis hierárquicos do sistema produtivo?

Não. As leis apresentadas nos itens 5.3.1 a 5.3.4 não são apresentadas de forma explícita ao longo da literatura. O que parece conferir coesão à empresa é o comprometimento e a lealdade decorrentes das relações de longo prazo estabelecidas com os empregados.

25) As leis são coerentes com os princípios?

É preciso separar o que se encontrou explicitamente na literatura e o que foi desdobrado nesse trabalho. O que foi encontrado de forma explícita não foi o suficiente para se chegar a uma conclusão; então, procurou-se realizar o desdobramento da teoria a partir dos elementos encontrados. A partir do que foi encontrado e desdobrado, conclui-se que há coerência entre leis e princípios.

26) As leis são coerentes com a base conceitual?

As leis, em relação à base conceitual, também foram um desdobramento. Exceção feita à classificação dos elementos e ao estabelecimento das relações entre eles, não se encontram incoerências. Porém, tal conclusão fica vinculada à interpretação dos textos e reconstrução da teoria que foram feitas.

27) As leis são coerentes entre si?

Sim, no tocante àquelas desdobradas aqui.

28) As leis podem explicar o que acontece?

As leis explicam parte do que acontece no sistema produtivo. Porém, não seria difícil encontrar uma pequena lista de aspectos não abordados que afetam o sistema e que, portanto, deveriam ser tratados.

29) As leis podem prever o que irá acontecer?

Não. Elas fazem recomendações sobre como administrar a produção. Porém, elas não aprofundam a compreensão dos fenômenos produtivos.

30) As leis podem ser testadas?

Para que as leis pudessem ser testadas, a primeira condição necessária seria a existência de suficientes métodos e técnicas de operacionalização, o que, como se disse, não é observado na literatura.

31) Há um conjunto de métodos que possibilitem a operacionalização do sistema produtivo?

Não. Existem menos métodos do que leis. Isso indica a fragilidade da teoria no que tange a operacionalização do sistema.

32) Os métodos respeitam os princípios?

Sim. Os métodos descritos estão em acordo com os princípios.

33) Os métodos respeitam os conceitos?

Sim. Não são observadas incoerências entre ambos.

34) Os métodos respeitam as leis?

Sim. Os poucos métodos identificados respeitam as leis que eles atendem, conforme argumentado na seção 5.3.

35) Os métodos são capazes de conduzir ao alcance dos objetivos propostos?

Não. Eles são pobres em número e em abrangência, se comparados a objetivos tão desafiadores como “completa eliminação de perdas” e “contínua redução de custos”.

36) Há um conjunto de tecnologias que possibilitem a operacionalização do sistema?

Pouco é falado das tecnologias de operacionalização, mesmo naquelas técnicas que foram consideradas. Há muito poucas considerações sobre as tecnologias.

37) O sistema produtivo indica tecnologias adequadas aos métodos?

Não é possível concluir, dada a falta de descrições sobre tecnologias.

38) As tecnologias sugeridas têm validade intrínseca?

Não é possível concluir, dada a falta de descrições sobre tecnologias.

39) As tecnologias são coerentes com os princípios, conceitos e leis do sistema?

Não é possível concluir, dada a falta de descrições sobre tecnologias.

40) As tecnologias sugeridas ajudam a atingir os objetivos desejados?

Não é possível concluir, dada a falta de descrições sobre tecnologias.

41) As tecnologias restringem o sistema produtivo, tornando-o dependente das mesmas? Ou seja, o sistema produtivo é robusto ao avanço tecnológico?

A questão das tecnologias praticamente não é abordada na literatura do Sistema Toyota. Parece haver um entendimento implícito de que a tecnologia deve ser resolvida caso a caso. Uma vez que as tecnologias não são consideradas fortemente, novamente fica difícil concluir sobre a robustez.

42) Há um conjunto de técnicas que possibilitem a operacionalização do sistema?

Não. As técnicas não parecem suficientes em número nem em detalhamento, para que viabilizassem a operacionalização, tomando como base a teoria existente na forma escrita.

43) As técnicas sugeridas têm validade intrínseca?

Sim. As técnicas descritas demonstram ser úteis e aplicáveis, respeitado o contexto do Sistema Toyota.

44) As técnicas são coerentes com os princípios, conceitos e leis do sistema?

Sim. As técnicas identificadas guardam boa coerência com as leis que elas atendem, conforme argumentado na seção 5.3.

45) As técnicas sugeridas ajudam a atingir os objetivos desejados?

Sim.

46) O sistema produtivo possui mecanismos para criar, armazenar, difundir e utilizar o conhecimento?

Este é um aspecto não discutido suficientemente na literatura. A forte vinculação do Sistema Toyota às teorias de Taylor, que recomenda que os conhecimentos dos operários sejam absorvidos pela empresa, faz crer que haja tais mecanismos. Outro indício desses mecanismos são as discussões de Nonaka e Takeuchi (1997). Algumas técnicas, como análise de valor, sistemas de sugestões e atividades de pequenos grupos também valorizam o conhecimento e a criatividade das pessoas.

47) O sistema produtivo valoriza os recursos humanos internos como elementos capazes de criarem conhecimento?

Novamente, não é aprofundada a discussão sobre esse aspecto. Porém, técnicas como análise de valor, sistemas de sugestões e atividades de pequenos grupos também valorizam o conhecimento e a criatividade das pessoas. Adicionalmente, parece que as relações de longo prazo favorecem o investimento na educação e treinamento das pessoas, o que, certamente resulta em pessoas melhor preparadas para criarem conhecimento.

## **6.1 Conclusões específicas a respeito da aplicação da abordagem de avaliação de consistência teórica sobre o Sistema Toyota de Produção**

Para avaliar a consistência teórica do Sistema Toyota de Produção (STP), foram aplicados os quatro passos propostos na abordagem, quais sejam: o estudo do contexto histórico de surgimento, a identificação dos principais elementos, a elaboração da teoria e a verificação da existência dos elementos e características necessários a um sistema produtivo.

O estudo do contexto histórico permitiu que os elementos do Sistema Toyota fossem observados em sua cronologia de surgimento e relacionados ao ambiente político, social e econômico. Uma vez coletados na ordem de surgimento, os elementos passam a ser identificados, um a um.

O que se observa, no segundo passo - identificação dos principais elementos - é que há muita confusão na literatura. Esta fica evidente quando não se encontra um único autor que apresente sequer coerência interna com relação ao conjunto de termos usados para designar os elementos. Motta (1993) e Schumacher & Motta (1996) aprofundam os aspectos lingüísticos. Discutem aspectos epistemológicos associados às culturas de cada povo, e que se associam a questões semânticas e taxionômicas.

A inexistência de sequer um conjunto coerente de termos faz com que não seja possível extrair, diretamente da literatura, a estrutura teórica do STP. Então, parte-se para o terceiro passo: a elaboração da teoria do STP a partir da análise da literatura, identificando a estrutura teórica subjacente ao STP. Esta estrutura está baseada em quatro princípios: (i) produção *Just in time*, (ii) redução de estoques, (iii) redução da necessidade de mão-de-obra, e (iv) controle rigoroso de informações, pessoas, procedimentos de planejamento e controle da produção e equipamentos. Os quatro princípios listados são desdobrados em leis, métodos e técnicas.

O quarto passo consiste na verificação da existência dos elementos e das características necessárias a um sistema produtivo, através da investigação por questões respondidas considerando a estrutura e teoria propostas no passo anterior. O quadro 1 mostra sinteticamente as características de sistemas produtivos e o grau de atendimento por parte do Sistema Toyota de Produção. Este quadro 1 revela que o Sistema Toyota, enquanto sistema teórico, apresenta uma série de aspectos que estão bem atendidos (aspectos fortes). São eles: a) capacidade de atender as demandas no momento de seu surgimento, b) totalidade, que é a característica própria dos sistemas, pela qual os elementos interagindo formam mais do que a soma das partes, c) abertura, que é a existência de elementos que viabilizam as trocas com o meio, d) finalidade, que é a clareza na definição dos objetivos e e) existência de fluxos internos ao sistema. Por outro lado, há aspectos que não atendem as exigências de uma estrutura teórica (aspectos fracos). São eles: a) robustez para ser transportado a outros contextos histórico-culturais e b) equifinalidade, que é a capacidade de atingir os objetivos a partir de diferentes configurações, esta inexistente. Pode se questionar a característica de equifinalidade como um requisito para conferir consistência a um sistema produtivo teórico-prático. A inexistência desta característica não configura falta de consistência do sistema

produtivo; o que ocorreria, na verdade, é que a presença de equifinalidade, se houvesse, conferiria grande flexibilidade ao mesmo.

**Quadro 1 – Características de um sistema produtivo analisadas para o caso da Toyota, mostrando o grau de aprimoramento das mesmas (forte, médio, fraco, inexistente)**

Aspecto	Avaliação
Capacidade do sistema para atender as demandas à época do seu surgimento	Forte
Robustez do sistema para ser transportado a outros contextos histórico-culturais	Fraco
Totalidade – existência de interação entre os elementos do sistema	Forte
Abertura – existência de elementos que viabilizam trocas com o meio	Forte
Finalidade – objetivos claros	Forte
Equifinalidade - atingir objetivos através de diferentes configurações	Inexistente
Fluxos – trocas internas de materiais e informações	Forte
Estabilidade dinâmica, retroação e regulação	Médio
Teoria - poder de explicação, poder de previsão e coerência	Fraco
Teoria - testes de falseabilidade	Inexistente
Conceitos - conjunto suficiente, coerente, unívoco	Fraco
Princípios - conjunto suficiente e coerente	Forte
Leis - suficientes, claras e coerentes	Médio
Métodos - suficientes, claros, coerentes	Fraco
Tecnologias - suficientes, claras, coerentes	Inconclusivo
Técnicas - suficientes, claras, coerentes	Fraco
Conhecimento - mecanismos para criar, armazenar, difundir e utilizar	Inconclusivo
Valorização das pessoas	Demanda estudo

Há várias considerações que emergem do Quadro 1. Em primeiro lugar, a estabilidade dinâmica, retroação e regulação, que são atendidas em grau médio. Embora o sistema apresente primazia em alcançar a estabilidade dinâmica, via retroação e regulação, o mesmo somente consegue estabelecer tal equilíbrio rapidamente para “pequenas flutuações da demanda”. Monden (1984, p.77) explica:

“Alto-sincronismo de produção por kanban refere-se ao mais notável sistema, devido a sua adaptabilidade às alterações súbitas de demanda ou exigências de produção”.

“...as companhias que se utilizam do Sistema Kanban não emitem simultaneamente a programação de produção detalhada aos processos precedentes durante o mês; cada processo somente pode saber o quê produzir quando o Kanban de Ordem de Produção é destacado do palete em seu estoque. Somente a linha de montagem final recebe a seqüência de programa para um dia de produção, e este programa é colocado em um computador que especifica qual a próxima unidade a ser montada.

Como resultado, mesmo que a predeterminação do plano mensal demande a manufatura de seis unidades de A e quatro unidades de B em um dia, esta proporção pode ser revertida no final do dia”.

“O alto-sincronismo de produção por kanban pode adaptar-se somente às pequenas flutuações de demanda. De acordo com a Toyota, as variações de demanda em torno de 10% podem ser efetuadas alterando somente a frequência das transferências do kanban, sem revisão do número total de kanban. No caso de alterações regulares nas variações da demanda ou de um aumento ou redução na demanda mensal atual, em comparação com a carga predeterminada ou a do mês precedente, todas as linhas de produção têm que ser rearranjadas, isto é, o tempo de ciclo de cada área de trabalho tem que ser recomputado e o correspondente número de operários em cada processo tem que ser alterado. Por outro lado, o número total de cada kanban deve ser aumentado ou reduzido”.

Quanto à teoria do Sistema Toyota, esta se mostra fraca na capacidade de explicação. Para que não se faça confusão, é preciso lembrar que a crítica à teoria está sendo feita sobre dois níveis diferentes. O primeiro nível toma a teoria bruta, retirada da literatura. Esta é omissa em relação à apresentação da estrutura do sistema, onde aparecem os inter-relacionamentos dos elementos. Mais do que somente se omitir, no momento em que a teoria bruta traz os elementos e os classifica de forma incoerente e mutante ao longo dos parágrafos, ela fornece indicações que conduzem a um labirinto. Se os conceitos não provêm a classificação dos elementos em relação ao sistema, e, sendo eles as células do corpo teórico, este ficará amorfo. O segundo nível da análise trata da teoria que foi elaborada lapidando-se os elementos encontrados na literatura e procurando impor ordem e manter coerência entre eles, inclusive através do uso de uma classificação. Sobre esta teoria elaborada, observa-se que ela reflete uma literatura que apresenta destacadamente os elementos de mais alto nível de abstração, como os princípios. Porém, na medida em que se espera que tal teoria explique os desdobramentos dos princípios em leis e, depois, gradativamente, nos elementos mais próximos do nível de operacionalização – métodos e técnicas – esta se mostra fraca. Isso pode ser depreendido da análise das figuras 7 a 11. Há uma escassez teórica de métodos e técnicas, quando se compara o número destes ao número de princípios e leis. Então, a estrutura é claramente incompleta no que tange a métodos e técnicas, os quais são insuficientes para sustentar os objetivos, princípios e leis do STP. A literatura também é omissa no que se refere às tecnologias mais apropriadas para a implantação do STP. A teoria, em sua totalidade, é fraca porque não explica completamente e muito menos prevê.

Uma vez que a teoria, depois de lapidada, mostra a falta de descrição dos elementos de operacionalização, ela foge da possibilidade de expor-se aos testes de falseabilidade por ser incompleta. Na forma bruta, ela apresenta tantas variações nos termos usados para descrevê-la que torna muito difícil qualquer teste.

O conjunto de conceitos originais, ao apresentar incoerências nos termos, leva a inconsistências no aspecto relacional dos elementos, tornando-se insuficiente e de significado equívoco.

Quanto à existência de mecanismos para criar e usar o conhecimento na organização, especificamente no sistema produtivo, o assunto não é suficientemente discutido na literatura do Sistema Toyota. O uso de algumas técnicas, tais como as atividades de pequenos grupos, os sistemas de sugestões e a análise de valor, sinalizam que o conhecimento das pessoas é valorizado na organização. Porém, a literatura não se dedica ao relato de desdobramentos práticos além destes.

O papel humano na operacionalização do STP teórico é um tema que demanda aprofundamento. Ao longo do estudo do Sistema Toyota, o tratamento dado ao ser humano e o papel deste no sistema produtivo mostraram-se muito mais complexos do que à primeira vista. A existência de relações de longo prazo entre a empresa e o empregado, ao mesmo tempo que podem sinalizar a valorização das pessoas e a motivação das mesmas, também podem ser uma força de controle. A possibilidade do operário de chão-de-fábrica parar a linha pode ser vista como delegação de poder. Porém, pode ser vista como um controle, uma vez que tal operário fica fortemente pressionado a não errar para não se tornar alvo da atenção de toda a planta. O ser humano, no Sistema Toyota, tem em suas mãos, virtualmente, muito poder. Para que tal poder não fuja aos objetivos da organização, este mesmo ser humano está sujeito a fortes controles, de natureza diversa do conhecido controle ocidental. Há controles de natureza psicológica e indireta, muitos somente passíveis de funcionarem na cultura oriental, outros transponíveis ao ocidente. Uma vez que o poder virtual dos operários está sob controle da organização, ele, na prática, é um poder real da própria organização.

## **6.2 Aprimoramentos à abordagem**

A aplicação da abordagem ao Sistema Toyota de Produção permitiu identificar diversos aspectos passíveis de aprimoramento na mesma. Este item é dedicado ao encaminhamento de tais aprimoramentos.

Inicialmente, observa-se que as 47 questões propostas pela abordagem podem ser organizadas, utilizando-se, para isso, o critério da semelhança. Algumas questões abrangem, sob aspectos diferentes, os mesmos tópicos. O agrupamento das questões de mesma natureza facilita o raciocínio da pessoa que as responde. É interessante destacar que um primeiro

esforço de agrupamento foi feito no quadro 1, em dezoito tópicos: 1) capacidade de atender as demandas à época do seu surgimento; 2) robustez para ser transportado a outros contextos histórico-culturais; 3) totalidade; 4) abertura; 5) finalidade; 6) equifinalidade; 7) fluxos; 8) estabilidade dinâmica, retroação e regulação; 9) poder de explicação, previsão e coerência da teoria; 10) testes de falseabilidade para a teoria; 11) conjunto suficiente, coerente, unívoco conceitos; 12) conjunto suficiente e coerente de princípios; 13) leis suficientes, claras e coerentes; 14) métodos suficientes, claros, coerentes; 15) tecnologias suficientes, claras, coerentes; 16) técnicas suficientes, claras, coerentes; 17) mecanismos para criar, armazenar, difundir e utilizar conhecimento; 18) valorização das pessoas.

A seguir, percebe-se que as diversas questões apresentam diferentes impactos relativos sobre a consistência teórica do sistema produtivo. Sugere-se, então, propor uma ponderação relativa. O processo de estabelecimento dos pesos de importância poderia ser realizado, por exemplo, através do auxílio de especialistas em sistemas de produção. Uma vez estabelecidos os pesos, seria possível, até mesmo, o enxugamento das questões.

Finalmente, as questões precisam ser avaliadas de acordo com uma métrica. Também no quadro 1, utilizou-se uma primeira métrica. Cada questão poderia ser avaliada entre: forte, médio, fraco, inexistente ou inconclusivo, dependendo do grau em que tal questão é atendida pela teoria existente.

Quanto à forma, estes aprimoramentos podem ser consolidados numa matriz, apresentada na Figura 12, de tal modo que se obtenha uma visibilidade global da análise de consistência teórica feita pela abordagem.

A matriz da Figura 12 apresenta, na primeira coluna, os dezoito aspectos investigados pelas questões. A primeira linha da matriz repete tais aspectos, apresentando somente a numeração de 1 a 18. A segunda linha da matriz traz os pesos (Peso) de ponderação de cada um dos aspectos investigados, com relação ao impacto que têm sobre a consistência teórica do sistema produtivo. Estes pesos podem assumir, para cada um dos aspectos, os seguintes valores: fraco (1), médio (2) ou forte (4).

A matriz traz, no seu interior, os cruzamentos entre os diversos aspectos. No cruzamento do aspecto 1 com ele próprio, preenche-se com o impacto que este aspecto tem sobre ele mesmo, então assume-se o valor máximo de interação, ou seja, 9. Por isso, a diagonal da matriz é preenchida toda com o valor 9. Na medida em que um aspecto vai diminuindo o impacto que tem sobre o outro, os valores podem passar a 6, 3, 1 ou zero. Então, o interior da matriz mostra o grau de interação entre os diversos aspectos de interesse. Os valores 9 foram hachurados no tom mais escuro e os valores zero com o tom mais claro, de

modo que na diagonal superior da matriz tem-se a visibilidade das interações, mostrando, por exemplo, o forte grau de interação dos aspectos nove a dezoito, ou seja, aqueles que tratam especificamente da teoria.

A vigésima coluna mostra, novamente, os pesos (P) de cada aspecto. Ela é idêntica à segunda linha.

A coluna seguinte (G) mostra em que grau determinado aspecto atingiu o que dele era requerido. Esta coluna é preenchida com a seguinte escala: forte (9), médio (6), fraco (3) ou inexistente (0). Nesta matriz, os elementos inconclusivos foram avaliados com grau intermediário, para não prejudicar a ilustração.

A vigésima-segunda coluna (ST) mostra uma soma ponderada das interações entre um aspecto ou fator e os demais. A ponderação é feita de tal modo que uma interação com um fator mais importante tenha maior impacto. Por exemplo, para a quarta linha, ou seja, o terceiro fator: multiplica-se o peso do aspecto 1 (Peso=4) pelo valor da interação entre ele e o aspecto 3 (=0). Isto é repetido para o aspecto 2. Multiplica-se o peso do aspecto 2 (Peso=2) pelo valor da interação entre ele e o aspecto 3 (=0). Repete-se isto para o próprio fator 3, ou seja, o Peso=4 e a interação é (=9). Repete-se até o décimo-oitavo fator. Então, somam-se as parcelas e obtém-se o valor de ST=237 para o aspecto 3.

A coluna seguinte (T) resulta da multiplicação da coluna P (peso do aspecto) pelas colunas G (grau de atingimento dos objetivos) e ST (impacto devido à interação com os demais aspectos). Continuando o exemplo, o valor T=8532 resulta da multiplicação da importância do aspecto 3 (Peso=4) pelo grau de atingimento dos objetivos do aspecto 3 (G=9) e por ST=237. O resultado é:  $T = ST \times \text{Peso} \times G = 237 \times 4 \times 9 = 8532$ . O impacto relativo deste aspecto, atualmente, para a consistência teórica global é dado, em percentual, na última coluna. Ou seja, 6%.

A célula em destaque na última linha apresenta um valor representativo do percentual global em que o sistema produtivo está apresentando consistência teórica. Para a aplicação em questão, o valor obtido foi 61%.

Há que se destacar que a matriz da Figura 12 representa um avanço no sentido de viabilizar, por exemplo, a realização de atividades de discussão entre especialistas, simulando pesos diferentes e observando o impacto que determinado aspecto tem sobre o resultado final. O preenchimento dos valores da matriz tem um caráter mais ilustrativo do que conclusivo. Tanto a confecção final da matriz como o seu preenchimento poderiam ser melhorados, por exemplo, pela execução de atividades de *Focus Group*. Oliveira e Freitas (1997) aprofundam a discussão da realização de *Focus Group*.

QUESTÕES	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)	13)	14)	15)	16)	17)	18)	P	G	ST	T	%
Peso	4	2	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4					
1) demandas da época	9	0	0	0	3	0	3	6	6	1	6	3	3	9	9	9	6	3	4	9	277	9972	7
2) robustez a contextos	0	9	0	6	6	0	1	6	9	6	9	9	6	6	6	6	9	9	2	3	376	2256	2
3) totalidade	0	0	9	0	3	6	0	6	9	6	6	3	3	3	3	3	3	3	4	9	237	8532	6
4) abertura	0	6	3	9	3	1	6	9	3	3	3	3	3	3	3	3	6	9	4	9	280	10080	7
5) finalidade	3	6	6	3	9	0	6	9	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	4	9	483	17388	12
6) equifinalidade	0	0	0	1	0	9	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9	1	0	162	0	0
7) fluxos	3	1	6	6	6	3	9	9	1	1	1	6	3	6	3	6	3	3	4	9	284	10224	7
8) estabilidade dinâmica,	6	6	9	9	9	9	9	9	1	1	3	9	3	3	1	3	6	6	4	6	366	8784	6
9) teoria - explicação, previsão e	6	9	6	3	9	1	1	1	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	4	3	450	5400	4
10) testes de falseabilidade para a teoria	1	6	6	3	9	1	1	1	9	9	9	9	9	9	3	9	9	9	4	0	424	0	0
11) conceitos	6	9	3	3	6	1	1	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	6	4	3	428	5136	4
12) princípios	3	9	3	3	9	1	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	6	4	9	472	16992	12
13) leis	3	6	3	3	9	1	3	3	9	9	9	9	9	9	6	9	9	6	4	6	427	10248	7
14) métodos	9	6	3	3	9	1	6	3	9	9	9	9	9	9	6	9	9	9	4	3	475	5700	4
15) tecnologias	9	6	3	3	3	1	3	1	3	3	9	9	6	6	9	9	9	9	1	6	362	2172	2
16) técnicas	9	6	3	3	9	1	6	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4	3	478	5736	4
17) conhecimento	6	9	3	6	9	9	3	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4	6	492	11808	8
18) valorização das pessoas	3	9	3	9	9	9	3	6	9	9	6	6	6	9	9	9	9	9	4	6	456	10944	8
																				61		141372	

Figura 12 – Matriz de consolidação da verificação de consistência teórica

## CAPÍTULO 7

### 7 CONCLUSÃO

#### 7.1 Conclusões

No momento de apresentar as conclusões de um trabalho, é preciso confrontá-las com os objetivos propostos. É uma prática relativamente comum, ao chegar-se ao final de um trabalho acadêmico, reorientar os objetivos escritos no momento inicial, de tal modo que um casamento perfeito se ache entre a conclusão e tais objetivos, como se no decorrer do caminho nenhum percalço tivesse ocorrido. A verdade não é tão simples e, por isso mesmo, é mais interessante. A opção neste trabalho foi o confronto franco entre o que se propôs e o que se alcançou.

O *objetivo* geral era desenvolver uma forma de verificar a consistência teórica de um sistema produtivo. O *primeiro objetivo específico* consistia em criar uma abordagem capaz de identificar a presença ou não, numa proposição, dos elementos teóricos e práticos necessários e suficientes à conformação teórica de um sistema produtivo, permitindo expor inconsistências porventura existentes. O *segundo objetivo específico* era realizar uma aplicação sobre o Sistema Toyota de Produção, para testar a força da proposta. Paralelamente, o estudo do Sistema Toyota de Produção, realizado durante a aplicação, permitiria o aperfeiçoamento da sua forma teórica.

O caminho para compreender um sistema produtivo passou pelo estudo dos sistemas em geral e suas características. Neste ponto, foi preciso assumir uma decisão que a princípio poderia parecer paradoxal. Esta decisão consistiu de tratar de forma analítica, decompondo em partes, aquilo que claramente se sabe que, no todo, transcende as partes. Seria paradoxal se fosse uma opção, mas é uma restrição cognitiva. Seres humanos têm uma capacidade

limitada de compreender complexidades que abrangem diversos elementos e relações; por isso é que ainda se seguem as orientações cartesianas.

O estudo da teoria de sistemas em geral permitiu enumerar características pertinentes para sistemas de produção, tais como *abertura, complexidade, finalidade, totalidade, fluxo, regulação, retroação e estabilidade dinâmica*.

Ainda na busca do primeiro objetivo específico foi preciso sair da área de produção e visitar a área que trata do estudo do conhecimento científico. Tornou-se imperativo visitar tal área para identificar os fundamentos necessários à elaboração teórica de um conhecimento, qualquer que seja ele. Estes, a partir da leitura feita na literatura, foram sintetizados em elementos de ordem puramente teórica – princípios, leis e conceitos - e aqueles de ordem prática, mas demandantes também de explicações teóricas – métodos e técnicas. Os princípios se desdobram em leis. As leis precisam ser traduzidas em métodos e técnicas, que são as receitas do caminho a seguir. A distinção entre eles se dá pelo nível de detalhamento do modo de execução; enquanto os métodos ainda prescrevem caminhos relativamente gerais, as técnicas são mais específicas. Além destes, há os conceitos - representação da abstração mental, expressa em palavras -, que são usados para elaborar enunciados. A estrutura, por sua vez, traz a organização relativa dos elementos.

Estabelecidos os elementos necessários à explicação teórica de um sistema produtivo, a partir da teoria do conhecimento, o caminho de retorno à área de Engenharia de Produção foi feito, para investigar o que a literatura trazia como senso comum a respeito de tais sistemas. Três autores da área de produção foram estudados com mais detalhe. A escolha destes se fez com base no critério cronológico: um relativamente antigo (década de 70), mas ainda referenciado por autores atuais, e dois mais recentes. Dentre os recentes, um deles foi escolhido pela afinidade que tem com o Sistema Toyota (que foi usado como aplicação neste trabalho). Desejava-se comparar a estrutura teórica mínima proposta com as exposições teóricas feitas pelos autores que explicavam os sistemas produtivos, e verificar o uso ou não dos elementos propostos. O que se encontrou foram autores que abordam os sistemas produtivos a partir de um enfoque operacional, ou seja, tratam das funções a serem atendidas e dos elementos para operacionalizá-las. Os princípios onde estão os pressupostos teóricos de tais sistemas não são tratados, de forma geral. Quando são mencionados alguns princípios norteadores, não é feita a conexão destes com os elementos de operacionalização. Ou seja, observou-se que os autores na área de produção dificilmente estabelecem claramente a teoria subjacente aos elementos práticos apresentados. Para quem acredita que a discussão teórica

anterior à ação é relevante, as falhas destes autores em prover material para debate ficam evidentes.

A partir do que foi encontrado, procurou se suprir esta lacuna. A primeira tarefa consistia em definir o que era um sistema produtivo. Nesse momento, o que se percebeu foi que há infinitas respostas, todas elas corretas. É uma questão que envolve escolher sob qual prisma se está olhando o sistema produtivo, e, a partir de tal prisma, determinar quais os aspectos que serão considerados com um foco mais definido. É uma tarefa difícil, pois está sujeita, novamente, à restrição de que somente se consegue olhar por um lado do prisma de cada vez, e a realidade é muito maior do que aquela que se pode ver e mapear. Aceitando a restrição, a opção foi olhar o sistema produtivo sob o prisma que abrange a transformação da matéria-prima em produto acabado, o que se dá no chão-de-fábrica; pelas funções tradicionais, estaria se falando em *manufatura ou operação e planejamento e controle da produção*.

A primeira parte do primeiro objetivo específico havia sido alcançada. Faltava elaborar uma abordagem capaz de dizer até que ponto determinada proposição constituía um sistema de produção, do ponto de vista do atendimento de uma teoria estabelecida. Para tal, foi elaborada uma avaliação composta de quarenta e sete perguntas, abrangendo: i) as características dos sistemas em geral relevantes para os sistemas de produção, ii) os elementos da teoria do conhecimento necessários para a explicação de um sistema produtivo, iii) outros aspectos, como contexto cultural de surgimento e possibilidade de transferência a outras culturas. É importante mencionar que esta avaliação foi elaborada tendo em vista os resultados obtidos nos parágrafos anteriores, referentes a características de um sistema produtivo e elementos de um sistema teórico. Criada a abordagem, era recomendável testá-la. Então, o teste da abordagem veio ao encontro do atingimento do segundo objetivo específico: *realizar uma aplicação sobre o Sistema Toyota de Produção, para testar a força da proposta. E, paralelamente, pelo estudo do Sistema Toyota de Produção durante a aplicação, aperfeiçoar a forma teórica deste.*

No momento da primeira tentativa de submeter a teoria do Sistema Toyota à avaliação pela abordagem, percebeu-se que ela não atendia aos critérios mínimos de teste, uma vez que não apresentava coerência entre os termos que designavam os elementos nem clareza de relacionamento entre estes. Então, se fez necessária uma elaboração da teoria subjacente ao STP.

A elaboração da teoria do Sistema Toyota de Produção partiu da leitura das obras de Shingo, Ohno, Monden, Womack, Jones & Roos e Ghinato, principalmente. Durante a leitura

das obras, procurava-se reestabelecer a história e a cronologia de surgimento do Sistema Toyota de Produção. Foram “coleccionados” os trechos que se referiam à história, e estes foram reunidos em quadros que mostravam o desenrolar dos acontecimentos, década a década, desde 1900 até a década de 80. Foram, também, apresentados quadros que resgatavam a cronologia de cada elemento do sistema, como, por exemplo, *kanban*, troca rápida de ferramentas, *poka-yoke*, autonomia. Feito o estudo histórico, este foi revisado com o apoio da obra de Reischauer, que tratava da história do Japão. Listados os elementos do Sistema Toyota, era preciso organizar os mesmos de modo que compusessem uma teoria coerente. Isso foi feito tendo em mente as recomendações da teoria do conhecimento e a estrutura genérica composta de princípios, leis, métodos e técnicas. O resultado foi a organização da teoria do Sistema Toyota de Produção na forma de quatro princípios: 1) “A produção deve ser programada em função do tempo de atravessamento para atender a demanda no momento exato, operacionalizando o conceito *Just in time*”, 2) “Os estoques devem ser reduzidos continuamente, não somente pelas perdas diretas que representam, mas pelas perdas que indiretamente deles decorrem e que são: de espaço físico, de oportunidade e de ocultamento das ineficiências”, 3) “A necessidade de mão-de-obra deve ser reduzida continuamente” e 4) “As informações, as pessoas, os procedimentos de planejamento e controle da produção e os equipamentos devem estar sob controle sistemático e rigoroso, uma vez que o Sistema Toyota foi planejado para trabalhar sempre próximo dos limites”. Cada princípio, por sua vez, foi desdobrado. Assim, obtiveram-se treze leis, cinco métodos e quinze técnicas. A estrutura construída por estes desdobramentos procurou organizar os principais elementos do Sistema Toyota. Por exemplo, o princípio quatro gera a lei 12. Esta diz que “Os procedimentos de planejamento e controle da produção devem estar permanentemente visíveis a todos”. Por sua vez, a lei 12 depende, para ser operacionalizada, da técnica “xv”, ou *kanban*, que é utilizada para “informar a programação e mantê-la controlável por visibilidade constante em todos os pontos da linha”.

O estudo do contexto histórico de surgimento do Sistema Toyota, a identificação de seus elementos e a elaboração da teoria mostraram-se tão efetivos em aumentar a capacidade de compreensão, que foram incluídos na abordagem de avaliação como os três primeiros passos, precedendo a aplicação das questões.

A aplicação das questões, por sua vez, permitiu fazer algumas considerações. Os elementos de mais alto nível de abstração – princípios e leis - são contemplados de forma privilegiada pela literatura do Sistema Toyota, de modo que foi possível extrair os mesmos e apresentá-los. Porém, na medida em que se parte rumo à operacionalização, há um

descompasso quantitativo: muito poucas técnicas existem para construir o que os princípios prevêm. Isto significa que uma empresa que desejasse implementar o Sistema Toyota precisaria completar as lacunas e desenvolver, internamente, várias técnicas. Identificou-se, também, que o contexto cultural é determinante para a viabilidade ou não do funcionamento do Sistema Toyota. Observou-se que o elemento humano ocupa um papel significativo no STP. Para que este ser humano se comporte como desejado, ele é sujeito a diversas formas de controle somente aplicáveis em condições similares àquelas presentes na cultura do Japão.

Então, alcançou-se o segundo objetivo específico.

Neste ponto, o que se vê é que a abordagem de avaliação proposta, composta de quatro passos, se mostrou capaz de avaliar a consistência teórica de um sistema produtivo, no caso, o Sistema Toyota, mostrando suas deficiências. Então, alcançou-se o objetivo geral, ou seja, *desenvolveu-se uma forma de verificar a consistência teórica de um sistema produtivo*. A utilidade da abordagem consiste na possibilidade de que as configurações que se auto-denominam sistemas produtivos possam ser expostas a análises objetivas, eliminando assim as figuras de retórica que dizem, por exemplo, que os princípios de um determinado sistema produtivo são amplamente aplicáveis e transferíveis às diversas realidades, quando nem ao menos os autores se detiveram a explicitar com clareza quais sejam estes princípios.

Alguma auto-crítica cabe ser feita. Esta diz respeito aos termos usados na elaboração da estrutura teórica genérica. Será que é correto usar “leis” para elementos de um campo de conhecimento que é, na realidade, a aplicação de diversos campos de conhecimento, não sendo puro e, portanto, não sendo considerado por muitos como “ciência”? Será que “recomendações primeiras” podem ser chamadas de “princípios”, pelo mesmo argumento anterior? A diversidade de autores mostra que não há consenso, hoje, sobre o que seja “ciência”. Quanto à auto-crítica, a resposta que se coloca é que talvez estes, efetivamente, não sejam os melhores termos, uma vez que historicamente vêm sendo usados no campo das ciências básicas (tais como Matemática e Física), e que sempre haverá aqueles que acreditam numa ciência pura, livre de subjetividades. Porém, esta autora não compartilha da crença de que determinados campos de conhecimento devam ser tratados como ciência e outros não, simplesmente usando como critério a essência do que se estuda. Então, aceita-se como válido o uso de termos como princípios e leis num campo de conhecimento reconhecido como técnico e aplicado, ainda que estes termos possam causar alguma controvérsia. Mais ainda, acredita-se que as áreas técnicas e aplicadas requerem um esforço maior para estabelecer seus contornos teóricos. Contudo, os pesquisadores dessas áreas não podem furtar-se ao desafio de

estabelecer suas estruturas teóricas, uma etapa fundamental – imprescindível – para viabilizar o alcance a patamares mais elevados do conhecimento.

## **7.2 Recomendações para futuros trabalhos**

O final deste trabalho conduz à confirmação de que os esforços de racionalização e explicitação do conhecimento são necessários para a evolução do mesmo. Enquanto se permite que um conhecimento seja aplicado sem que se tenha a clareza da teoria subjacente ao mesmo, se está agindo no campo da intuição, com todas as vantagens e desvantagens que dela decorrem. De forma conservadora, o que se propõe é que aqueles que atuam em áreas técnicas, de aplicação, não deixem de preocupar-se com o rigorismo do conhecimento a ser aplicado.

Quanto à aplicação da abordagem ao Sistema Toyota, mesmo esta tendo atingido seus objetivos, fica a sugestão de que uma nova aplicação ao mesmo sistema possa abranger, nos passos 1 e 2, um maior número de autores ocidentais.

Quanto à continuação do trabalho, necessariamente ela consistiria do aprimoramento da abordagem de avaliação, através das sugestões do item 6.2 e de mais estudos na área epistemológica, acompanhados de aplicações a outros casos práticos. Acredita-se que uma nova possibilidade se abriria pelo acompanhamento dentro das empresas cujo sistema produtivo está sendo estudado. Este permitiria que se observassem aqueles elementos normalmente não explicitados, que são omitidos na teoria e que a tornam incompleta em relação às práticas vigentes.

Explicando melhor, no campo da Engenharia de Produção, é possível que a prática revele estruturas teóricas que ainda não se encontram explicitadas nos livros e artigos. A presente tese explorou o material existente na literatura. Outras pesquisas visando a identificação e avaliação de estruturas teóricas poderiam explorar a prática existente nos diversos ramos industriais.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- AKTURK, M. S., ERHUN, F. An overview of design and operational issues of kanban systems. **International Journal of Production Research**, v.37, n.17, 3859-3881, 1999.
- ANTUNES Júnior, J.A.V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. Porto Alegre, 1998, [Tese de doutorado – PPGA/UFRGS].
- BERTRAND, Yves & GUILLEMET, Patrick **Organizações: uma abordagem sistêmica**. Lisboa: Instituto Piaget, 1988.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- BROX, J.A. & FADER, C. The set of just-in-time management strategies: an assessment of their impact on plant-level productivity and input-factor substitutability using variable cost function estimates. **International Journal of Production Research**, v.40, n.12, 2705-2720, 2002.
- BURCHER, Peter, DUPERNEX, Simon & RELPH, Geoffrey The road to lean repetitive batch manufacturing: modelling planning system performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.2, 1996, p. 210-220.
- CAPRA, Fritjof **As conexões ocultas**. São Paulo: Cultrix, 2002.
- CARNEGIE, Dale **Como evitar preocupações e começar a viver**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1956.
- CARRIE, Allan **Simulation of manufacturing systems**. New York: John Wiley, 1988.
- CHERUBINI NETO, Reinaldo O que é conhecimento? sintetizando epistemologia, metodologia e teoria de sistemas em uma nova proposição. **ReAd eletrônica**, v.8, n.1, março de 2002. Disponível em <http://www.read.adm.ufrgs.br>.
- DAVIS, Mark M., AQUILANO, Nicholas J, & CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DAVY, Jeanette A. et all. A derivation of the underlying constructs of just-in-time management systems. **Academy of Management Journal**, v.35, n.3, 653-670, 1992.
- DESCARTES, René **Discurso sobre o método**. São Paulo: Hemus, 19\_\_.
- DIAS, Marco Aurélio **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1993.

- DICIONÁRIO ABL - DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA DA ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, NASCENTES, Antenor, 1943.
- DICIONÁRIO AURÉLIO ELETRÔNICO SÉCULO XXI - FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda Ferreira – versão 3.0 – Editora Nova Fronteira, 1999.
- DOSWELL, Andrew **Foundations of business information systems**. New York: Plenum press, 1985.
- EMERY, Frederick Edmund. **Systems thinking: selected readings**. Middlesex: Penguin Books, 1972.
- ENCICLOPÉDIA MIRADOR INTERNACIONAL – Editora: Encyclopaedia Britannica Internacional – São Paulo, 1976.
- FLOOD, R.L., JACKSON, M.C. & KEYS, P. **System prospects: the next ten years of systems research**. New York: Plenum Press, 1989.
- FORD, Henry **Minha vida e minha obra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1926.
- GARG, Dixit & DESHMUKH, S.G. JIT purchasing: literature review and implications for Indian industry. **Production Planning & Control**, 1999, v.10, n.3, p.276-285.
- GHINATO, Paulo **A study on the work force assignment in U-shaped production systems**. Kobe, 1998, [Tese de doutorado – Graduate School of Science and Technology/Kobe University].
- GHINATO, Paulo **Elementos para a compreensão de princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção: “automação“ e “zero defeitos”**. Porto Alegre, 1994, [Dissertação de mestrado – PPGE/UFGRS].
- GIL, Antonio Carlos **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GILMORE, M. & SMITH, D. J. Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: an action research study. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.3, 1996, p. 4-17.
- GROUT, John R. Mistake-proofing production. **Production and Inventory Management Journal**, 3<sup>rd</sup> quarter, 1997, p. 33-37.
- HARDING, Hamish Alan **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1992.
- HALL, John Whitney **El imperio japonés**. Madri: Siglo XXI editores, 1975.
- HOBBS Jr., O.K. Managing JIT toward maturity. **Production and Inventory Management Journal**, 1<sup>st</sup> quarter, 1997, p. 47-50.
- HORN, G.Scott & COOK, Robert Lorin Heinjunks transportation measure: development and application. **Production and Inventory Management Journal**, 4<sup>th</sup> quarter, 1997, p. 32-38.

- HURLEY, Simon F. & WHYBARK, D. C. Comparing JIT approaches in a manufacturing cell. **Production and Inventory Management Journal**, 2nd quarter, 1999, p. 32-37.
- JMA - Japan Management Association. **Kanban – Just-in-time at Toyota: management begins at workplace**. Cambridge: Productivity Press, 1986.
- JOLIVET, Régis **Curso de filosofia**. Rio de Janeiro: Agir, 1955 – segunda edição.
- KARLSSON, Christer & AHLSTROM, Par Assessing changes toward lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.2, 1996, p. 24-41.
- KRAJEWSKI, Lee J. e RITZMAN, Larry P. **Operations management: strategy and analysis**. New York: Addison-Wesley, 1999.
- LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Maria de Andrade **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1995 – segunda edição.
- LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Maria de Andrade **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1988.
- LAU, R.S.M. A synergistic analysis of joint JIT-TQM implementation. **International Journal of Production Research**, v.38, n.9, 2037-2049, 2000.
- LEAN INSTITUTE BRASIL **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Editado por Chet Marchwinski e John Shook. Lean Institute: São Paulo: 2003.
- LESCHKE, John P. The setup-reduction process: part 1. **Production and Inventory Management Journal**, 1<sup>st</sup>quarter, 1997, p. 32-42.
- LI, J.-W., BARNES, J. Investigating the factors influencing the shop performance in a job shop environment with kanban-based production control. **International Journal of Production Research**, v.38, n.18, 4683-4699, 2000.
- McINTOSH, R.I., CULLEY, S.J., MILEHAM, A.R. & OWEN, G.W. A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology. **International Journal of Production Research**, v.38, n.11, 2377-2395, 2000.
- McMULLEN, P.R., TARASEWICH, P. e FRAZIER, G.V.. Using genetic algorithms to solve the multi-product JIT sequencing problem with set-ups. **International Journal of Production Research**, v.38, n.12, 2653-2670, 2000.
- MÉLÈSE, Jacques **A gestão pelos sistemas**. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1973.
- MIRANDA, Francisco Pontes de **Democracia, liberdade, igualdade: os três caminhos**. São Paulo: Saraiva, 1979 - segunda edição.

- MODARRES, B., ANSARI, A. & WILLIS G. Controlled production planning for Just-in-Time short-run suppliers. **International Journal of Production Research**, v.38, n.5, 1163-1182, 2000.
- MONDEN, Yasuhiro **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.
- MONDEN, Yasuhiro **Sistemas de redução de custos: custo-alvo e custo kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 1999.
- MORA, José Ferrater **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1001.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- MOTTA, Paulo César Delayti Nem tudo que reluz é ouro: o *just-in-time* e o mito da superação do taylorismo. **Caderno CRH**, Salvador, n.24/25, p.69-108, jan/dez, 1996.
- MOTTA, Paulo César Delayti Ambigüidades metodológicas do *just-in-time*. In: Encontro Anual da Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração XVII (ENANPAD).. Salvador, 1993. **Anais...** . Salvador: ANPAD, v.3, Administração da Produção, p.46-57.
- MOXHAM, Claire & GREATBANKS, Richard Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: a study in a textile processing environment. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.18, n.4, 2001, p. 404-414.
- NONAKA, Ikujiro & Takeuchi, Hirotaka **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- OHNO, Taiichi MITO, Setsuo **Just-in-time for today and tomorrow**. Cambridge: Productivity Press, 1986.
- OHNO, Taiichi **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, Miriam e FREITAS, Henrique Focus group, método qualitativo de pesquisa: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. **Documentos para estudo PPGA-UFRGS**, Porto Alegre, n.5, 1997.
- OUCHI, William **Teoria Z: como as empresas podem enfrentar o desafio japonês**. São Paulo: Nobel, 1986.
- PADUA, Jorge **Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales**. México: Fondo de cultura económica, 1979.
- PASA, G. S., RIBEIRO, J. L. D. Evidências do uso de *joint ventures* para viabilizar a implantação do Sistema Toyota de Produção fora do Japão. In: **2a Semana de Engenharia de Produção e Transportes**, 2002, Porto Alegre – RS, v. único.

- PASA, G. S., RIBEIRO, J. L. D. A engenharia da qualidade nos sistemas de produção sem estoques. **Anais do XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 1995**. São Carlos: ENEGEP, v.1, p.344-348.
- PASA, Giovana Savitri Discussão sobre a relevância e o caráter científico do estudo dos princípios do Sistema Toyota de Produção e da aplicabilidade dos mesmos. **Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 2001**. Meio digital. Salvador, 2001.
- POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 1972.
- REISCHAUER, Edwin O. **Japon: historia de una nacion**. Mexico: Fondo de cultura económica, 1986.
- RIGGS, James L. **Production systems: planning, analysis, and control**. New York: John Wiley, 1970.
- SALE, M.L. & INMAN, R.A. Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC. **International Journal of Production Research**, v.41, n.4, 829-844, 2003.
- SCHONBERGER, Richard J. **Fabricação classe universal: a próxima década – simplificando processos produtivos para competir no século XXI**. São Paulo: Futura, 1997.
- SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1984.
- SCHUMACHER, Cristina, MOTTA, Paulo César Delayti O modelo japonês de gestão sob a perspectiva da relatividade lingüística: uma ferramenta para a avaliação da transferibilidade. In: Encontro Anual da Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração XX (ENANPAD).. Angra dos Reis, 1996. **Anais...** . Angra dos Reis: ANPAD, v.1, Organizações, p.23-27.
- SELLTIZ, C. et all. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.
- SENGE, Peter M. **A quinta disciplina**. São Paulo: Best seller, 1990.
- SHINGO, Shigeo **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SHINGO, Shigeo **Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement**. Cambridge: Productivity Press, 1988.
- SHINGO, Shigeo **Study of Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint**. Cambridge: Productivity Press, 1981.
- SHINGO, Shigeo **The sayings of Shigeo Shingo**. Cambridge: Productivity Press, 1987.

- SHINGO, Shigeo **Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system.**  
Cambridge: Productivity Press, 1986.
- SILVA, Silvio Ceroni, ANTUNES Jr., J.A.V. O sistema kanban e a flexibilização da produção: um estudo de caso. **Anais do XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 1995.** São Carlos: ENEGEP, v.3, p.1525-1529.
- TAYLOR, Frederick Winslow **Princípios de administração científica.** São Paulo: Atlas, 1990.
- UMBLE, M. Michael & SRIKANTH, Mokshagundam L. **Synchronous manufacturing.**  
Cincinnati: South-western, 1990.
- WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOODGATE, Ralph W. **Managing the manufacturing process: a pattern for excellence.**  
New York: John Wiley, 1991.
- YOUNG, S. Mark A framework for successful adoption and performance of japanese manufacturing practices in the United States. **Academy of management review**, v.17, n.4, p.677-700, 1992.

## ANEXO

### ANEXO - HISTÓRICO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Para estabelecer-se uma ordenação, optou-se por apresentar a história do Sistema Toyota de Produção (STP) organizada em seqüência cronológica. Em cada período, são apresentados os fatos históricos pertinentes ao tema, ocorridos nos seguintes âmbitos: *mundo*, *Japão* e *Toyota*, e também são apresentados os elementos do STP surgidos.

O histórico é aqui apresentado na forma de texto e, também, de quadros. O texto apresenta um panorama completo e uma leitura mais fluída, enquanto os quadros concentram a informação. Cada item de texto e cada quadro marcam uma década; ou seja, inicia-se na década de 1900 a 1909, correspondendo ao Quadro 2 – Histórico da década de 1900 a 1909, e finaliza-se no Quadro 11 - Histórico da década de 90.

Merece nota o fato de que, algumas vezes, informações contidas em livros diferentes (até mesmo de um único autor) trazem datas diferentes para um mesmo fato. Percebe-se, entretanto, que são variações de poucos anos, mostrando que os autores mantêm coerência; eles apenas perdem-se na precisão dos anos, o que é compreensível quando se vê que os mesmos, ao escreverem, trataram de fatos passados há cinquenta anos ou mais.

#### Os anos de 1900 a 1909

##### *Mundo*

No campo da produção automobilística, 1900 a 1909 foram anos de produção artesanal. Porém, o início das atividades de Henry Ford veio ser o prenúncio da produção em massa. “O modelo T da Ford, em 1908, foi o vigésimo projeto de um período de cinco anos” (WOOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.14). As atividades de Ford nesses anos foram bastante intensas, formando a base da indústria que floresceria nas décadas seguintes.

## **Japão**

É interessante voltar no tempo até o Período Tokugawa ou Edo (1600-1867). Alguns fatos marcam mudanças que viriam. Reischauer (1986, p.90) diz explica que no século XVII houve um significativo crescimento econômico e, ao mesmo tempo, uma estabilização no crescimento da população. Isto gerou uma contínua melhoria do nível de vida. Sugere-se como explicação o fato de que no Japão se aceitava a herança por adoção. “Em outros países era necessária uma grande quantidade de filhos para garantir a continuação da família e assegurar segurança aos pais na velhice” (REISCHAUER, 1986, p.90). No Japão, um genro, o filho de um parente ou qualquer pessoa completamente estranha podia servir como herdeiro. “Assim era possível reduzir o tamanho das famílias, mesmo que por infanticídio, como ocorria com as famílias dos camponeses pobres” (REISCHAUER, 1986, p.90).

“De qualquer forma, a população japonesa permaneceu estável durante um século e meio, enquanto a produção aumentava. Como resultado, os japoneses se tornaram possivelmente o povo mais rico *per capita* do que qualquer povo asiático. Um sinal disto pode ser visto pela taxa de alfabetização que, na primeira metade do século XIX, havia chegado a 35%, ou seja, uma cifra perfeitamente comparável aos países ocidentais da época” (REISCHAUER, 1986, p.90).

O período Tokugawa foi marcado também por uma crescente produção industrial. Houve o seguimento de doutrinas neo-confucianas que ressaltavam o valor moral da autoridade política e a necessidade de uma lealdade absoluta. Havia pessoas que procuravam uma interpretação mais prática dos valores confucianos. Também ocorreu o surgimento de uma consciência nacional e o interesse pela linhagem imperial.

É importante ressaltar que o conhecimento histórico que se recomenda na abordagem de avaliação dos sistemas produtivos é muito maior do que aquele que se possa resumir em alguns tópicos. A compreensão de um determinado ambiente requer a leitura de obras completas, de mais de um autor, sobre o período. Do contrário, se estaria incorrendo numa simplificação ingênua. O que se pretende nestes tópicos é dar realce a alguns pontos percebidos como relevantes e não escrever sobre tudo o que foi estudado e que consiste essencialmente em obras históricas disponíveis. Voltando à leitura, Reischauer (1986, p.98) diz:

“De muitas maneiras, o período Tokugawa foi marcado por mudanças lentas, mas, notáveis. Foi quando se estabeleceram as bases econômicas, sociais e intelectuais do Japão moderno. Os japoneses tiveram a oportunidade de elaborar e aperfeiçoar a sua própria herança cultural. Foram estimulados por novas influências da China e, em menor grau, do Ocidente. Em que pese o seu relativo isolamento em relação ao mundo e a estabilidade de seu sistema político feudal, a economia e a sociedade não estagnaram. Ao contrário, deram sinais de contínuo crescimento e constante inquietude. (...) As claras linhas traçadas entre as classes foram se apagando quando os samurais, empobrecidos, passaram a se casar com as filhas de comerciantes ricos

para salvar suas finanças. Da mesma forma, camponeses ambiciosos tentavam alcançar a categoria de samurais” (REISCHAUER, 1986, p.98).

Não desprezando os significativos acontecimentos internos, foram surgindo fortes pressões externas do Ocidente. E, agora, meados do século XIX, este Ocidente se apresentava mais forte do que havia sido no início do século XVII, quando foi expulso pelos japoneses. “E foi esta pressão que deu ímpeto à derrocada do sistema Tokugawa, já debilitado internamente, abrindo, assim, caminho para o surgimento de um novo Japão” (REISCHAUER, 1986, p.99).

Na primeira metade do século XIX, norte-americanos, ingleses e russos enviaram expedições para pedir aos japoneses a abertura de suas portas aos barcos estrangeiros. Não tiveram sucesso. Em 1853 o governo dos Estados Unidos, interessado em portos para abastecerem seus navios e em estabelecer relações comerciais, forçaram a abertura do Japão, enviando uma ameaçadora frota à baía de Tokio.

Inicia-se o período Meiji em 1868. Neste, surgiram mudanças que foram chamadas de Restauração Meiji. “Teoricamente, este movimento teria ‘restaurado’ o regime imperial da antiguidade. Porém, nada disto ocorreu realmente” (REISCHAUER, 1986, p.110). Os samurais e cortesãos, que efetivamente governavam, mantinham respeito pelo imperador, mas, buscavam seus modelos inovadores no Ocidente a eles contemporâneo. Apesar de antigos títulos cortesãos e nomes de velhas instituições terem sido retomados, foram somente os nomes que reviveram, e não as instituições. As verdadeiras mudanças se fizeram sob o lema: “um país rico e um exército forte”. E estas mudanças consistiram no abandono da estrutura feudal da sociedade e na adoção das instituições de um governo moderno centralizado nos moldes ocidentais. Era a única esperança de o Japão retomar a igualdade diplomática com os demais países. Em 1871 houve a uniformidade da moeda, com o yen.

“Havia uma urgente necessidade de criar estruturas de comunicação e indústrias, bem como um exército poderoso, se o Japão desejava livrar-se das potências estrangeiras e do dilúvio de produtos estrangeiros. Contra estes últimos, os impostos fixados nos tratados ofereciam pouca proteção. O novo governo estendeu linhas telegráficas por toda a nação, para facilitar e controlar as comunicações, e, em 1871, criou um sistema postal. Melhorou os portos e começou a construção de ferrovias em 1872, com uma linha entre Tokio e o porto de Yokohama: uma distância de 32 quilômetros. Iniciou um ambicioso programa de fomento na ilha fronteiriça do norte, Hokkaido. (...) Criou uma moderna indústria de munições, para que o Japão se livrasse da importação de armas ocidentais. Também fomentou a mineração e construiu plantas piloto em diversos setores” (REISCHAUER, 1986, p.114).

Nas primeiras décadas Meiji, houve uma preocupação em aprender com o Ocidente, e estudantes selecionados foram enviados ao exterior. Durante o decênio de 1870 a 1880 houve uma grande inclinação a tudo o que era ocidental, com o lema “civilização e ilustração”. Além disso, a educação interna mereceu destaque.

“Os novos governantes reconheceram, desde o princípio, que um estado moderno necessitaria urgentemente de um sistema de educação popular. A partir de 1871, criaram um Ministério de Educação, que, imediatamente lançou um ambicioso programa de educação universal tanto para meninos como meninas. (...) Até 1907 nem todas as crianças conseguiam ir à escola” (REISCHAUER, 1986, p.116).

Como resultados do esforço educacional, a sociedade japonesa do início do século XX era muito mais igualitária do que a sociedade inglesa, por exemplo. Um aspecto negativo era o uso da educação com fins de doutrinação nacionalista.

Uma praga na seda da Europa, em 1860, veio favorecer o Japão e promover as exportações deste produto e o aprimoramento desta indústria (fiação mecânica). O comércio da seda gerou prosperidade e inflação, que beneficiou o povo, pela redução do valor real dos tributos. Já, o governo, teve problemas. Não era possível tomar empréstimos no exterior, então, foi necessário privatizar algumas áreas não estratégicas. A privatização foi um bom negócio para os compradores, levando a uma concentração dos recursos industriais.

“O primeiro sucesso considerável foi na fiação de algodão, no meio da década de 1880, e este sucesso foi seguido por vários outros setores industriais. Ao final do século (XIX), o Japão estava bem encaminhado na industrialização, mas, em parte devido às reformas de Matsukata (as privatizações), os benefícios financeiros deste desenvolvimento se concentraram nas mãos de um grupo relativamente pequeno de homens, alguns dos quais chegaram a ser grandes magnatas financeiros que os japoneses chamaram de zaibatsu, “a camarilha financeira” (REISCHAUER, 1986, p.120).

### *Toyota*

A Toyota Motor Company ainda não existia. Mas, em 1901, Sakichi<sup>2</sup> Toyoda, que viria a ser o fundador da corporação Toyota, já começava a pensar em inventar um tear auto-ativado (OHNO APUD GHINATO, 1994, p.92).

## **Década de 10**

### *Mundo*

De agosto de 1914 a novembro de 1918, o mundo viveu a I Guerra Mundial, conflito que envolveu, de um lado, as ‘potências aliadas’ (França, Reino Unido, Rússia, Itália, Estados

---

<sup>2</sup> **Sakichi Toyoda** – (1867-1930) – Pai de Kiichiro Toyoda e tio-avô de Eiji Toyoda - Fundador da Toyota Industries Corporation e da Toyota Spinning and Weaving Company. Instigou Kiichiro a ingressar na produção de automóveis. Em 1896 inventou o primeiro tear japonês movido a energia, e, em 1924 ele inventou o tear automático tipo G da Toyota com troca de lançadeira sem parada da máquina, considerado o melhor do mundo na época. (<http://www.toyota-industries.com> em 2003)

Unidos, Japão, Romênia, Sérvia, Montenegro, Grécia, Brasil, Portugal) e, de outro, os ‘impérios centrais’ (Alemanha e Áustria-Hungria, auxiliadas pela Turquia e Bulgária).

Enquanto isto, nos Estados Unidos, a indústria de Ford crescia de forma significativa, tanto na quantidade de carros produzidos como na habilidade de produzir. As bases da produção em massa estavam sendo erigidas. Woomack, Jones e Roos (1992, p.17) apresentam os avanços ocorridos entre os anos de 1913 e 1914: redução de 62% no tempo de montagem do motor, redução de 75% no tempo de montagem do gerador e redução de 83% no tempo de montagem do eixo. Os números, por si, falam dos avanços. “No aspecto gerencial, Henry Ford lançou, em 1914, o revolucionário salário de 5 cinco dólares ao dia. Este foi o início da produção industrial moderna e o início das complicações entre trabalhadores e máquinas” (OHNO & MITO, 1986, p.116).

### ***Japão***

Em 1911 o Japão restabelece a igualdade jurídica com o Ocidente, retomando a autonomia sobre as tarifas de comércio exterior. Em 1914 a I Guerra Mundial deu ao Japão uma oportunidade de expansão. Em 1918, o Japão saía da I Guerra como principal rival da Inglaterra pelo domínio da China. Comercialmente, a Primeira Guerra também deu ao Japão os mercados da Ásia, pois estes encontravam-se isolados das fábricas da Europa.

#### **Quadro 2 -Histórico da década de 1900 a 1909**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.12, 14, 19, 24), Ohno apud Ghinato(1994) e Ohno & Mito (1986, p. 52, 53, 78)**

<b>Ano</b>	<b>Eventos</b>
1867 – 1912	Ocorre a Restauração Meiji que viria a refletir na história industrial do Japão.
1901	Sakichi Toyoda começou a pensar em inventar um tear auto-ativado.
1903	Modelo A da Ford.
1905	Centenas de companhias na Europa Ocidental e América do Norte estavam produzindo automóveis em pequenos volumes e usando técnicas artesanais.
1906	Na fábrica do Cadillac a consistente intercambiabilidade de todas as peças de um veículo foi alcançada.
1908	O Modelo T da Ford foi o vigésimo projeto surgido num período de cinco anos. Surge o montador qualificado da fábrica de produção artesanal de Ford de 1908.

## ***Toyota***

Em 1910, Sakichi Toyoda visita os Estados Unidos pela primeira vez. “Durante seus quatro meses na América, Sakichi deve ter entendido o que era um automóvel e como ele poderia se tornar. Ao retornar ao Japão, ele freqüentemente dizia que agora estavam na era do automóvel”. Concordando com os desejos de seu pai Sakichi, o filho Kiichiro<sup>3</sup> entraria no negócio de carros (OHNO, 1997).

Em 1918, Sakichi Toyoda fundou a Toyoda Spinning and Weaving Co., um empreendimento da família Toyoda no setor têxtil (Tom Raytel, 1996, [http://www.courierpress.com/toyota/toy\\_032096.html](http://www.courierpress.com/toyota/toy_032096.html)).

## **Década de 20**

### ***Mundo***

Iniciam os anos 20:

“Nos anos 20, a economia norte-americana iniciou um novo período de expansão. Com esta expansão, veio também um novo fenômeno e o mercado mudou. As mudanças no mercado automobilístico podem ser separadas em quatro categorias: estabelecimento de um plano de vendas, o comércio envolvendo carros usados, a chegada dos modelos sedan e o aparecimento dos modelos anuais” (SLOAN APUD OHNO & MITO, 1986, p.64 e 65).

Quanto à produção em massa, a década de 20 foi o auge. “Ford, em 1920 atingiu o pico de produção de 2 milhões de veículos iguais num ano” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.17).

Enquanto isso, Sloan, da General Motors (GM), percebeu a necessidade de oferecer para o mercado produtos diversificados. Em 1925, de modo a satisfazer o mercado mais amplo que a General Motors desejava atender, Sloan desenvolveu uma faixa de cinco modelos de produtos (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.29). Ohno relata que, de acordo com Sloan, o mercado dos Estados Unidos, que era um mercado de classe mais alta, foi transformado em um mercado maior que demandava carros para o público em geral. O novo mercado exigia um carro constantemente aperfeiçoado para todos (OHNO, 1997).

---

<sup>3</sup> **Kiichiro Toyoda** – (1894-1952) - Filho de Sakichi Toyoda e tio de Eiji Toyoda; participou ativamente na fundação da *Toyota Motor Company* e na criação do Sistema Toyota de Produção.

**Quadro 3 - Histórico da década de 10**

**Fontes consultadas:** Enciclopédia Mirador Internacional (1976, v.11, p.5552), Ohno (1997), Womack, Jones & Roos (1992, p.16, 18, 19, 21, 24, 223, 227, 312), Tom Raytel (1996, <http://www.courierpress.com/toyota/toy032096.html>) e Ohno & Mito (1986, p.116).

Ano	Eventos
1910	Sakichi Toyoda visita os Estados Unidos pela primeira vez. Durante quatro meses na América Sakichi compreendeu o que era um automóvel e vislumbrou o que ele viria a se tornar. Ao retornar ao Japão, instou o filho Kiichiro a entrar no negócio de carros.
1913	O ciclo de tarefa médio do montador da Ford havia caído de 514 para 2,3 minutos.
1914	Ford lança o salário de cinco dólares por dia.
1914 a 1918	De agosto de 1914 a novembro de 1918, o mundo vive a I Guerra Mundial. De um lado, estavam as 'potências aliadas' (França, Reino Unido, Rússia, Itália, Estados Unidos, Japão, Romênia, Sérvia, Montenegro, Grécia, Brasil, Portugal) e, de outro, os 'impérios centrais' (Alemanha e Áustria-Hungria, auxiliadas pela Turquia e Bulgária).
1914 a 1924	Entre 1914 e 1924, as inovações industriais de Henry Ford e Alfred Sloan destruíram uma vigorosa indústria norte-americana: a produção artesanal de veículos motorizados. Durante esse período, o número de companhias automobilísticas caiu de mais de 100 para cerca de uma dúzia, das quais três – Ford, General Motors e Chrysler – representavam 90 por cento de todas as vendas.
1915	Aproximadamente em torno deste ano o operário era intercambiável. Isso porque a especialização do trabalho tinha chegado ao ponto em que um montador precisava de apenas poucos minutos de treinamento.  Ford se aproximava da completa integração vertical.  Em Highland Park, Ford introduziu duas máquinas dedicadas, que produziam lotes de 15 e 30 peças. Toda a habilidade em usinar passou a se incorporar na máquina e o custo do processo despencou.
1918	Sakichi Toyoda fundou a Toyoda Spinning and Weaving Co.
1919	A linha de montagem final de William Morris, fundador da Oxford Motor Company (e sua subsidiária MG) apresentava, em 1919, 18 tarefas distintas, enquanto que a linha de montagem de Ford, em 1914, possuía 45 tarefas distintas.  A Ford estava presente em inúmeros países. Instalou sua primeira unidade de montagem no Brasil em 1919. Os kits encaixotados iam por navio de Detroit ao porto de Santos e os automóveis Ford eram montados um a um na fábrica do bairro Ipiranga em São Paulo.

Na Ford, em 1926, devido às políticas governamentais e às barreiras alfandegárias, os automóveis eram montados em mais de 36 cidades norte-americanas e em 19 outras nações (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.22).

“Em 1927, último ano de produção do modelo T, Ford se defrontava com uma demanda em queda, as vendas já não cobrindo os custos. (A demanda caiu porque a General Motors estava oferecendo um produto mais moderno por um preço um pouquinho maior. Além do mais, um automóvel GM de um ano anterior custava menos do que um Ford novo)”. (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.25)

Quanto à distribuição dos automóveis, os revendedores funcionavam como amortecedores das flutuações do mercado. “O resultado, em plena prática nos anos 20, foi um sistema de pequenos revendedores financeiramente independentes, mantendo vastos estoques de carros e caminhões à espera dos compradores” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.56).

“Em 1926, nos Estados Unidos, Walter A. Shewhart da Bell Laboratories (o mentor de Deming) começava a desenvolver as técnicas de controle de qualidade no estilo norte-americano, que seriam o germe da origem do TQC” (OHNO & MITO, 1986, p.121).

### *Japão*

No âmbito dos empreendimentos e da indústria, Sakichi Toyoda se refere enfaticamente à idéia de que o povo japonês devia desafiar o mundo com sua inteligência (OHNO, 1997). Em 1921, o príncipe herdeiro Hirohito viaja à Europa, e, em novembro, assume como príncipe regente. Em 1923 ocorre o grande terremoto de Kanto, que destrói metade de Tóquio e parte de Yokohama, causando 130.000 mortes. Em 1925 é instituído o voto “universal” para os homens. Em 1926 morre o imperador Taisho e Hiroito assume.

O regresso dos europeus aos mercados da Ásia trouxeram dificuldades ao Japão. Muitos bancos quebraram em 1927 e, em 1929, começou a depressão mundial, afetando sensivelmente o comércio exterior. Entre 1925 e 1931 os preços do arroz e da seda tiveram quedas acentuadas, levando a população rural a viver no limiar da fome. A economia apresentava um caráter bipolar. Enquanto algumas empresas viviam numa realidade muito produtiva e moderna, as empresas tradicionais, as empresas de serviços e a agricultura apresentavam baixa produtividade. O Japão rural se mostrava muito atrasado em relação às cidades. No período que seguiu a Primeira Guerra Mundial as dificuldades favoreciam o surgimento de atritos entre empregados e patrões. Ao final dos anos 20, uns 300.000 trabalhadores já se encontravam organizados em sindicatos. Após a Primeira Guerra, um grave problema do Japão era a dependência de fontes externas de matéria-prima e energia e a necessidade de mercados externos para absorverem sua produção (REISCHAUER, 1986, p.158 e 159).

**Quadro 4 - Histórico da década de 20**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.17, 22, 25, 29, 56, 223, 312), Ohno (1997), Ghinato (1994, p. 92) e Ohno & Mito (1986, p.64, 65, 121).**

<b>Ano</b>	<b>Eventos</b>
1920	Ford atingiu o pico de produção de 2 milhões de veículos iguais num ano.
1922 a 1924	Sakichi Toyoda se refere enfaticamente à idéia de que o povo japonês devia desafiar o mundo com sua inteligência.
1923	Pico da produção do modelo T. Ford produziu 2,1 milhões de chassis para esse modelo, cifra que se revelou um marco da produção em massa padronizada.
1925	Sloan concebeu uma solução estratégica para os problemas da companhia: desenvolveu uma faixa de cinco modelos de produtos.
1926	Devido às políticas governamentais e às barreiras alfandegárias, em 1926 os automóveis de Ford eram montados em mais de 36 cidades norte-americanas e em 19 outras nações. O novo mercado dos Estados Unidos exigia um carro constantemente aperfeiçoado para todos. Shewhart, da Bell Laboratories, nos Estados Unidos, desenvolvia as técnicas de controle de qualidade). Sakichi Toyoda conseguiu fabricar um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos.
1927	Último ano de produção do modelo T. Ford se defrontava com uma demanda em queda, as vendas já não cobrindo os custos. General Motors oferecia um produto mais moderno por um preço um pouquinho maior. Um automóvel GM de um ano anterior custava menos do que um Ford novo. Até 1927, quando as vendas do modelo T entraram em colapso, Henry Ford enfrentava o constante problema de encontrar, na região de Detroit, mão-de-obra qualificada suficiente para suas operações de ferramentaria.
1929	Kiichiro Toyoda visitou a Ford.
Anos 20	A economia norte-americana iniciou um novo período de expansão e o mercado mudou: estabelecimento de plano de vendas, o comércio de carros usados, modelos <i>sedan</i> e modelos anuais. Os revendedores funcionavam como amortecedores das flutuações do mercado. Brasil - Grande expansão dos veículos em circulação no país. A frota passou de 30 mil veículos para 250 mil veículos em 1930.

**Toyota**

Em 1926 Sakichi Toyoda conseguiu fabricar um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos (GHINATO, 1994, p. 92).

Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, visitou a Ford em 1929 (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.39).

## **Década de 30**

### ***Mundo***

“Em 1930, o mundo viu o mercado de capitais de Nova Iorque despencar” (OHNO, 1997). “Viu-se um país atrás do outro erigindo barreiras comerciais após o colapso da economia mundial em 1929” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.209).

Ford, em 1931, atingiu a integração vertical em seu complexo de Rouge, em Detroit. Já no início dos anos 30, ele havia estabelecido três sistemas de fabricação totalmente integrados na Inglaterra, Alemanha e França. “Tais companhias manufacturavam produtos especiais de acordo com o gosto de cada país, sendo administrados por gerentes nativos, procurando minimizar a interferência de Detroit” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.21 a 23).

Em 1933, ocorre a ascensão de Hitler ao poder. Inicia-se, em 1939, a II Guerra Mundial, envolvendo os países aliados (Reino Unido, França, Estados Unidos, entre outros) e o eixo (Itália – Alemanha – Japão), conflito que duraria até 1945.

### ***Japão***

No Japão, o ambiente social era violento. O Primeiro Ministro Inukai foi assassinado (OHNO, 1997). A depressão econômica mundial decorrente da queda do mercado de capitais de Nova Iorque afetou profundamente a economia japonesa. Os negócios iam mal, desemprego crescente. Reischauer (1986, p.165) explica o militarismo japonês pelas condições impostas ao Japão pelo imperialismo depredatório do Ocidente. As condições internas economicamente não estavam satisfatórias na segunda metade da década de 20. A lei de 1924 dos Estados Unidos impedindo os japoneses de obterem a cidadania norte-americana despertou um sentimento nacionalista, devido ao racismo sofrido. O militarismo representava alguns valores que iam ao encontro da classe rural. O exército começou a manifestar-se como

um poder, ao qual a ordem estabelecida procurava acomodar-se. Era o exército que estava determinando os rumos da política exterior.

No setor industrial, em maio de 1936, com a promulgação da lei das empresas de produção de automóveis, os fabricantes passaram a ter proteção e assistência do governo. A indústria têxtil japonesa estava lutando para competir no comércio mundial. Várias medidas estavam sendo implementadas visando reduzir custos. Assim, a indústria têxtil japonesa já tinha uma visão global e estava racionalizando ativamente seus métodos de produção. Em comparação, a história automobilística era recente (OHNO, 1997). “Antes da II Guerra Mundial, o Sr. Soichiro Honda entrou em contato direto com os carros europeus e norte-americanos e familiarizou-se com a força e a capacidade surpreendentes destas máquinas. Então, após a guerra, ele iniciou do zero e recusou-se a ser um subcontratado da Toyota, escolhendo ser independente. Ele já sabia como as máquinas deveriam ser, quer fossem automóveis ou motocicletas”. Durante a guerra, ele ficou restrito pelo governo e pelo exército, ficando livre para trabalhar somente após o final da mesma (OHNO & MITO, 1986, p.92)

### ***Toyota***

Foi vendida, em 1930, a patente do tear de Sakichi, capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Essa patente foi vendida para a Platt Brothers da Inglaterra e o dinheiro foi todo aplicado nas pesquisas para a fabricação de automóveis (OHNO APUD GHINATO, 1994, p.91).

Em 1930, ocorre o falecimento de Sakichi Toyoda.

Em 1932, Ohno entra para a Toyoda Spinning and Weaving.

Em 1933, Kiichiro, filho de Sakichi, anunciou o objetivo de desenvolver carros nacionalmente, dizendo: “Nós aprenderemos técnicas de produção do método americano de produção em massa. Mas nós não iremos copiá-los como são. Usaremos as nossas próprias pesquisa e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso próprio país.”

**Quadro 5 -Histórico da década de 30**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Womack, Jones & Roos (1992, p.21, 23, 39, 209), Ohno apud Ghinato (1994, p.92) e (Ohno & Mito, 1986, p. 26).

<b>Ano</b>	<b>Eventos</b>
1930	<p>O mundo viu o mercado de capitais de Nova Iorque despencar. Um país atrás do outro erigiu barreiras comerciais após o colapso da economia mundial.</p> <p>O ambiente social no Japão era violento e o Primeiro Ministro Inukai foi assassinado.</p> <p>A depressão econômica mundial decorrente da queda do mercado de capitais de Nova Iorque afetou profundamente a economia japonesa. Os negócios iam mal, desemprego crescente.</p> <p>Ocorre o falecimento de Sakichi Toyoda, o fundador da Corporação Toyota.</p> <p>Ohno diz que a corporação da família Toyoda já sabia, mesmo que inconscientemente, que o seu mundo corporativo era orientado globalmente. Foi vendida a patente do tear de Sakichi e o dinheiro foi todo aplicado nas pesquisas para a fabricação de automóveis.</p>
1931	Ford atingiu a integração vertical em seu complexo de Rouge, em Detroit.
1932	Ohno entra para a Toyoda Spinning and Weaving.
1933	<p>Ascensão de Hitler ao poder.</p> <p>Kiichiro Toyoda anunciou o objetivo de desenvolver carros no Japão de uma maneira japonesa.</p>
1935	Kiichiro Toyoda diz que deveria servir seu país com a indústria do automóvel. Em novembro a Toyota Motors anunciou seu projeto-piloto em automóveis numa cerimônia em Shibaura, Tóquio.
1936	<p>Maió – No Japão, com a promulgação da lei das empresas de produção de automóveis, os fabricantes passaram a ter proteção e assistência do governo. Setembro – Em discurso, Kiichiro afirma que a maior parte da preparação para a fabricação de automóveis estava concluída desde o ano de 1933.</p>
<b>1937</b>	Fundação da Toyota Motor Company.
1938	<p>A indústria têxtil japonesa estava lutando para competir no comércio mundial, com medidas para reduzir custos. A indústria têxtil japonesa tinha uma visão global; a história automobilística era recente.</p> <p>Antes e durante a II Guerra Mundial, Kiichiro Toyoda fez uma tentativa de produzir automóveis em massa internamente, mas, enquanto as quantidade de caminhões eram relativamente altas, as de carros de passageiros deixavam muito a desejar.</p>
<b>1939</b>	Inicia-se a II Guerra Mundial.
<b>Anos 30</b>	No início dos anos 30, Ford tinha três sistemas de fabricação totalmente integrados na Inglaterra, Alemanha e França, administrados por gerentes nativos, minimizando a interferência de Detroit. No final dos anos 30, instada pelo governo japonês, a Toyota iniciou-se na indústria de veículos motorizados, especializando-se em caminhões militares.

Ohno acredita que esta foi a origem da idéia de *Just-in-time* (JIT) de Kiichiro. Kiichiro diz que seu antecessor, Sakichi, havia dito que servira seu país com o tear, e que Kiichiro deveria servir com o automóvel (OHNO, 1988).

Em novembro de 1935 a Toyota Motors anunciou seu projeto-piloto em automóveis numa cerimônia em Shibaura, Tóquio (OHNO & MITO, 1986, p. 26). Num discurso feito em setembro de 1936, Kiichiro afirma que a maior parte da preparação para a fabricação de automóveis estava concluída em 1933 (OHNO, 1997). O ano de 1937 marca a fundação da Toyota Motor Company (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.39).

“No final dos anos 30, instada pelo governo, a companhia iniciou-se na indústria de veículos motorizados, especializando-se em caminhões militares” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.40). Antes e durante a II Guerra Mundial (1939-1945), Kiichiro Toyoda liderou dois grupos de engenheiros de automóveis e gerentes de negócios numa tentativa de produzir automóveis em massa internamente. Mas, enquanto a quantidade de caminhões estava atingindo quantidades relativamente altas, a produção de carros de passageiros deixava muito a desejar (OHNO, 1997).

### ***Elementos do STP na década de 30***

Na década de 30 já estão presentes a autonomia, a noção de perdas e o 5W.

## **Década de 40**

### ***Mundo***

Desenrola-se a II Guerra Mundial, que iniciara em 1939 e terminaria em 1945, com a derrota do eixo (que incluía o Japão) e com a vitória dos países aliados (participaram Reino Unido, França, Estados Unidos, URSS). Em 1941, os japoneses precipitam a entrada dos Estados Unidos na II Guerra ao bombardearem Pearl Harbor. Em 1944, ocorre o desembarque da Normandia; era 6 de junho, o dia “D”.

### ***Japão***

Em 1937, o Japão esteve envolvido em conflitos com a China. Em 1936 assinou o Pacto anti-Komintern com a Alemanha nazista.

Em 1938 envolveu-se em batalha com a URSS e foi derrotado.

Em 1940, a queda da França permitiu a expansão do Japão ao Vietnã do Norte.

Quando o Japão se apoderou do sul da Indochina, em 1941, os Estados Unidos, holandeses e ingleses impuseram um total embargo do petróleo. Antes disto, os Estados Unidos já fiscalizavam o ferro e o petróleo destinados à máquina de guerra do Japão.

Em 7 de dezembro de 1941 o Japão atacou Pearl Harbor. Quando o Japão entrou na Guerra contra os Estados Unidos, vinha de quatro anos de guerra contra a China. Os recursos de guerra estavam mobilizados e a economia estava em ebulição. Porém, em 1944 os sinais da derrota do Japão se mostravam, pois, a chegada de matérias-primas estava diminuindo e, adicionalmente, a indústria japonesa sofria com o excesso de trabalho e a inadequada maquinaria. Em agosto de 1945, houve Hiroshima e Nagasaki. Em setembro acontecia a rendição oficial.

Em 1945 iniciava a ocupação norte-americana que duraria sete anos.

Uma das decisões específicas dos Estados Unidos após a rendição foi a dissolução dos “zaibatsu”. Reischauer (1986, p.209) diz:

“Os consórcios *zaibatsu* se decompuseram em suas várias companhias integrantes. A princípio se planejou o desmembramento de 300 empresas, numa operação que lembrava o esforço “anti-trust” nos Estados Unidos. Porém, este projeto se mostrou difícil e desaconselhável, dada a estagnação econômica do Japão, e as empresas afetadas se restringiram a menos de vinte em 1949. Ao desistir da desfragmentação da maioria das empresas componentes dos consórcios *zaibatsu*, freqüentemente afirma-se que o sistema *zaibatsu* foi restaurado no Japão. Isto é falso. Alguns nomes antigos, como Mitsui, Mitsubishi e Sumimoto, ressurgiram ou se mantiveram. E, os membros dos antigos consórcios restauraram suas relações informais, quase como membros de um antigo clube. O crescimento nacional e as fusões fizeram com que muitas destas grandes companhias sejam comparáveis às grandes dos Estados Unidos. Porém, a integração dos negócios no Japão pré e pós guerra foi totalmente distinta; as antigas associações *zaibatsu* somente desempenhavam um papel periférico, e as famílias, nenhum papel” (REISCHAUER, 1986, p.209).

Reischauer (1986, p.210) continua explicando que, muito mais importantes que as relações ainda mantidas entre as companhias dos *zaibatsu*, eram as associações existentes entre as empresas de aço, energia elétrica e bancos. Foi feito um esforço para desenvolver a consciência dos trabalhadores. A legislação trabalhista foi revisada. Isso levou a um movimento trabalhista forte e exigente. Em 1949, mais de 6.500.000 trabalhadores haviam ingressado nos sindicatos.

Após 1945,

“a economia do país, devastada pela guerra, estava ávida por capitais e trocas comerciais, sendo quase impossível comprar maciças das tecnologias de produção ocidentais mais recentes. O mundo exterior estava repleto de imensos produtores de veículos motorizados, ansiosos por operarem no Japão, e dispostos a defenderem seus mercados consagrados contra as exportações japonesas. Essa última dificuldade provocou uma resposta do governo japonês, que logo proibiu investimentos externos diretos na indústria automobilística japonesa. Tal proibição foi vital na conquista, pela Toyota e outros entrantes da indústria automobilística

japonesa), de um lugar ao sol no ramo automobilístico. Não foi suficiente, porém, para garantir o sucesso da empresa fora do Japão” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.41).

“Em 1946, o governo japonês, pressionado pelos norte-americanos, fortaleceu os direitos dos sindicatos abrangendo inclusive a administração das empresas, impondo, a seguir, severas restrições ao poder dos donos das empresas de demitir trabalhadores, fazendo a balança se inclinar para o lado dos empregados” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.44).

Em outubro de 1949, Kiichiro Toyoda viu a possibilidade de seu desejo de produzir automóveis em massa ser concretizada, com a restrição à produção de pequenos carros de passageiros sendo suspensa e com o controle de preços sendo abolido. Nesse ano, a produção doméstica do Japão foi de 25622 caminhões e 1008 carros de passeio (OHNO, 1997).

A manufatura no Japão avançou muito nos anos pós II Grande Guerra (pós 1945).

“TQC [nota: controle da qualidade total] originou-se das técnicas de controle de qualidade no estilo norte americano, desenvolvidas em 1926 pelo mentor do Dr. Deming, Walter A. Shewhart, da Bell Laboratories. Em 1946, com a chegada do Dr. Deming, e sob sua fervorosa orientação, as técnicas de controle de qualidade foram disseminadas pelo Japão. Mais tarde, a efetividade do Controle Estatístico da Qualidade (SQC) tornou-se conhecida entre as corporações japonesas. O TQC continua a estimular a inovação no Japão e tem se estabelecido firmemente como a mais efetiva técnica de gestão japonesa. Ela está num processo de ser amplamente exportada” (OHNO & MITO, 1986, p.121).

## ***Toyota***

“Durante a II Grande Guerra, esta [a padronização] foi a atividade mais essencial nas plantas de produção da Toyota. Os mecânicos experientes estavam sendo enviados aos campos de batalha, deixando mulheres e trabalhadores não familiarizados com as máquinas. Isto tornou indispensável que as operações fossem padronizadas. Não seria exagero dizer que assim nasceu o estilo Toyota de gestão no local de trabalho. No que diz respeito ao projeto do Sistema Toyota de Produção, dispensou-se atenção à verificação de detalhes dos equipamentos, ao posicionamento das máquinas, à melhoria dos métodos de processamento, a inovações em automação, ao aprimoramento de ferramentas, à reavaliação de operações de transporte, à racionalização de estoques acabados e em processo e à eliminação total de perdas. Foram inventados dispositivos poka-yoke que impediam automaticamente os defeitos, os erros operacionais e as condições perigosas que causavam acidentes” (OHNO & MITO, 1986, p.82).

Em 1942, a Toyoda Spinning and Weaving foi fechada. Em 1943, Ohno foi transferido para a Toyota Motor Company, onde se estavam produzindo automóveis para o esforço de guerra - II Guerra Mundial - (OHNO, 1997).

O Japão perdeu a guerra e sofreu a ocupação norte-americana. Nos anos 40,

“Devido a problemas macroeconômicos no Japão - as forças de ocupação haviam decidido enfrentar a inflação restringindo o crédito, mas exageraram na dose provocando, em vez disso, uma depressão - o nascente empreendimento automobilístico da Toyota mergulhou num atoleiro, exaurindo rapidamente os empréstimos de seus banqueiros”.

**Quadro 6 - Histórico da década de 40**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.39, 41, 43, 44, 57, 62, 313), Ohno (1997), Antunes (1998), Ohno apud Shingo (1981) e Ohno & Mito (1986, p.21, 82, 95, 121).**

<b>Ano</b>	<b>Eventos</b>
1940 a 1945	Desenrola-se a II Guerra Mundial, iniciada em 1939 e que terminaria em 1945, com a derrota do eixo (que incluía o Japão) e com a vitória dos países aliados (participaram Reino Unido, França, Estados Unidos, URSS).
1941	Ataque japonês à Pearl Harbor.
1942	A Toyoda Spinning and Weaving foi fechada.
1943	Ohno foi transferido para a Toyota Motor Company, onde se estavam produzindo automóveis para o esforço de guerra (II Guerra Mundial).
1944	Desembarque aliado na Normandia – dia “D”.
<b>1945</b>	<p><b>Final da II Guerra Mundial – derrota do Japão.</b></p> <p>A economia do Japão estava devastada pela guerra. O mundo exterior estava repleto de produtores de veículos motorizados, ansiosos por operarem no Japão e dispostos a defenderem seus mercados contra as exportações japonesas. O governo japonês proibiu investimentos externos diretos na indústria automobilística japonesa, o que foi vital para a indústria automobilística japonesa.</p> <p>Brasil - De 1930 a 1945, diminuiu a frota em circulação no Brasil e aumentou a idade média dos veículos.</p>
1946	O governo japonês, pressionado pelos norte-americanos, fortaleceu os direitos dos sindicatos e fazendo a balança se inclinar para o lado dos empregados.
1949	<p>A produção doméstica do Japão foi de 25622 caminhões e 1008 carros de passeio.</p> <p>Outubro –Kiichiro Toyoda viu a possibilidade de seu desejo de produzir automóveis em massa ser concretizada, com a restrição à produção de pequenos carros de passageiros sendo suspensa e com o controle de preços sendo abolido.</p> <p>Um colapso nas vendas forçou a Toyota a dispensar grande parte da força de trabalho.</p> <p>A Toyota Motor Sales foi criada na crise de 1949.</p>
Anos 40	<p>Devido a problemas macroeconômicos no Japão – as forças de ocupação norte-americanas haviam decidido enfrentar a inflação restringindo o crédito, mas exageraram na dose provocando, em vez disso, uma depressão.</p> <p>Do final dos anos 40 até o início dos anos 60, com todos em oposição, o STP foi chamado “o abominável sistema de Ohno”.</p>

“A família fundadora, liderada pelo presidente Kiichiro Toyoda, propôs, como solução para a crise, demitir um quarto da força de trabalho. Entretanto, a companhia rapidamente se viu envolvida numa revolta, que acabou com os trabalhadores ocupando a fábrica” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.44).

“A Toyota Motor Sales foi criada na crise de 1949, por insistência dos banqueiros da Toyota, que acreditavam que uma companhia de vendas separada estaria menos propensa a elaborar previsões de vendas otimistas demais que levassem a uma produção excessiva, do que o sistema anterior, em que o marketing não passava de mais uma divisão da Toyota Motor Company” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 62).

### ***Elementos do STP na década de 40***

Na década de 40 já se fazem presentes menções ao *Just-in-Time*, ao Mecanismo da Função Produção, às questões de *Layout*, à Multifuncionalidade, à necessidade de fluxo e sincronização, à troca rápida de ferramentas e às preocupações com *Marketing*.

## **Década de 50**

### ***Mundo***

“1955 foi um exemplo da amplitude e difusão da indústria automobilística e do sistema que lhe servia de base. Foi esse o primeiro ano em que a venda de automóveis nos Estados Unidos superou a marca dos 7 milhões. Esse foi também o ano em que Sloan se aposentou, após presidir a General Motors por 35 anos” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.31).

Em 1955, “três grandes empresas – Ford, GM e Chrysler – eram responsáveis por 95 por cento de todas as vendas, e seis modelos representavam 80 por cento de todos os carros vendidos”. Mas, “1955 foi também o ano em que começou a queda” nos Estados Unidos.

“A fatia de mercado abocanhada pelas importações iniciou seu contínuo crescimento. (...) Uma importante razão pela qual as “Três Grandes” estavam perdendo sua vantagem competitiva foi que em 1955 a produção em massa já se tornara comum nos países de todo o mundo (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.31). Ao final dos anos 50, Wolfsburg (VW), Flins (Renault) e Mirafiori (Fiat) estavam produzindo numa escala comparável à das grandes instalações de Detroit. Os Europeus colheram sucessos nos mercados estrangeiros, até 1970 (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.31 a 35).

Quanto às relações de trabalho, em março de 1956 o salário mínimo, por um ato do Congresso norte-americano, passou a ser de um dólar por hora ou oito dólares por dia. Mas o impacto disto não foi tão grande, proporcionalmente, quanto o ato de Ford de prover um salário de cinco dólares ao dia quarenta anos antes (SORENSEN, 1956 apud OHNO & MITO, 1986, p.116).

### ***Japão***

“Na primeira fase da industrialização japonesa, após a restauração Meiji em 1870, grandes companhias eram financiadas pelos *zaibatsu*. Essas companhias *holding*, de propriedade familiar, controlavam impérios industriais, compostos de uma companhia de porte em cada grande setor: siderurgia, construção naval, construção civil, seguros, finanças. Cada *zaibatsu* possuía um banco, e seus depósitos constituíam a grande fonte dos investimentos do grupo.

Os americanos eliminaram tais grupos firmemente organizados durante sua ocupação do Japão pós-Segunda Guerra Mundial. Com a partida dos americanos, em 1951, o *zaibatsu* cedeu lugar a nova forma de finanças industriais, o *kereitsu*. Cada *kereitsu* consiste em cerca de 20 grandes companhias, uma em cada setor industrial. Ao contrário do *zaibatsu*, inexistia uma companhia *holding* no topo da organização. Na verdade, elas mantêm-se unidas por uma estrutura de patrimônio de entrelaçamento mútuo – cada companhia possui parte do patrimônio líquido das demais, num padrão circular – e com um sentimento de interesse recíproco. A Toyota, por exemplo, filia-se ao *kereitsu* Mitsui, enquanto a Mazda é membro do Sumimoto, e a Mitsubishi Motor Company, do Mitsubishi (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.192 e 193).

Em 1950, com a deflagração da guerra da Coreia em junho, a indústria japonesa recuperou sua força. Em 1955, o Japão entrou num período de crescimento excepcional em comparação com a situação da economia mundial da época (OHNO, 1997). Em 1952, entra em vigor o tratado de desocupação. Porém, o Japão ainda depende da ajuda dos Estados Unidos (Reischauer, 1986, p.208). No âmbito da qualidade, melhorias acontecem no Japão:

Tanto o TQC (Total Quality Control) quanto o ZD (Zero Defect) que são incansavelmente implementados nas corporações japonesas, foram originalmente técnicas de manufatura de plantas de produção norte-americanas. Adotando-as após a II Grande Guerra, o Japão progrediu significativamente e desenvolveu seus próprios círculos de controle de qualidade (CCQ) ou atividades de pequenos grupos. Desde o final dos anos 50, e ao longo dos anos 60 e 70, o controle de qualidade se infiltrou e as atividades dos círculos se difundiram de forma ampla dentro das companhias. Gradualmente, os círculos de controle de qualidade (CCQ) passaram dos produtos à gestão. Uma vez no Japão, o estilo norte-americano de controle de qualidade se tornou parte de um TQC (Controle da Qualidade Total) verdadeiramente japonês – o “controle da qualidade total com o envolvimento dos empregados” ou “o controle da qualidade total pela inspeção profunda da gestão” (OHNO & MITO, 1986, p.100).

### **Toyota**

Em abril de 1950 iniciou-se uma disputa de 3 meses com a mão-de-obra sobre a redução da força de trabalho, seguida pela renúncia do presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, que assumiu a responsabilidade pela greve (OHNO, 1997).

“Os empregados remanescentes receberam duas garantias. Uma foi o emprego vitalício; a outra, pagamentos gradualmente crescentes, conforme o tempo de serviço, e não a função específica no emprego, e vinculados à rentabilidade da companhia pelo pagamento de bônus” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.45).

Por outro lado,

“os empregados também concordaram em ser flexíveis na atribuição das tarefas e ativos na promoção dos interesses da companhia”.

“De volta à fábrica, Taiichi Ohno se deu conta das implicações desse compromisso histórico: a força de trabalho se transformara num custo fixo tanto quanto, a curto

prazo, a maquinaria da companhia, e, a longo prazo, o que era ainda mais importante” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.45).

Ainda em 1950, Eiji Toyoda (sobrinho de Kiichiro) saiu para uma peregrinação de três meses até a fábrica Rouge da Ford, em Detroit. De volta a sua cidade, Nagoya, Eiji Toyoda e seu gênio da produção, Taiichi Ohno, logo chegaram à conclusão de que a produção em massa jamais funcionaria no Japão. Em junho de 1950, surgem demandas especiais originadas pela guerra da Coréia, mas ainda se está longe da produção em massa. (...) A Guerra da Coréia trouxe a salvação, com uma súbita demanda. Mas, era preciso aumentar a produção sem admitir pessoas (recentemente demitidas), e isso só seria possível via eliminação de perdas (OHNO & MITO, 1986, p.8). “Como atender a demanda por caminhões?” ( ) Havia escassez desde matéria-prima até peças (OHNO, 1997, p.32).

“Como a Toyota fabricava chassis, quando muitas peças não chegavam em tempo ou nas quantidades certas, o trabalho de montagem atrasava. Eram forçados a juntar as peças que estavam chegando de modo intermitente e irregular e fazer a montagem no final do mês” (OHNO, 1997, p.33).

O que era desejado era que se pudesse operar o Sistema Toyota de Produção estabelecendo-se um fluxo de produção e uma forma de manter um constante suprimento externo de matérias-primas para as peças a serem usinadas. “Porque havia escassez de tudo achou-se correto aumentar a força de trabalho e o número de máquinas para produzir e estocar itens. Na época, estava-se fazendo não mais do que 1000 a 2000 carros por mês, e mantendo um estoque de um mês em cada processo” (OHNO, 1997, p.33). Era previsível que, se houvesse um aumento na produção, haveria problemas. Para evitar esse problema em potencial, buscaram-se formas de nivelar a produção. Buscou-se, também, uma cooperação dos fornecedores (OHNO, 1997, p.33).

Para contrabalançar os problemas de altos custos de estocagem para os fornecedores e peças defeituosas fornecidas, e atender a um aumento da demanda nos anos 50, a Toyota começou a estabelecer um novo enfoque, de produção enxuta, para o suprimento de componentes. O primeiro passo consistiu em organizar os fornecedores em níveis funcionais. Às firmas de cada nível correspondiam diferentes graus de responsabilidade (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.51).

Em 26 de março 1952 faleceu Kiichiro Toyoda. Em 1956<sup>4</sup>, Ohno visitou as fábricas norte-americanas da General Motors, Ford e outras empresas de máquinas.

---

<sup>4</sup> Tanto no livro de Ohno (1997) como no livro de Ohno & Mito (1986), aparecem duas informações conflitantes. Em alguns pontos aparece que a visita aos EUA que inspirou o supermercado teria ocorrido em 1953 e em outros pontos aparece como ocorrida em 1956. Por sintonizar melhor com as demais informações, acredita-se que o ano correto seja 1953.

**Quadro 7 - Histórico da década de 50**

**Fontes consultadas:** Womack, Jones & Roos (1992, p.31 a 35, 39, 43, 45, 192, 193, 268, 314, 315), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Antunes (1998), Monden (1984, p.75) e Ohno & Mito (1986, p.8, 100, 116, 121).

Ano	Eventos
1950	<p>Toyota viveu uma crise de gestão e disputadas trabalhistas pesadas; momento em que muitas pessoas foram demitidas.</p> <p><b>Abril – Toyota – Inicia-se uma disputa de 3 meses com a mão-de-obra sobre a redução da força de trabalho, seguida pela renúncia do presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda (filho do fundador Sakichi), que assumiu a responsabilidade pela greve.</b> Os empregados remanescentes receberam duas garantias: emprego vitalício e pagamentos conforme o tempo de serviço e vinculados à rentabilidade da companhia. Em contrapartida, concordaram em ser flexíveis na atribuição das tarefas e ativos na promoção dos interesses da companhia. A força de trabalho se transformara num custo fixo tanto quanto, a curto prazo, a maquinaria da companhia, e, a longo prazo, o que era ainda mais importante.</p> <p><b>Junho – Com a deflagração da guerra da Coréia em junho, a indústria japonesa recupera seu vigor.</b> Mas, era preciso aumentar a produção sem admitir pessoas (recentemente demitidas), e isso só seria possível via eliminação de perdas.</p> <p>Eiji Toyoda (sobrinho de Kiichiro) saiu para uma peregrinação de três meses até a fábrica Rouge da Ford, em Detroit. De volta a sua cidade, Nagoya, Eiji Toyoda e seu gênio da produção, Taiichi Ohno, logo chegaram à conclusão de que a produção em massa jamais funcionaria no Japão.</p>
1951	<p>Final da ocupação norte-americana ao Japão. Com a partida dos americanos, o <i>zaibatsu</i> cedeu lugar a nova forma de finanças industriais, o <i>kereitsu</i>.</p> <p>Brasil - A disposição e a intenção de implantar a indústria automotiva nacional no Brasil ocorreram já no segundo governo de Getúlio Vargas (1951 –1954), quando foram empreendidos esforços para a constituição de uma indústria de base (Companhia Siderúrgica Nacional, Petrobrás, etc).</p>
1952	<p>Toyota – Faleceu Kiichiro Toyoda, em 26 de março.</p>

**Continuação - Quadro 7. Histórico da década de 50**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.31 a 35, 39, 43, 45, 192, 193, 268, 314, 315), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Antunes (1998), Monden (1984, p.75) e Ohno & Mito (1986, p.8, 100, 116, 121).**

1953	<p>Toyota - Do supermercado pegou-se a idéia de visualizar o processo inicial numa linha de produção como um tipo de loja. Em 1953 implantou-se este sistema na oficina na fábrica principal, com a esperança de que auxiliasse na obtenção do JIT. Para fazê-lo funcionar foram utilizados pedaços de papel listando o número do componente de uma peça e outras informações de usinagem, e isto foi chamado de <i>kanban</i>. A razão de usar o nome <i>kanban</i> foi a busca de um nome que somente existisse na Toyota. Palavras estrangeiras foram rejeitadas como forma de afastar os estrangeiros da compreensão e imitação do sistema.</p>
1955	<p>Foi esse o primeiro ano em que a venda de automóveis nos Estados Unidos superou a marca dos 7 milhões.</p> <p>Sloan se aposentou, após presidir a General Motors por 35 anos.</p> <p>Três grandes empresas – Ford, GM e Chrysler – eram responsáveis por 95 por cento de todas as vendas, e seis modelos representavam 80 por cento de todos os carros vendidos.</p> <p>Foi também o ano em que começou a queda. A fatia de mercado abocanhada pelas importações iniciou seu contínuo crescimento. Uma importante razão pela qual as “Três Grandes” estavam perdendo sua vantagem competitiva foi que em 1955 a produção em massa já se tornara comum nos países de todo o mundo.</p> <p>Crescimento alto versus lento – O Japão entrou num período de crescimento excepcional em comparação com a situação da economia mundial da época. Reischauer (1986, p.244) fala deste grande crescimento, que chegou a ocorrer a taxas reais de 10%. Ele explica como alguns dos fatores, a disposição que os Estados Unidos tiveram, no pós-guerra, de favorecer a obtenção de modernas tecnologias a baixos custos. Também o fato de o Japão estar sendo ajudado financeiramente pelos Estados Unidos (as despesas de defesa estavam a cargo dos EUA) significava um favorecimento. A existência de mão-de-obra capacitada, alguns protecionismos que protegiam o Japão e a abertura dos mercados dos EUA no pós-guerra também são citados como fatores prováveis deste crescimento, sem esquecer, é claro, a guerra da Coreia.</p>
1956	<p>Em março o salário mínimo nos EUA, por um ato do Congresso, passou a ser de um dólar por hora ou oito dólares por dia. Mas o impacto foi menor do que aquele causado 40 anos antes, por Ford, ao instituir o salário de cinco dólares ao dia.</p> <p>A Toyota aceitou a candidatura ao Prêmio Deming em 1956.</p> <p>A constituição do GEIA (Grupo Executivo da Indústria Automobilística) em 1956, no governo Juscelino Kubitschek, foi o passo decisivo para a implantação de uma indústria automobilística no Brasil.</p>

**Continuação - Quadro 7. Histórico da década de 50**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.31 a 35, 39, 43, 45, 192, 193, 268, 314, 315), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Antunes (1998), Monden (1984, p.75) e Ohno & Mito (1986, p.8, 100, 116, 121).**

1956	<p>Brasil – Os lemas “queimar etapas” e “50 anos em 5” inseridos no Plano de Metas de Juscelino Kubitschek implicitamente propunham ao país a entrada direta no sistema de produção em massa. O Plano definiu metas para a rápida nacionalização da produção, acompanhada do fechamento do mercado às importações. O mercado interno seria um forte elemento de atração para os investimentos diretos, não restando outra alternativa àqueles que não quisessem ficar de fora. Assim as empresas já presentes no país (Ford e GM) foram obrigadas a apresentar seus planos junto com os novos entrantes. As duas gigantes norte-americanas, porém, restringiram-se apenas à produção de ônibus e caminhões. Por sua vez, as empresas européias foram mais vigorosas, como a Volkswagen, Vemag e Simca, além da nacional Willys, entrando na produção de automóveis. Assim, em um período de cerca de 5 anos (1956 a 1961), essas empresas realizaram os investimentos e passaram a produzir veículos em suas novas instalações fabris brasileiras.</p> <p>Em 1956<sup>5</sup> Ohno visitou as fábricas norte-americanas da General Motors, Ford e outras empresas de máquinas. Mas, o que mais o impressionou foi o quanto prevaleciam os supermercados nos Estados Unidos.</p>
1959	<p>Durante o período de quinze anos iniciado em 1959-1960, o Japão viveu um crescimento econômico com rapidez incomum.</p>
Anos 50	<p>Os europeus colheram sucessos nos mercados estrangeiros, o que continuou até 1970. O Brasil partiu no final da década de 1950 para a construção de um sistema de produção de veículos motorizados integrado. Permitiu às companhias automobilísticas multinacionais, notadamente a GM, Ford, Volkswagen e Fiat, possuírem 100 por cento do patrimônio líquido em suas operações brasileiras, mas insistindo em que rapidamente se convertessem da construção de <i>kits</i>, usando peças importadas, para o uso de praticamente 100 por cento de peças brasileiras em cada veículo. Na metade da década de 1960, em meio ao milagre econômico brasileiro, essa meta seria atingida e a indústria brasileira alcançaria 1 milhão de unidades produzidas anualmente.</p> <p><b>Os métodos de produção da Toyota agruparam-se na forma de um sistema durante o período de rápido crescimento que ocorreu do final dos anos 50 até o início dos anos 70. (Ohno &amp; Mito, 1986, p.24)</b></p>

<sup>5</sup> Tanto no livro de Ohno (1997) como no livro de Ohno & Mito (1986), aparecem duas informações conflitantes. Em alguns pontos aparece que a visita aos EUA que inspirou o supermercado teria ocorrido em 1953 e em outros pontos aparece como ocorrida em 1956. Por sintonizar melhor com as demais informações, acredita-se que o ano correto seja 1953.

Mas, o que mais o impressionou foi o quanto prevaleciam os supermercados nos Estados Unidos (OHNO, 1997). O funcionamento de reposição na medida em que ocorria o consumo, observado por Ohno nos supermercados, o inspirou na elaboração do *Kanban*.

A Toyota aceitou a candidatura ao Prêmio Deming em 1956 (OHNO & MITO, 1986, p.121).

No final da década (1959), iniciou-se um período de quinze anos durante o qual “o Japão viveu um crescimento econômico com rapidez incomum” (OHNO, 1997, p.24).

“Os métodos de produção da Toyota agruparam-se na forma de um sistema durante o período de rápido crescimento que ocorreu do final dos anos 50 até o início dos anos 70” (OHNO & MITO, 1986, p.24).

### ***Elementos do STP na década de 1950***

Na década de 50 já estão presentes a autonomia, a noção de perdas, o *Just-in-Time*, os estudos de fluxo e sincronização, a troca rápida de ferramentas, o uso de elementos visuais e controle visual, a preocupação com *Marketing*, o sistema de sugestões e o *Kanban*.

## **Década de 60**

### ***Mundo***

Em 1963, Sloan e seus colaboradores na General Motors criaram um departamento de criação.

“Eles se preocupavam com cores, “inventavam” novas cores, e davam nomes afrodisíacos às cores. Pela primeira vez as equipes de *design* incluíam mulheres. Não há muito a dizer; as leis dos modistas de Paris se tornaram um fator na indústria automobilística” (SLOAN apud OHNO & MITO, 1986,p.66).

Em 1965, a indústria norte-americana produziu 10 milhões de unidades e a européia, 6,5 milhões (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.318).

“Nos anos 60, um movimento do Japão para o estrangeiro começou como um fio d’água. A primeira grande iniciativa foi a fábrica de motores e montadora da Nissan no México, em 1966. Por muito tempo, praticamente nada mais aconteceu nesse sentido” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.236).

Em 1967, a Ford, tendo reconhecido a emergência de uma Europa ocidental unificada antes das companhias alemãs, francesas e britânicas, tornou-se a primeira companhia “européia” da Europa, fundando a *Ford of Europe*, a qual desfrutou de um marcante sucesso,

tendo sido um fator-chave para a sobrevivência da Ford norte-americana (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.209).

Em meados da década de 1960, a Europa continental havia finalmente dominado as técnicas norte-americanas (no momento em que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno as estavam superando), e passaram a desafiar Detroit nos mercados exportadores (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.230).

### *Japão*

Em 1962 o Japão estava em total crescimento. Nos dois primeiros trimestres de 1965 a economia do Japão expandiu-se (OHNO, 1997). A manufatura no Japão avançou muito nos anos pós II Grande Guerra (pós 1945).

“No final dos anos 60, seguindo a implementação do controle de qualidade, o movimento zero defeito (ZD) foi importado dos Estados Unidos e espalhou-se rapidamente pelas companhias japonesas. ZD era uma técnica de produção e uma rotina de gestão desenvolvida em 1962 pela Martin Company, uma companhia de tecnologia aeroespacial”.

“O ZD no estilo norte-americano foi primeiro introduzido no Japão em 1965 pela Nihon Electric, onde evoluiu de uma forma singularmente japonesa. Desde o final dos anos 40, os conceitos de controle de qualidade dos Estados Unidos vinham sendo implementados agressivamente no Japão, onde as companhias começaram ativamente a desenvolver seus próprios círculos de atividades de controle de qualidade. A Nihon Electric também havia adotado os círculos de controle de qualidade (CCQ) desde o início. Com a introdução do movimento ZD, ela estabeleceu a gestão ZD Nihon Electric, que dependia completamente do envolvimento dos empregados. Estruturalmente, era baseada nas atividades de pequenos grupos de controle de qualidade (CCQ) e estes pequenos grupos eram chamados de grupos ZD (OHNO & MITO, 1986, p.121,122).

### *Toyota*

Diz Ohno, sobre a formação do Sistema Toyota de Produção:

“Baseado em minhas experiências em plantas produtivas, eu sei que no início as pessoas tendem a resistir às mudanças, quer sejam pequenas ou grandes mudanças, tornando a atmosfera pouco afeita à implementação de modificações. Entretanto, se os empregados eram frenéticos, eu ficava louco! No final, impusemos nosso modo de fazer e persuadimos as pessoas. Todo o processo de desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção foi assim. Do final dos anos 40 até o início dos anos 60, com todos em oposição, o STP foi chamado “o abominável sistema de Ohno”. As pessoas recusavam-se a chamá-lo de Sistema Toyota de Produção. Quando eu confirmei a validade do sistema e tentei implementá-lo, todos objetaram veementemente” (OHNO & MITO, 1986, p.97).

Sobre o TQC:

“Antes do TQC, para eliminar as perdas totalmente, houve planejamento e muito trabalho para implementar o STP. Partiu-se seriamente para a implantação do TQC no início dos anos 60, ganhando o prêmio Deming em 1965 e aspirou ao Japan Quality Control Award em 1970. Muito antes de sua implementação, as técnicas do estilo de manufatura Toyota ou Ohno foram colocadas constantemente em

extenuantes testes. Pela época em que o TQC foi implementado, estas técnicas haviam sido promovidas passando a serem chamadas de Sistema Toyota de Produção. O TQC ajudou a disseminar e estabilizar este sistema (OHNO & MITO, 1986, p.100)

#### Quadro 8 -Histórico da década de 60

Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.58, 142, 209, 230, 236, 268, 318), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Monden (1984, p.19) e Ohno & Mito (1986, p.8, 52, 53, 66, 100, 121, 122).

Ano	Eventos
1960	A Toyota havia plenamente delineado os princípios da produção enxuta e partiu para a implantação do TQC.
1962	Japão estava em total crescimento. Depois de 1962, a Toyota entrou em um período de alto crescimento.
1963	Sloan, na GM, criou um departamento de criação que se preocupava com cores, “inventava-as” e dava nomes afrodisíacos às mesmas. As leis dos modistas de Paris se tornaram um fator na indústria automobilística.
1965	Nos dois primeiros trimestres a economia do Japão expandiu-se. Toyota concorreu ao prêmio Deming em 1965.
1966	O movimento do Japão para o estrangeiro começou suavemente. A primeira grande iniciativa foi a fábrica de motores e montadora da Nissan no México. Por muito tempo, praticamente nada mais aconteceu.
1967	Tendo reconhecido a emergência de uma Europa ocidental unificada antes das companhias alemãs, francesas e britânicas – tornando-se a primeira companhia “européia” da Europa – a <i>Ford of Europe</i> foi fundada e desfrutou de marcante sucesso. Ela viria a ser um fator-chave para a sobrevivência da Ford norte-americana.
Anos 60	A Europa continental havia finalmente dominado as técnicas norte-americanas (no momento em que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno as estavam superando), e passou a desafiar Detroit nos mercados exportadores.  Ohno diz que até esta época era possível vender tudo o que era produzido no Japão.  Os anos 60 marcaram uma experiência de prosperidade material no Japão.  Brasil – Na metade da década de 1960, em meio ao milagre econômico brasileiro, a indústria brasileira automobilística alcançou 1 milhão de unidades produzidas anualmente.  O movimento ZD foi importado dos EUA e espalhou-se rapidamente pelas companhias japonesas.

A Toyota havia plenamente delineado os princípios da produção enxuta no início da década de 1960 (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.58). Depois de 1962, entrou-se em um período de alto crescimento (OHNO, 1997).

### ***Elementos do STP na década de 60***

Na década de 1960 estavam presentes a automação, o *Just-in-Time*, a troca rápida de ferramentas, os elementos visuais e controle visual, a preocupação com as relações com fornecedores, o *Poka-yoke* e o *Kanban*.

## **Década de 70**

### ***Mundo***

“Os sistemas europeus de produção em massa foram afetados, nos anos 70, por salários crescentes e jornada semanal de trabalho em constante diminuição. Os fabricantes europeus de carros conduziram, ainda, algumas experiências alternativas de trabalho participativo, a exemplo da fábrica da Volvo em Kalmar, que – revivendo o salão de montagem de Henry Ford de 1910 – reintroduziu técnicas artesanais, atribuindo a pequenos grupos de trabalhadores a responsabilidade pela montagem de um veículo completo” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.35).

Ohno & Mito (1986, p.46) afirmam: “Durante o período de rápido crescimento que se estendeu no Japão desde o final dos anos 50 até o início dos anos 70, e nos Estados Unidos, no período desde a grande depressão de 1930 até o final dos anos 70, não se conhecia o sentido da escassez material”.

Em 1973, a crise do petróleo, seguida de recessão, afetou governos, empresas e sociedades em todo o mundo (OHNO, 1997).

Quanto à produção automobilística, ocorreu a primeira tentativa da Ford de padronizar em bases globais, com o *Escort*, introduzido em 1979:

“Uma equipe internacional de projetistas foi incumbida de desenvolver tal carro, com contribuições de todas as companhias da Ford operando no mundo. Os europeus da *Ford of Europe* e os norte-americanos da *North America Automotive Operations* conseguiram introduzir uma variedade de mudanças no carro “mundial”, adaptando-o aos gostos e hábitos de fabricação europeus e norte-americanos. No dia do lançamento, os dois Escorts, ainda que praticamente indistinguíveis na aparência externa, compartilhavam de apenas duas peças: o cinzeiro e um suporte no painel de instrumentos” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.210).

Em 1979, a Ford adquiriu uma participação de 25 por cento na Mazda japonesa (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.210).

A trilha de desenvolvimento das empresas automotivas japonesas, calcada nas exportações, teve final abrupto após 1979, quando a economia mundial estagnou. O

desequilíbrio da balança comercial com a América do Norte e Europa atingiu proporções inimagináveis, e barreiras comerciais foram erigidas (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.59).

### ***Japão***

Somente com a crise do petróleo é que foi desencadeado o processo de uma compreensão, pelas empresas no Japão, da fragilidade dos seus sistemas produtivos. A Mazda, por exemplo, só veio a adotar plenamente as concepções de Ohno de administração fabril e de sistemas de suprimento, ao deparar-se com a crise em 1973, quando as exportações dos carros de motor Wankel, “bebedores” de gasolina, entraram em colapso. Em 1974 a economia japonesa estava com crescimento zero (OHNO, 1997).

“Mais tarde, passando ao final da década de 70, pode se dizer que, em comparação com o período fortuito de grande crescimento econômico dos anos 60 e início dos anos 70, a economia do Japão no final dos anos 70 e início dos anos 80 era uma economia madura, que tinha a necessidade de regular-se com o uso harmonioso de freio e acelerador. Porém, comparada à estagnação do oeste europeu e de nações como os Estados Unidos, a economia japonesa manteve-se próspera, e o atrito entre o oeste e o leste avançou de superaquecido para explosivo” (OHNO & MITO, 1986, p.85)

### ***Toyota***

A Toyota concorreu ao prêmio Japan Quality Control em 1970 (OHNO & MITO, 1986, p.121). “Com a crise de 1973, o STP se estabeleceu firmemente na Toyota” (OHNO & MITO, 1986, p.84). Na Toyota, onde vinham sendo alcançados aumentos da produção anualmente, desde a década de 30, foi necessário reduzir a produção para 1974. De 1975 a 1977 os lucros diminuíram na Toyota Motor Company, mas foram maiores do que os de outras empresas (OHNO, 1997, p.3). Nesta época, os fornecedores da Toyota começaram a se aproximar da companhia para perguntar sobre o Sistema Toyota de Produção (OHNO & MITO, 1986, p.8).

“No final dos anos 70, o STP começou gradualmente a se difundir além das empresas afiliadas para outras companhias fabricantes de automóveis e, até mesmo, para outros tipos de indústrias. Ele tornou-se a imagem de um modelo de sistema de gestão japonês” (OHNO & MITO, 1986, p.84).

### ***Elementos do STP na década de 70***

Na década de 70 observam-se o emprego vitalício, o mecanismo da função produção, o fluxo e a sincronização, a troca rápida de ferramentas, as preocupações com as relações com fornecedores e o *Kanban*. Os elementos presentes nas décadas anteriores permanecem.

**Quadro 9 - Histórico da década de 70**

Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.35, 58, 59, 61, 93, 163, 210, 268, 316, 318), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Maggard e Rhyne apud Ghinato (1994, p.163) e (Ohno & Mito, 1986, p.8, 46, 84, 85, 100, 121).

<b>Ano</b>	<b>Eventos</b>
1970	Toyota aspirou o <i>Japan Quality Control Award</i> em 1970.
1971	O Brasil assumiu posição de destaque, tornando-se o décimo produtor de automóveis no mundo.
1973	Crise do petróleo, seguida de recessão, afetou governos, empresas e sociedades em todo o mundo.  Com a crise de 1973, o STP se estabeleceu firmemente na Toyota.  As firmas japonesas, além da Toyota, também adotaram a maior parte dos princípios da produção enxuta, ainda que tenham levado vários anos para isso.
1974	Economia japonesa estava com crescimento zero.  Na Toyota, onde vinham sendo alcançados aumentos da produção anualmente, desde a década de 30, foi necessário reduzir a produção para 1974.
1975	Na Toyota Motor Company os lucros diminuíram, mas foram maiores do que os de outras empresas. Entre 1975 e 1977, foi a fase em que os resultados passaram a melhorar e aumentar, fazendo os fornecedores da Toyota aproximarem-se da companhia perguntando sobre o Sistema Toyota de Produção.
1979	A trilha de desenvolvimento das empresas automotivas japonesas, calcada nas exportações, teve final abrupto após 1979, quando a economia mundial estagnou. O desequilíbrio da balança comercial com a América do Norte e Europa atingiu proporções inimagináveis, e barreiras comerciais foram erigidas.  Em 1979, a Ford adquiriu uma participação de 25 por cento na Mazda japonesa.  Primeira tentativa da Ford de padronizar em bases globais, com o Escort. No dia do lançamento, os dois Escorts, praticamente indistinguíveis na aparência externa, compartilhavam de apenas duas peças: o cinzeiro e um suporte no painel de instrumentos.

**Continuação - Quadro 9 - Histórico da década de 70**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.35, 58, 59, 61, 93, 163, 210, 268, 316, 318), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981), Maggard e Rhyne apud Ghinato (1994, p.163) e (Ohno & Mito, 1986, p.8, 46, 84, 85, 100, 121).**

Anos 70	<p>Os sistemas europeus de produção em massa foram afetados, nos anos 70, por salários crescentes e jornada semanal de trabalho em constante diminuição. Os fabricantes europeus conduziram algumas experiências alternativas de trabalho participativo, a exemplo da fábrica da Volvo em Kalmar.</p> <p>Japão – Economia no final dos anos 70 e início dos anos 80 era madura. Comparada à estagnação do oeste europeu e de nações como os Estados Unidos, manteve-se próspera, e o atrito com o oeste tornou-se explosivo.</p> <p>No final dos anos 70, o STP começou gradualmente a se difundir além das empresas afiliadas para outras companhias fabricantes de automóveis e, até mesmo, para outros tipos de indústrias. Ele tornou-se a imagem de um modelo de sistema de gestão japonês.</p> <p>Brasil – No início dos anos 70, com a escalada do preço do petróleo, o governo exigiu que a indústria introduzisse motores movidos a álcool, exigência que concentrou as energias no desenvolvimento de produtos numa tecnologia que não encontrou mercado em nenhuma outra parte do mundo. Ao mesmo tempo, o número de anos em que cada modelo era mantido em produção ascendeu para 14 anos no Brasil, quase quatro vezes o padrão japonês.</p> <p>Brasil – A década de 1970 marcou então a consolidação das três grandes (VW, GM e Ford), responsáveis, já ao final da década de 1960 por cerca de 90 % da produção.</p>
---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Década de 80*****Mundo***

A ameaça da competência japonesa na área automobilística fez com que quotas fossem impostas às importações japonesas na Grã-Bretanha, França e Itália, no começo da década de 1980 (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 214).

A partir desta década, a difusão da produção enxuta no mundo atingiu o ponto da produção em massa na década de 1920. Os líderes na prática do novo método viram-se compelidos a aumentar a participação no mercado mundial através de investimentos diretos na América do Norte e Europa (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 59).

As firmas japonesas abriram suas primeiras montadoras na América do Norte em 1982 (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 199).

“Em 1980, a Ford Motor Company sofria de uma crise. A companhia começou a perder grandes quantias de dinheiro e vastas fatias do mercado. Felizmente, a alta gerência da Ford e a liderança do sindicato UAW na Ford perceberam que o

problema não era primordialmente cíclico, ainda que a baixa do mercado de 1980 fosse a pior desde a década de 1930. Concluíram eles que os japoneses estavam realizando algo fundamentalmente novo.

( ) Decidiram viajar para o Japão, para verem com os próprios olhos, viagem que se tornou viável com a compra, pela Ford, de 24 por cento da Mazda, em 1979” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.232 e 233).

“A grave crise da Ford nos Estados Unidos em 1982 ameaçava a própria sobrevivência da companhia” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p. 233). Empréstimos maciços da *Ford of Europe* sustentaram a Ford na grande depressão automobilística norte-americana de 1980 a 1982 (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p. 209). A Ford desenvolveu a confiança dos operários na gerência da planta, que não poupou esforços para assimilar os princípios da produção enxuta. Na década de 1980, a Ford conseguiu implementar vários elementos da produção enxuta, e os resultados logo se fizeram sentir sobre o mercado. “Ironicamente, a Ford Motor Company constituiu o melhor exemplo, modificando bastante suas fábricas e tornando-se quase enxuta nos anos 80” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p. 238). “A Ford também começou um sistema de avaliação sistemática dos fornecedores, denominado Q1. Ao Q1, logo se seguiram o programa Spear, da GM, e Pentastar, da Chrysler” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.152).

“Já, o enfoque da GM, no início dos anos 80 fora descobrir tecnologias avançadas para se livrar dos trabalhadores” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.90).

“A GM estava rica em 1980. Ainda que perdesse 1 milhão de dólares em 1982, continuava pouco endividada, sendo, de longe, a maior companhia mundial. Para contornar os seus problemas, ela foi se retirando de um segmento de mercado após o outro, além de tentar gigantescos saltos de produtividade, introduzindo qualquer nova tecnologia de produção disponível ao lançar novos modelos, como o GM-10” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.72).

“Ninguém reclamou quando os japoneses começaram a preencher o hiato competitivo”; mais tarde, porém, os investidores institucionais se mostraram temerosos de que a GM estivesse lentamente se autoliquidando. “Nos anos 80, a grande chance da GM para se educar foi no planejamento de sua *joint-venture* com a Toyota, na Califórnia. Com tal plano se tornando uma possibilidade real, em 1983, executivos seniores da GM despenderam longo tempo em Toyota City” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.234).

“Em 1984, a GM decidiu que precisava aprender sobre a produção enxuta com seu mestre. Convenceu, assim, a Toyota a gerenciar a fábrica da NUMMI (uma *joint-venture* entre a GM e a Toyota) a ser reaberta. No outono de 1986, a NUMMI estava operando a pleno vapor” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.72).

Para se ter uma idéia da disparidade entre os japoneses e os norte-americanos e europeus, observe-se a seguinte pesquisa:

“Baseado em 29 projetos de desenvolvimento de modelos inéditos – ou seja, carros com carrocerias totalmente novas, ainda que alguns usassem motores adaptados ou

compartilhados – que atingiram o mercado entre 1983 e 1987, Clark constatou que um carro japonês totalmente novo exigia, em média, 1,7 milhão de horas de trabalho de engenharia, consumindo 46 meses desde o projeto inicial até as entregas aos clientes. Em contraste, o projeto típico norte-americano e europeu de complexidade comparável e de mesmo percentual de peças adaptadas e compartilhadas gastava 3 milhões de horas de engenharia e consumia 60 meses (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.104). O desempenho das “Três Grandes” no final de 1989 (GM, Ford e Chrysler) em relação a Takaoka (montadora da Toyota) era de 48 por cento a mais de trabalho e 50 por cento a mais de defeitos (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.76).

“O mercado automobilístico europeu conduziu-se vigorosamente na segunda metade da década de 1980, com recordes sucessivos de vendas de 1985 a 1989, e os competidores japoneses foram contidos por barreiras comerciais formais e inúmeros acordos de cavalheiros” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.234).

Quanto aos fornecedores, nos anos 80, o número de fornecedores dos produtores em massa estava numa faixa de 2 mil a 2,5 mil, no início da década, caindo para mil a 1,5 mil, no final (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.151).

## **Japão**

No Japão:

“o rápido crescimento havia chegado à indústria automobilística pelo final dos anos 70. O mercado doméstico japonês havia amadurecido e o crescimento estava estabilizado, mas, o mercado de exportação havia explodido. As estatísticas mostram claramente a situação. Em 1975, o Japão produziu 4,57 milhões de automóveis, dos quais 40% ou 1,83 milhões foram para exportação. Em 1980, dos 7,03 milhões de automóveis produzidos, 56% ou 3,94 milhões foram exportados. Das exportações, 40% foram para os Estados Unidos. ( ) As exportações continuaram a crescer até que atritos comerciais com os Estados Unidos e Europa surgiram e, em 1981, foram estabelecidas restrições às importações de carros japoneses por parte de Estados Unidos. Desde 1981, então, a produção doméstica de carros no Japão alcançou um teto. Os fabricantes japoneses, então, apressaram-se a investir capital e construir plantas diretamente nos Estados Unidos (OHNO & MITO, 1986, p.13).

“O primeiro investimento japonês relevante no estrangeiro foi da Honda, com seu complexo de Marysville, no estado norte-americano de Ohio, começando as operações de montagem em 1982” (WOMACK, JONES E ROOS, 1992, p.236).

“As firmas japonesas estavam aproveitando a vantagem na produção enxuta para expandir rapidamente a gama de seus produtos, ao mesmo tempo renovando os produtos existentes de quatro em quatro anos. Entre 1982 e 1990, elas quase dobraram o portfólio de produtos, de 47 para 84 modelos” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.112).

A preocupação dos japoneses em se manterem à frente, traduz-se pelo surgimento da associação *NPS (New Production System) Research Association*, que foi fundada em 1982, sob a MIP Corporation, com um capital de US\$ 5.78 milhões. *MIP significa Mutual Identity*

*and Prosperity*. Ela procurava por um sistema de gestão viável na nova era de informação, baseado nos fundamentos do Sistema Toyota de Produção, e contava com representantes de diversas corporações japonesas (OHNO & MITO, 1986, p.123).

### ***Toyota***

“O presidente da Toyota, Shoichiro Toyoda, recebeu o prêmio Deming em 1981” (OHNO & MITO, 1986, p.121).

“A Toyota Motor Sales foi refundida com a Toyota Motor Company no final dos anos 80, formando a Toyota Motor Corporation” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.62).

### ***Elementos do STP na década de 80***

Recebem destaque neste período as menções ao emprego vitalício, às relações com fornecedores, ao sistema de sugestões e ao *Kanban*. Os demais elementos citados anteriormente permanecem, estando já consolidados.

## **Década de 90**

### ***Mundo***

Womack, Jones & Roos previam:

“os produtores enxutos precisarão, nos anos 90, criar sistemas de fabricação integrados – do projeto no papel até os sistemas de manufatura do carro acabado - nos três grandes mercados mundiais: América do Norte, Europa e leste asiático (centrado no Japão). Esse processo está mais adiantado na América do Norte, onde as firmas japonesas abriram suas primeiras montadoras em 1982. Um número de 11 estavam em operação no final da década, representando, em 1990, pouco mais de 20 por cento da montagem de automóveis na América do Norte. ( ) Realizar todo o serviço num imenso salão certamente é impossível. Tampouco seria possível numa área tão apertada como Toyota City, mas o padrão geográfico da produção enxuta na América do Norte já está definido. As montadoras transplantadas (com exceção da NUMMI) reúnem-se num raio de quase 500 quilômetros no meio-oeste americano-canadense” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 199).

Quanto à globalização,

“a Ford ainda lidera<sup>6</sup> indiscutivelmente todas as companhias, inclusive as japonesas, na sua consolidação como uma organização genuinamente global, com atividades de produção e projeto em todos os três mercados. Quanto à Chrysler, sua limitada presença industrial fora da América do Norte reduz-se a um acordo com a Steyr austríaca, para montar vans Chrysler (começando em 1991). A General Motors tem uma forte presença na Europa e no Brasil, mas continua administrando tais

---

<sup>6</sup> O ano desta edição é 1992.

operações com companhias descentralizadas e independentes, que raramente se comunicam com sua direção norte-americana” (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p. 211).

#### Quadro 10 -Histórico da década de 80

Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.59, 62, 72, 76, 90, 93, 104, 112, 151, 152, 199, 209, 214, 232, 233, 234, 236, 238, 268, 318, 328), Monden (1984, p.19, 75) e Ohno & Mito (1986, p.13, 121, 123).

Ano	Eventos
1980	<p>Quotas impostas às importações japonesas na Grã-Bretanha, França e Itália, no começo da década de 1980.</p> <p>Em 1980, a Ford Motor Company sofria de uma crise. A Ford e a liderança do sindicato UAW perceberam que o problema não era primordialmente cíclico, ainda que a baixa do mercado de 1980 fosse a pior desde a década de 1930. Decidiram viajar para o Japão, para verem com os próprios olhos, viagem que se tornou viável com a compra, pela Ford, de 24 por cento da Mazda, em 1979.</p> <p>Empréstimos maciços da <i>Ford of Europe</i> sustentaram a Ford na grande depressão automobilística norte-americana de 1980 a 1982.</p>
1981	<p>O rápido crescimento havia chegado à indústria automobilística no final dos anos 60.</p> <p>O mercado interno japonês estabilizado, mas o mercado de exportação havia explodido.</p> <p>Atritos comerciais com os Estados Unidos e Europa surgiram e, em 1981, foram estabelecidas restrições às importações de carros japoneses por parte de Estados Unidos. Os fabricantes japoneses, então, apressaram-se a investir capital e construir plantas diretamente nos Estados Unidos.</p> <p>O presidente da Toyota, Soichiro Toyoda, recebeu o prêmio Deming.</p>
1982	<p>Nos Estados Unidos, grave crise da Ford.</p> <p>As firmas japonesas abriram suas primeiras montadoras na América do Norte.</p> <p>As firmas japonesas estão aproveitando a vantagem na produção enxuta para expandir rapidamente a gama de seus produtos.</p> <p>O primeiro investimento japonês relevante no estrangeiro foi da Honda, com seu complexo de Marysville, no estado norte-americano de Ohio, começou as operações de montagem.</p>
1984	<p>GM decidiu que precisava aprender sobre a produção enxuta com seu mestre e convenceu a Toyota a gerenciar a fábrica da NUMMI, que seria reaberta.</p>
1986	<p>A constituição da Autolatina em 1986, unindo a Ford e a VW do Brasil e Argentina, contribuiu para racionalizar e integrar a produção nos dois países.</p> <p>No outono de 1986, a NUMMI estava operando a pleno vapor.</p>

**Continuação - Quadro 10 - Histórico da década de 80**

**Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.59, 62, 72, 76, 90, 93, 104, 112, 151, 152, 199, 209, 214, 232, 233, 234, 236, 238, 268, 318, 328), Monden (1984, p.19, 75) e Ohno & Mito (1986, p.13, 121, 123).**

1989	O desempenho das “Três Grandes” no final de 1989: a diferença em relação a Takaoka (montadora da Toyota) era de 48 por cento a mais de trabalho e 50 por cento a mais de defeitos.
Anos 80	<p>A partir da década de 1980, a difusão da produção enxuta no mundo atingiu o ponto da produção em massa na década de 1920: os líderes na prática do novo método vêm-se agora compelidos a aumentar a participação no mercado mundial através de investimentos diretos na América do Norte e Europa.</p> <p>Ford conseguiu implementar vários elementos da produção enxuta.</p> <p>A GM estava rica, sendo, de longe, a maior companhia mundial. Para contornar os seus problemas, ela foi se retirando de um segmento de mercado após o outro. Mais tarde, os investidores institucionais se mostraram temerosos de que a GM estivesse lentamente se autoliquidando. A chance de aprendizagem da GM foi a <i>joint-venture</i> com a Toyota, na Califórnia.</p> <p>O mercado automobilístico europeu conduziu-se vigorosamente na segunda metade da década de 1980 e os japoneses foram contidos por barreiras comerciais formais e inúmeros acordos de cavalheiros.</p> <p>A Ford, pioneira da produção em massa há 75 anos, está praticamente tão enxuta, em suas montadoras na América do Norte, como as fábricas japonesas transplantadas para lá.</p> <p>Brasil – No início da década de 1980, o sucesso japonês começou a ficar mais evidente e a disposição de imitá-lo se acentuou no Brasil. Entretanto, o isolamento do país levou a enxergar-se apenas a ponta do <i>iceberg</i> e muitas empresas acabaram identificando o sucesso japonês com uma de suas técnicas, os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ), tidos como a grande arma competitiva. O movimento dos CCQs fracassou pela falta de reciprocidade e confiança entre as partes, além da falta de preparo técnico efetivo dos trabalhadores.</p> <p>Por um breve período, em meados dos anos 80, a indústria brasileira julgou ter descoberto uma nova estratégia: aproveitar-se de seus baixos salários para exportar carros baratos para a Europa e Estados Unidos. Tratava-se de uma variante latina da estratégia coreana, com o mesmo padrão de grandes esperanças, baseadas nas vendas iniciais, seguidas de desespero, quando o câmbio mudou e deficiências nos veículos anularam uma vantagem inicial no preço. As vendas do Fox no mercado norte-americano, por exemplo, caíram de um pico de 60 mil unidades em 1987, para 40 mil, em 1989.</p> <p>A Toyota Motor Sales foi refundida com a Toyota Motor Company no final dos anos 80, formando a Toyota Motor Corporation.</p>

**Quadro 11 -Histórico da década de 90**

Fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992, p.13, 55, 155, 199, 211, 268, 331).

Ano	Eventos
1990	<p>Montadoras japonesas em operação na América do Norte em 1990 representavam pouco mais de 20 por cento da montagem de automóveis ali.</p> <p>Em 1990, a Toyota oferecia aos consumidores de todo o mundo tantos produtos quanto a General Motors, ainda que tivesse a metade do tamanho desta.</p>
1992	<p>A Ford liderava todas as companhias, inclusive as japonesas, na sua consolidação como uma organização genuinamente global, com atividades de produção e projeto em todos os três mercados.</p> <p>A Chrysler tinha sua presença industrial fora da América do Norte limitada a um acordo com a Steyr austríaca, para montar vans Chrysler (começando em 1991).</p> <p>A General Motors tem uma forte presença na Europa e no Brasil.</p> <p>Infelizmente, nos últimos vinte anos (de 1972 a 1992), o Brasil tem tido um histórico de estagnação. Conforme observamos, os complexos de produção em massa construídos no Brasil foram uma notável realização, comparados com a alternativa: dependência completa das importações. Entretanto, essas fábricas estão bem defasadas (em 1992) do padrão mundial em produtividade e qualidade dos produtos.</p> <p>Brasil – Enquanto isso, a indústria brasileira, após um período de 20 anos de grande crescimento (1960 a 1980), encontra-se (em 1992) estagnada e com poucas perspectivas de significativas melhorias a curto prazo.</p>
Anos 90	<p>Nos anos 90, surgirá nova ameaça às firmas artesanais de automóveis, na medida em que as companhias que dominam a produção enxuta – os japoneses na frente – começam a almejar suas fatias de mercado.</p> <p>É bem verdade que a engenharia de suprimentos, aliada aos contratos a longo prazo (três a cinco anos, em vez de um ou menos), padrões mais exigentes de qualidade, entregas mais freqüentes e fonte única de vários componentes caracterizam um novo sistema norte-americano de suprimentos do início da década de 90. Porém, que tais evoluções não nos dêem a falsa impressão de que os fornecedores ocidentais estejam mudando para o fornecimento enxuto.</p>

**Síntese da cronologia de cada elemento**

Apresentam-se, nesta seção, os quadros 13 a 29 referentes ao histórico do desenvolvimento de alguns dos elementos do Sistema Toyota de Produção. Antes disso, vê-

se, no quadro 12 uma linha do tempo do surgimento desses elementos, construída exclusivamente com base nas referências bibliográficas citadas.

**Quadro 12. Histórico desde 1900 até a década de 90, abrangendo o contexto de surgimento e os elementos do STP. Principais fontes consultadas: Womack, Jones & Roos (1992), Ohno (1997), Shingo (1981), Monden (1984), Ohno & Mito (1986), Ghinato (1994).**

Elemento STP	1920	1930	1940	1950	1960	1970
				Os métodos de produção da Toyota agruparam-se na forma de um sistema durante o período de rápido crescimento que ocorreu do final dos anos 50 até o início dos anos 70.		
				Até o início dos anos 60, com todos em oposição, o STP foi chamado "o abominável sistema de Ohno".		
Autonomia	Sakichi – tear pára ao atingir quantidade prevista ou ao romper o fio	Sakichi – tear auto-ativado; dotar máquinas de inteligência	Inovações em automação.	Autonomia como resultado do trabalho mental transformado em automação	Toyota havia plenamente delineado os princípios da produção enxuta no início da década de 1960.	Controle total das tarefas das máquinas; linha na planta Kamigo com autonomia
JIT		Idéia de Kiichiro Toyoda de desenvolver um método de produção adequado ao país. Segundo Ohno, é a origem do JIT.	Surge idéia do JIT e os primeiros passos via fluxo sincronizado	Rearranjo das máquinas para obter fluxo sincronizado. Utilizar a idéia do supermercado, via <i>kanban</i> , para obter o JIT. Produzir a quantidade exata necessária.		
MFP			Shingo propõe MFP			
Layout			Ohno organiza máquinas em linhas paralelas, U ou L. Dispensou-se atenção ao posicionamento das máquinas.			
Multifuncionalidade			Um operador para 3 ou 4 máquinas, associado à sincronização e alterações de <i>layout</i> .			
Fluxo e Sincronização			Ohno buscava um operador para várias máquinas. O primeiro passo foi estabelecer um sistema sincronizado de fluxo na fábrica (Ohno, 1997). Ohno deu primeiro passo em direção ao JIT. Para estabelecer o fluxo de produção, rearranjou as máquinas. Do final dos anos 40 até o início dos anos 60, as quantidades produzidas eram pequenas. Então, a produção se movia de processo para processo em grandes lotes; era mais uma operação de empurrar. do que um fluxo. Reavaliação de operações de transporte.	Demanda originada pela Guerra da Coréia faz com que Toyota peça colaboração dos fornecedores para melhorar fluxo. Ohno organiza máquinas na seqüência dos processos de usinagem na fábrica de Koromo (Toyota). Sistema de produção em linha na planta principal, com <i>andon</i> , botão de parada e transporte de carga mista. Nivelamento da produção.		Antes da crise do Petróleo de 1973 os fornecedores já estavam sendo ensinados a produzir em fluxo contínuo.
TRF			Trocas levam de 2 a 3h em 1945. Aperfeiçoamento da TRF por Ohno.	Trocas levam entre 1h e 15 minutos; no final da década as trocas de moldes levam 3 minutos e não necessitam de especialistas	Tempo da troca na prensa da planta principal é 15 minutos; no final da década trocas levam menos de 3 minutos	Planta principal e planta Motomachi levam 3 minutos para troca na prensa
Elementos Visuais e Controle Visual			II Grande Guerra levou operários experientes ao front, então era preciso usar padronização e painéis visuais de procedimento nos locais de trabalho.	<i>Andon</i> adotado na linha de motores; <i>andon</i> e botão de parada na linha de montagem da planta principal; painéis de procedimentos.	Planta de montagem Motomachi equipada com <i>andon</i> , permite parar a linha sob circunstâncias não usuais. Sistema de sinalização de peças externas vermelhas e verdes	
Poka-yoke			Foram inventados os <i>poka-yokes</i> .		Uso do <i>poka-yoke</i>	
Kanban				Idéia do supermercado implementada com cartão <i>kanban</i> na oficina da planta principal. Começaram a ser utilizados pedaços de papel ( <i>kanban</i> ) para indicar o número da peça e as informações de montagem. Nasceu a frase "sistema <i>kanban</i> ".	Ohno pressiona operários a entenderem <i>kanban</i> ; <i>kanban</i> implementado na forja e na fundição, tornando-se utilizado em toda a planta; isso levou 10 anos. Toyota começou a aplicar <i>kanban</i> para peças de fornecedores.	<i>Kanban</i> aplicado a 60% dos fornecedores. Fornecedores sendo ensinados a produzir com o <i>kanban</i> .

**Quadro 12 -Autonomação e seu histórico**

**Fontes consultadas: Ghinato (1994, p.92), Ohno apud Ghinato (1994, p.92), Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981) e Ohno & Mito (1986)**

<b>Ano</b>	<b>Autonomação</b>
1926	Sakichi Toyoda conseguiu fabricar um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos (Ghinato, 1994, p. 92).
1930	Foi vendida a patente do tear de Sakichi, capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Essa patente foi vendida para a Platt Brothers da Inglaterra e o dinheiro foi todo aplicado nas pesquisas para a fabricação de automóveis (Ohno apud Ghinato, 1994, p.92).  Sakichi Toyoda ensina a aplicar a inteligência humana às máquinas para faze-las trabalharem para as pessoas. Idéia do tear auto-ativado (Ohno, 1997).
1947 a 1949	É aplicada a multifuncionalidade, associada às modificações de <i>layout</i> . O uso da multifuncionalidade evidencia a presença da autonomação, que lhe serve de suporte.
1950	A autonomação é utilizada e também ocorrem inovações em automação.
1962	Controle total das tarefas das máquinas e <i>poka-yoke</i> (Ohno apud Shingo, 1981).
1966	Na planta Kamigo a linha completamente transformada para “trabalho cerebral convertido em automação” (Ohno apud Shingo, 1981).
1967	Desde ano em diante, a autonomação está firmemente estabelecida.

**Quadro 13 -Emprego vitalício e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno &amp; Mito (1986) , Ohno (1997) e Womack, Jones &amp; Roos (1992)

<b>Ano</b>	<b>Emprego vitalício</b>
Era Meiji 1867-1912	As três características distintivas de gestão no Japão, que vêm de longa data, são sinais de tal estilo familiar: o emprego vitalício, a promoção baseada na antiguidade e as múltiplas organizações dentro do sindicato da companhia. (Ohno & Mito, 1986, p.78).
1950	Em abril ocorre uma disputa de 3 meses com a mão-de-obra sobre a redução da força de trabalho (Ohno, 1997). Os empregados remanescentes receberam duas garantias. Uma foi o emprego vitalício. Por outro lado, os empregados também concordaram em ser flexíveis na atribuição das tarefas e ativos na promoção dos interesses da companhia. De volta à fábrica, Taiichi Ohno se deu conta de que a força de trabalho se transformara num custo fixo tanto quanto, a curto prazo, a maquinaria da companhia, e, a longo prazo, o que era ainda mais importante (Womack, Jones & Roos, 1992, p.45).  Em junho, surgem demandas originadas pela guerra da Coreia. Mas, era preciso aumentar a produção sem admitir pessoas (recentemente demitidas), e isso só seria possível via eliminação de perdas. (Ohno & Mito, 1986, p.8)
1975	Todos os trabalhadores temporários haviam sido convertidos para trabalhadores permanentes, situação que durou até 1989 (Womack, Jones & Roos, 1992, p.93).
Anos 70	A Toyota e outras companhias automobilísticas chegaram a empregar consideráveis números de trabalhadores temporários por muitos anos ao lutarem para responder à crescente demanda, e resistirem em dar status vitalício ao emprego dos trabalhadores que não tinham certeza de poderem manter. Entretanto, tal prática chegou ao fim nos anos 70, quando as firmas japonesas conquistaram a confiança de que seu crescimento não era acidental, mas sustentado (Womack, Jones & Roos, 1992, p.61).
1989	A Toyota, num esforço para atender à explosão da demanda de automóveis no Japão, novamente contratou trabalhadores sem garantias permanentes (Womack, Jones & Roos, 1992, p.93).

**Quadro 14 - Perdas e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997) e Ohno &amp; Mito (1986)

<b>Ano</b>	<b>Perdas</b>
1930	Sakichi Toyoda inspira Ohno a entender desperdício (Ohno, 1997).
1940	Preocupação com a racionalização de estoques acabados e em processo e eliminação total de perdas (Ohno & Mito, 1986).

**Quadro 15 - Qualidade: Controle da Qualidade Total (TQC); Defeito Zero (ZD); Círculos de Controle de Qualidade (CCQ); Controle Estatístico da Qualidade (SQC) e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Ohno apud Shingo (1981) e Ohno & Mito (1986)

Ano	Qualidade: Controle da Qualidade Total (TQC); Defeito Zero (ZD); Círculos de Controle de Qualidade (CCQ); Controle Estatístico da Qualidade (SQC)
1945	Qualidade nos fornecedores – Preocupação de produzir mercadorias com alta qualidade; os fornecedores foram auxiliados pela Toyota neste sentido (Ohno, 1997).
1946	<p>Chegada de Deming. As técnicas de controle de qualidade foram disseminadas pelo Japão. Mais tarde, efetivou-se o Controle Estatístico da Qualidade (SQC) entre as corporações japonesas (Ohno &amp; Mito, 1986, p.121)</p> <p>Adotando o TQC (<i>Total Quality Control</i>) e o ZD (<i>Zero Defect</i>) após a II Grande Guerra, o Japão progrediu e desenvolveu seus círculos de controle de qualidade (CCQ) ou atividades de pequenos grupos (Ohno &amp; Mito, 1986, p.100)</p> <p>Desde o final dos anos 40 os conceitos de controle de qualidade vinham sendo implementados no Japão (Ohno &amp; Mito, 1986).</p>
1956	Toyota aceitou a candidatura ao Prêmio Deming (Ohno & Mito, 1986, p.121).
1959 a 1979	Desde o final dos anos 50, e ao longo dos anos 60 e 70, o controle de qualidade se infiltrou e as atividades dos círculos de controle de qualidade (CCQ) se difundiram e passaram dos produtos à gestão. O estilo norte-americano de controle de qualidade se tornou parte de um TQC japonês (Ohno & Mito, 1986, p.100).
1965	<p>Toyota, que partira para a implementação do TQC no início dos anos 60, ganhou o prêmio Deming (Ohno &amp; Mito, 1986, p.100).</p> <p>O ZD foi introduzido no Japão pela Nihon Electric e espalhou-se rapidamente (Ohno &amp; Mito, 1986, p.121).</p>
1986	O TQC continua a estimular a inovação no Japão; tem se estabelecido como a mais efetiva técnica de gestão japonesa; está num processo de ser amplamente exportada (Ohno & Mito, 1986, p.121).

**Quadro 16 - JIT e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997) e Womack, Jones &amp; Roos (1992)

<b>Ano</b>	<b>JIT</b>
1933	Kiichiro Toyoda anunciou o objetivo de desenvolver carros nacionalmente, dizendo: “...Usaremos as nossas próprias pesquisa e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso próprio país.” Segundo Ohno esta foi a origem da idéia de JIT.
1945	Idéia do Just-in-time (Ohno, 1997).
1949-1950	Ohno deu primeiro passo na direção do <i>just-in-time</i> . Para estabelecer o fluxo de produção, rearranjou as máquinas (Ohno, 1997).
1953	Do supermercado pegou-se a idéia de que o processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade que precisa. Em 1953 implantou-se este sistema com a esperança de que auxiliasse na obtenção do JIT. (Ohno, 1997).
1955	Produzir a quantidade exata necessária (Ohno, 1997).

**Quadro 17 -MFP e seu histórico**

Fontes consultadas: Shingo (1981)

<b>Ano</b>	<b>MFP</b>
1945	Shingo propõe um mecanismo de análise de sistemas produtivos intitulado de Mecanismo da Função Produção.

**Quadro 18 -Layout e seu histórico**

Fonte consultada: Ohno (1997)

<b>Ano</b>	<b>Layout</b>
1947	Ohno organizou as máquinas em linhas paralelas ou em forma de L e tentou fazer com que um trabalhador operasse 3 ou 4 máquinas ao longo da rota de processamento. Encontrou forte resistência dos trabalhadores da produção (Ohno, 1997).
1949-1950	Ohno rearranjou as máquinas e adotou um sistema multi-processo que destina um operador para 3 ou 4 máquinas (Ohno, 1997).

**Quadro 19 -Multifuncionalidade e seu histórico****Fontes consultadas: Ohno (1997) e Womack, Jones & Roos (1992)**

<b>Ano</b>	<b>Multifuncionalidade</b>
1947	<p>Manuseio de duas máquinas (tipo L, tipo paralelo) – início da separação homem-máquina (Ohno apud Shingo, 1981).</p> <p>Ohno pensava em fazer um operador cuidar de muitas máquinas e de diferentes tipos de máquinas. Portanto o primeiro passo foi estabelecer um sistema sincronizado de fluxo na fábrica (Ohno, 1997).</p> <p>Ohno organizou as máquinas em linhas paralelas ou em forma de L e tentou fazer com que um trabalhador operasse 3 ou 4 máquinas. Encontrou forte resistência dos trabalhadores (Ohno, 1997).</p>
1949 – 1950	<p>Ohno, para estabelecer o fluxo de produção, rearranjou as máquinas e adotou um sistema multi-processo com um operador para 3 ou 4 máquinas (Ohno, 1997).</p> <p>Manuseio de 3 ou 4 máquinas - <i>layout</i> retangular, tipo U (Ohno apud Shingo, 1981).</p>

**Quadro 20 -Fluxo e Sincronização e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Ohno &amp; Mito (1986) e Ohno apud Shingo (1981)

Ano	Fluxo e Sincronização
1947	Ohno buscava um operador para várias máquinas. O primeiro passo foi estabelecer um sistema sincronizado de fluxo na fábrica (Ohno, 1997).
1949 – 1950	Ohno deu o primeiro passo na direção da idéia do just-in-time. Então, para estabelecer o fluxo de produção, rearranjou as máquinas, e adotou sistema multi-processo com um operador para 3 ou 4 máquinas (Ohno, 1997).
1949 – 1960	Do final dos anos 40 até o início dos anos 60, as quantidades produzidas eram pequenas. A produção se movia na forma de grandes lotes de processo para processo. Era mais uma operação de empurrar do que um fluxo. (Ohno & Mito, 1986, p.21)
1950	<p>Junho – Toyota - Demanda originada pela guerra da Coréia. Havia escassez desde matéria-prima até peças. O trabalho de montagem atrasava. Para melhorar o fluxo, buscaram-se formas de nivelar a produção e a cooperação dos fornecedores (Ohno, 1997, p.32).</p> <p>Ohno, gerente da fábrica no complexo de Koromo, organizou as máquinas na seqüência dos processos de usinagem. Foi uma mudança radical do sistema convencional no qual uma grande quantidade do mesmo componente era beneficiada em um processo e depois levada adiante para o processo seguinte (Ohno, 1997).</p> <p>Na fábrica principal da Toyota, a sincronização entre a montagem final e a linha de usinagem foi estabelecida. (Ohno, 1997)</p>
1955	Sistema de produção em linha na montagem da planta principal, com <i>andon</i> , botão de parada e transporte de carga mista (Ohno apud Shingo, 1981).
1973	Antes da crise do petróleo de 1973, os fornecedores já estavam sendo ensinados a produzirem em fluxo contínuo (Ohno, 1997).

**Quadro 21 -TRF e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Womack, Jones & Roos (1992) e Ohno apud Shingo (1981)

<b>Ano</b>	<b>TRF</b>
1940 – 1949	Trocas de matrizes levam de 2 a 3 horas (Ohno, 1997). Enquanto a prática ocidental utilizava prensas dedicadas, o orçamento de Ohno exigia que praticamente todo o carro fosse montado em umas poucas linhas de prensas. Sua idéia era desenvolver técnicas simples de troca de moldes. A partir do final dos anos 40, Ohno acabou aperfeiçoando a sua técnica de troca rápida (Womack, Jones & Roos, 1992, p.43).
1950- 1959	Tempo de troca de ferramentas entre 1 hora e 15 minutos. Diminuição ocorreu à medida em que o nivelamento da produção se difundiu (Ohno, 1997). No final da década de 1950, Ohno havia reduzido o tempo para trocar moldes de um dia para três minutos, e eliminado a necessidade de especialistas na troca de moldes (Womack, Jones & Roos, 1992, p.43).
1962	Tempo de troca de ferramentas da prensa da planta principal reduzido para 15 minutos (Ohno apud Shingo, 1981).
1969	Troca de ferramentas em menos de 3 minutos (Ohno, 1997).
1971	Planta principal e planta Motomachi: tempo para troca de ferramentas da prensa é de 3 minutos (Ohno apud Shingo, 1981).

**Quadro 22 -Elementos Visuais e Controle Visual e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno & Mito (1986), Ohno apud Shingo (1981) e Ohno (1997)

<b>Ano</b>	<b>Elementos Visuais e Controle Visual</b>
1945	Durante a II Grande Guerra a padronização foi essencial. Os mecânicos experientes estavam sendo enviados aos campos de batalha. Não seria exagero dizer que assim nasceu o estilo Toyota de gestão no local de trabalho (Ohno & Mito, 1986, p.82). A necessidade de padronização viria a ser suprida em parte com a ajuda de painéis de procedimentos.
1950	Sistema <i>andon</i> adotado na linha de montagem de motores (Ohno apud Shingo, 1981).
1955	<i>Andon</i> e botão de parada linha na montagem da planta principal (Ohno apud Shingo, 1981).
1957	Adoção de painel de procedimento – <i>andon</i> (Ohno apud Shingo, 1981).
1961	Planta de montagem Motomachi equipada com <i>andon</i> (Ohno, 1997). Sistema de sinalização de peças externas vermelhas e verdes (Ohno, 1997).

**Quadro 23 - Relações com fornecedores e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Womack, Jones & Roos (1992), Monden (1984), Ohno apud Shingo (1981) e Ohno & Mito (1986)

<b>Ano</b>	<b>Relações com fornecedores</b>
1945	Com a preocupação de produzir mercadorias de alta qualidade; a Toyota auxiliou seus fornecedores neste sentido (Ohno, 1997).
1950	Com as demandas originadas pela guerra da Coreia, buscou-se a cooperação dos fornecedores (Ohno, 1997, p.32). Para contrabalançar os altos custos de estocagem para os fornecedores e peças defeituosas fornecidas, e atender ao aumento da demanda nos anos 50, a Toyota começou a estabelecer um enfoque de produção enxuta para o suprimento de componentes. Primeiro passo: organizar os fornecedores em níveis funcionais, onde a cada nível correspondia um grau de responsabilidade (Womack, Jones & Roos, 1992, p.51).
1962 – 1963	A Toyota iniciou a aplicação de <i>kanban</i> a seus fornecedores (Monden, 1984, p.19). As peças que vinham de fora começaram a ser tratadas com <i>kanban</i> . Levaria quase 20 anos (Ohno, 1997).
1965	Adoção do sistema <i>kanban</i> para as peças manufaturadas externamente, sistema de entregas 100%. Instruções sobre o Sistema Toyota começam a ser passadas para os fabricantes externos (Ohno apud Shingo, 1981).
Anos 60	Os relacionamentos entre fornecedor e montadora são balizados por um denominado contrato básico. Este estabelece regras fundamentais para preços, assim como garantia de qualidade, encomendas e entregas, direito de propriedade e suprimento de materiais. Contratos semelhantes também têm sido comuns entre fornecedores de primeiro e segundo nível no Japão, desde os anos 60 (Womack, Jones & Roos, 1992, p.142).
1975 a 1977	Os lucros diminuíram na Toyota, mas foram maiores do que os de outras empresas (Ohno, 1997). Os fornecedores da Toyota começaram a se aproximar para perguntar sobre o Sistema Toyota de Produção (Ohno & Mito, 1986, p.8).
1982	<i>kanban</i> havia sido aplicado a 98% dos fornecedores da Toyota, apesar de somente 50% destes estarem utilizando o <i>kanban</i> em processo em suas próprias fábricas (Monden, 1984, p.19).

**Quadro 24 - Poka-yoke e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno & Mito (1986) e Ohno apud Shingo (1981)

<b>Ano</b>	<b>Poka-yoke</b>
1945	Foram inventados dispositivos <i>poka-yoke</i> que impediam automaticamente os defeitos, os erros operacionais e as condições perigosas que causavam acidentes (Ohno & Mito, 1986, p.82).
1962	Controle total das tarefas das máquinas e <i>poka-yoke</i> (Ohno apud Shingo, 1981).

**Quadro 25 -Marketing e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno &amp; Mito (1986) e Ohno apud Shingo (1981)

<b>Ano</b>	<b><i>Marketing</i></b>
1949	A Toyota Motor Sales foi criada na crise de 1949, por insistência dos banqueiros da Toyota, que acreditavam que uma companhia de vendas separada estaria menos propensa a elaborar previsões de vendas otimistas demais que levassem a uma produção excessiva, do que o sistema anterior, em que o marketing não passava de mais uma divisão da Toyota Motor Company (Womack, Jones & Roos, 1992, p.62).
Anos 40	A idéia básica consistia em desenvolver uma relação a longo prazo – de fato, que durasse a vida inteira – entre montador, revendedora e comprador, encaixando a revendedora no sistema de produção, e o comprador no processo de desenvolvimento do produto (Womack, Jones & Roos, 1992, p.57).
1950	Em abril, ocorre a eliminação do controle de distribuição de automóveis e a transição para vendas independentes (Ohno, 1997).

**Quadro 26 -Sistema de sugestões e seu histórico**

Fontes consultadas: Monden (1984)

<b>Ano</b>	<b>Sistema de sugestões</b>
1951	Introdução do sistema de sugestões na Toyota (Monden, 1984, p.75).
1980	Cada funcionário apresentou, em média, 10 sugestões, sendo que o aproveitamento das sugestões foi de 94% (Monden, 1984, p.75).

**Quadro 27 -Kanban e seu histórico**

Fontes consultadas: Ohno (1997), Monden (1984) e Ohno apud Shingo (1981)

Ano	<i>Kanban</i>
1953	Do supermercado surgiu a idéia de visualizar o processo inicial numa linha de produção como um tipo de loja. O processo final vai até o processo inicial para adquirir as peças necessárias no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento). Em 1953 implantou-se este sistema na oficina na fábrica principal, com a esperança de que auxiliasse na obtenção do JIT. Para fazê-lo funcionar foram utilizados pedaços de papel listando o número do componente de uma peça e outras informações de usinagem, e isto foi chamado de <i>kanban</i> (Ohno, 1997).
1959	Ohno, como gerente da fábrica Motomachi, começou a experimentar o <i>kanban</i> , mas este só podia ser usado entre a usinagem, prensas e linha de montagem, uma vez que as matérias-primas vinham da fábrica principal (Ohno, 1997).
1961	<i>Kanban</i> tipo palete, que terminou em fracasso (Ohno, 1997).
1962	<p>Ohno pressionava os supervisores praticamente à força para que entendessem o <i>kanban</i> (Ohno, 1997).</p> <p>Ohno foi nomeado gerente da fábrica principal; só então o <i>kanban</i> foi implementado na forja e na fundição, fazendo com que, finalmente se tornasse um sistema utilizado em toda a planta. Conseguiu-se instalar o <i>kanban</i> em toda a empresa. Demorou 10 anos para estabelecer o <i>kanban</i> na Toyota Motor Company. Ohno explica que, embora seja bastante tempo, isto era natural, uma vez que estavam sendo introduzidos conceitos completamente novos. Era necessário o envolvimento e o entendimento por parte de todos, desde gerentes, passando por supervisores, até os operários. Ohno pressionava os supervisores praticamente à força para que entendessem o <i>kanban</i> (Ohno, 1997).</p> <p>A empresa iniciou a aplicação de <i>kanban</i> a seus fornecedores (Monden, 1984, p.19).</p>
1963	Começou-se a tratar com <i>kanban</i> as peças que vinham de fora. Levou quase 20 anos (Ohno, 1997).
1965	Adoção do sistema <i>kanban</i> para as peças manufaturadas externamente, sistema de entregas 100%. (Ohno apud Shingo, 1981).
1970	<i>Kanban</i> aplicado a 60% dos fornecedores (Ohno apud Shingo, 1981).
1973	Fornecedores foram ensinados a produzir usando <i>kanban</i> . Antes da crise de 1973, estes já estavam sendo ensinados a produzir em fluxo contínuo (Ohno, 1997).
1982	<i>Kanban</i> havia sido aplicado a 98% dos fornecedores, mas somente 50% dos fornecedores estarem utilizando o <i>kanban</i> em processo em suas próprias fábricas (Monden, 1984, p.19).

**Quadro 28 -Manutenção Produtiva Total (MPT) e seu histórico****Fontes consultadas: Ohno & Mito (1986) e Ohno apud Shingo (1981)**

<b>Ano</b>	<b>Manutenção Produtiva Total (MPT)</b>
Anos 70	A MPT surgiu no Japão no início dos anos 70, como uma alternativa à tradicional manutenção corretiva, adequando-se perfeitamente às exigências de disponibilidade integral das máquinas nos sistemas de produção sem estoques (Maggard e Rhyne, 1992 apud Ghinato, 1994, p.163).

década de 10	década de 30	década de 40	década de 50	década de 70
Autonomação	“Just-in-time”	Mecanismo da função produção – MFP	Sistema de sugestões	Manutenção Produtiva Total MPT
	Perdas	“layout”		
		multifuncionalidade		
Controle da qualidade total TQC	fluxo e sincronização			
Emprego vitalício	Defeito Zero ZD	troca rápida de ferramentas	“kanban”	
		elementos visuais e controle visual		
	Círculos de controle da qualidade CCQ	desenvolvimento de fornecedores		
		“poka-yoke”		
	“marketing”			

**Figura 13 – Décadas de surgimento dos elementos do Sistema Toyota de Produção**