



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**ERON CARLOS SCHEFFER**

**PROPOSIÇÃO DE UMA DEFINIÇÃO E MENSURAÇÃO DO VALOR EM UM  
PROCESSO PRODUTIVO COM BASE NA DINÂMICA DE SISTEMAS**

**CURITIBA**

**2008**

**ERON CARLOS SCHEFFER**

**PROPOSIÇÃO DE UMA DEFINIÇÃO E MENSURAÇÃO DO VALOR EM UM  
PROCESSO PRODUTIVO COM BASE NA DINÂMICA DE SISTEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de Concentração: Gerência de Produção e Logística

Orientador: Prof. Dr. Marco Busetti  
Co-orientadores: Prof. Dr. Eduardo F. R. Loures  
Prof. Dr. Eduardo Portela  
Prof. Dr. George W. L. de Sousa

**CURITIBA**

**2008**

**ERON CARLOS SCHEFFER**

**PROPOSIÇÃO DE UMA DEFINIÇÃO E MENSURAÇÃO DO VALOR EM UM  
PROCESSO PRODUTIVO COM BASE NA DINÂMICA DE SISTEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de Concentração: Gerência de Produção e Logística

Orientador: Prof. Dr. Marco Buseti

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Buseti de Paula  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof. Dr. George Wagner Leão e Sousa  
Engeflux

---

Prof. Dr. Roberto Max Protil  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

**Curitiba, 30 de setembro de 2008.**

**À Otilia, Carla e Egon, razões principais para essa busca.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Emanuel Carlos Scheffer e à Senhora Maria da Luz Scheffer, meus Pais, pela vida que me deram e pela crença que, somente com o estudo e a dedicação é que se pode conquistar algo.

Ao Professor Doutor George W. L. e Sousa, por ter me aceito como orientando no programa de Mestrado e pela dedicação e sabedoria transmitidos.

Ao Professor Doutor Marco Busetti pela continuidade como orientador.

Ao Professor Doutor Eduardo F. R. Loures pelas correções no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Doutor Eduardo Portela pelas sábias orientações.

Ao Professor Doutor Fábio Favaretto – Disciplina Data Warehouse e Gestão da Informação deste Mestrado.

Ao Professor Doutor Guilherme E. Vieira – Disciplina Gestão da Produção deste Mestrado.

À Professora Doutora Maria do Rosário Knechtel – pela confiança depositada.

À Professora Luzia Eliana – Curso de Magistério Superior da FESP.

À Professora Denise – Curso de Magistério Superior da FESP.

Aos Amigos Carlos Campagnaro e Luciano Alves pela amizade e incentivo.

Ao Mestre Nicolau Soltoski e sua capacidade de ensinar apenas com a presença marcante.

*“É o professor aquele que ensina”?  
O Mestre é aquele em que está a luz!  
Para ver a luz precisamos de olhos preparados.  
Sem isso o Mestre passa despercebido.  
Ninguém é realmente capaz de ensinar outra pessoa.  
O que se pode fazer é despertar essa força interior que  
liberta e leva ao Mestre.  
“Logo, o professor é um libertador, que tem como missão  
convencer que sem os grilhões da ignorância não há  
limites para o saber.”*

## RESUMO

As organizações, enquanto sistemas dotados de propósito, têm como foco central a produção de valor para os clientes, atendendo necessidades através de produtos e ou serviços. O ambiente organizacional é composto de diversos fatores que interagem de forma complexa e dinâmica, em constante mutação. O entendimento acerca de como o valor é produzido, o modo como flui ao longo de todo o processo produtivo, bem como, a sua migração além das fronteiras da empresa, deve prover aos gestores uma importante ferramenta para melhoria do processo decisório. Com base na Análise e Engenharia de Valor, desenvolvida por Miles para redução de custos, aliada aos conceitos de Dinâmica de Sistemas, desenvolvida por Forrester e Sterman, a proposta do projeto é alcançar uma definição de Valor. Essa definição envolve: conceituação qualitativa, causal, dinâmica e matemática, com também, o desenvolvimento de um modelo de simulação, em que será possível testar o impacto de ações gerenciais no desempenho organizacional. Para avaliar a sensibilidade do modelo e ajustar a hipótese dinâmica desenvolvida com o intuito de prover o realismo necessário às variáveis envolvidas, dados de volume de vendas reais são utilizados como modo de referência. Entendeu-se que valor é, provavelmente, a mais efetiva métrica para avaliar a função básica de uma organização voltada a atender as necessidades, desejos e expectativas do cliente. O modelo desenvolvido apresenta uma visão do comportamento da taxa de valor e reproduziu a taxa de produção real com uma precisão de aproximadamente 85%.

Palavras-chave: Valor. Dinâmica de sistemas. Modelos.

## ABSTRACT

Enterprises as organized purposeful systems exist to deliver value to customers through products and or services. The organizational environment is composed of several factors that interact in a complex and dynamic manner while facing constant change. The understanding about how value is generate, the manner it flows along the entire internal production process, as well as along the entire supply chain and beyond the firms boundaries, shall provide an important decision making tool to the decision makers. Based on Value Analysis and Engineering techniques developed by Miles for cost reduction and the Systems Dynamic approach developed by Forrester and Sterman, this project aims at reaching a definition of value embracing a qualitative, causal dynamic and mathematic form for the term, as well as the development of a simulation model through which it is possible to test the impacts of the managerial actions on the enterprise performance. In order to evaluate the model sensitivity and fine tune the dynamic hypothesis developed in the search of realism for the variables involved, real sales data is used as reference mode. It was understood that value is probably the most effective metric to evaluate the basic function of an enterprise as it fulfills customers needs, desires and expectations. The model developed allows for a behavioral analysis of the value rate, and reproduced the real production rate data with 85% of accuracy.

Key-words: Value. System dynamics. Models.



## LISTA DE FIGURAS

Figura. 1: Definição de Organização de EERL .....	15
Figura 2: O Processo de modelagem.....	25
Figura 3: Metodologia de pesquisa .....	26
Figura 4: Modelo de causalidade do processo de aprendizagem.....	37
Figura 5: Exemplo de uma ligação de polaridade positiva entre duas variáveis. ....	38
Figura 6: Exemplo de um diagrama de “enlaces causais” e as notações de polaridade de reforço .....	39
Figura 7: Exemplo de uma ligação de polaridade negativa entre duas variáveis. ....	39
Figura 8: Exemplo de um diagrama de “enlaces causais” e as notações de polaridade de balanço.....	39
Figura 9: Exemplo de um notação que indica atraso (delay) .....	40
Figura 10: Representação dos fluxos de entrada, saída e estoques.....	41
Figura 11: Estrutura de primeira ordem em equilíbrio instável.....	43
Figura 12: Estrutura com retroalimentação negativa .....	44
Figura 13: Modelo leva a Busca de Objetivo .....	45
Quadro 14: Comportamentos X Diagrama de enlaces causais.....	47
Figura 15: Forma de uma onda de ruído branco .....	49
Figura 16: “Enlace Causal” .....	58
Figura 17: Métrica de Valor Total .....	67
Quadro 1: Principais dimensões para melhoria no desempenho operacional e suas métricas .	69
Figura 18: Representação Dinâmica de uma empresa .....	73
Figura 19: A empresa e seus diversos sub-sistemas .....	74
Figura 20: Ciclo de Vida de um produto.....	76
Figura 21: Custos ao longo do ciclo de vida real de um produto .....	78
Quadro 2: Variáveis e suas unidades consideradas no modelo de captura do “valor” em sistemas produtivos. ....	79
Figura 22: Suposição dinâmica do problema.....	81
Figura 23: Diagrama de enlaces causais que geram um comportamento de crescimento com <i>overshoot</i> e colapso .....	84
Figura 24: Mapeamento: primeira suposição. ....	85
Figura 25: Mapeamento: segunda suposição.....	85
Figura 26: Mapeamento: terceira suposição.....	86

Figura 27: Mapeamento: quarta suposição.....	87
Figura 28: Diagrama de Enlace Causal – Valor .....	88
Figura 29: Construção do Modelo-Passo 1.....	89
Quadro 3: Variáveis apresentadas no passo 1.....	90
Figura 30: Construção do Modelo-Passo 2.....	90
Quadro 4: Variáveis apresentadas no passo 2.....	91
Figura 31: Construção do Modelo-Passo 3.....	92
Quadro 5: Variáveis apresentadas no passo 3.....	93
Figura 32: Construção do Modelo-Passo 4.....	94
Quadro 6: Variáveis apresentadas no passo 4.....	95
Figura 33: Construção do Modelo-Passo 5.....	96
Quadro 7: Variáveis apresentadas no passo 5.....	97
Figura 34: Construção do Modelo-Passo 6.....	98
Quadro 8: Variáveis apresentadas no passo 6.....	99
Quadro 9: Parâmetros iniciais.....	100
Figura 35: Representação gráfica comparativa entre Valor e Investimento.....	101
Figura 36: Representação gráfica da simulação da Taxa de Produção .....	102
Figura 37: Modelo de simulação com a política de reinvestimento em <i>Core Business</i> .....	103
Quadro 10: Variáveis incluídas com a política de reinvestimento .....	104
Figura 38: Teste de consistência dimensional no modelo.....	105
Figura 39: Simulando Valor a partir do reinvestimento em “Core Business”.....	105
Figura 40: Simulando a Taxa de Produção a partir do reinvestimento em “Core Business”. .....	106
Figura 41: Dados reais da produção de motores para veículos .....	110
Figura 42: Dados reais de produção introduzidos no programa de simulação Vensim .....	112
Quadro 11: Suposições e informações iniciais. ....	113
Figura 43: Análise comparativa entre o simulado e dados reais de produção.....	113
Figura 44: Teste de consistência Dimensional satisfatório .....	115
Quadro 12: Produção Mundial de Automóveis (x 1000 unidades).....	117
Figura 45: Teste de consistência Dimensional satisfatório, após inclusões .....	118
Figura 46: Política de investimento em “core business” simulada e dados reais de produção. .....	118
Figura 47: Integração das áreas pesquisadas .....	121
Figura 48: Comportamento do Valor e o impacto na Taxa de Produção.....	123

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B	Balanço
BSC	Balanced Score Card
CEF	Custos Estruturais Fixos
CM	Custo Marginal
CV	Custo do Valor
DEC	Diagrama de Enlaces Causais
EAV	Engenharia de Análise do Valor
EERL	Enterprise Engineering Reseach Laboratory
EV	Engenharia do Valor
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
R	Reforço
ROI	Return on Investment
SD	Systems Dinamics
SMMT	The Society of Motor Manufacturers and Traders Limited.
Vc	Valor de Compra
VCM	Value Creation Model
Ve	Valor de Estima
VM	Value Management
VSM	Value Stream Mapping
Vt	Valor de Troca
Vu	Valor de Uso

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 DESAFIO.....	16
1.2 MOTIVAÇÃO .....	16
1.3 PROPOSTA .....	16
1.4 OBJETIVO CENTRAL.....	17
<b>1.4.1 Objetivos específicos</b> .....	<b>17</b>
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO .....	18
<b>2 METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>19</b>
2.1 CONCEITOS METODOLÓGICOS .....	19
<b>2.1.1 Pesquisa</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2 Pesquisa exploratória</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.3 Método</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.4 Problema</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.5 Modelagem em dinâmica de sistemas</b> .....	<b>21</b>
2.2 METODOLOGIA .....	23
2.3 PASSOS PARA O PROCESSO DE MODELAGEM .....	26
<b>2.3.1 Articulação do problema</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.2 Formulação da hipótese dinâmica</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.3 Formulação do Modelo de Simulação</b> .....	<b>28</b>
<b>2.3.4 Testes</b> .....	<b>28</b>
<b>2.3.5 Desenvolvimento de novas políticas e avaliações</b> .....	<b>29</b>
<b>3 ELEMENTOS DA DINÂMICA DE SISTEMAS E CONCEITUAÇÃO DE VALOR</b> .31	
3.1 SISTEMAS .....	31
3.2 MÉTRICA .....	33
3.3 COMPLEXIDADE DINÂMICA X COMPLEXIDADE COMBINATÓRIA .....	35
3.4 DINÂMICA DE SISTEMAS .....	36
<b>3.4.1 Diagrama de Enlaces Causais. (DEC)</b> .....	<b>38</b>
<b>3.4.2 Fluxos e estoques</b> .....	<b>41</b>
<b>3.4.3 Dinâmica de fluxos e estoques</b> .....	<b>42</b>
<b>3.4.4 Dinâmicas de estruturas simples</b> .....	<b>43</b>
<b>3.4.5 Estrutura e comportamento de sistemas dinâmicos</b> .....	<b>45</b>

3.5 RUÍDO.....	48
<b>3.5.1 Ruído branco (<i>White Noise</i>) .....</b>	<b>49</b>
<b>3.5.2 Ruído Rosa (<i>Pink Noise</i>).....</b>	<b>50</b>
3.6 LEAN THINKING VERSUS INTELLIGENT ENTERPRISES .....	50
3.7 CARACTERIZAÇÃO DE VALOR .....	55
3.8 CORE BUSINESS .....	70
<b>4 MODELO DINÂMICO .....</b>	<b>73</b>
4.1 ARTICULAÇÃO DO PROBLEMA.....	75
<b>4.1.1 Seleção do tema.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1.2 Determinação das variáveis-chave.....</b>	<b>76</b>
<b>4.1.3 Horizonte de tempo .....</b>	<b>79</b>
<b>4.1.4 Definição dinâmica do problema .....</b>	<b>80</b>
4.2 HIPÓTESE DINÂMICA .....	81
<b>4.2.1 Geração de uma hipótese inicial.....</b>	<b>81</b>
<b>4.2.2 Foco endógeno .....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.3 Mapeamento da estrutura de produção de valor .....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.4 Formulação de uma hipótese dinâmica .....</b>	<b>88</b>
<b>4.2.5 Formulação do modelo de simulação e estimação de parâmetros e condições iniciais .....</b>	<b>100</b>
<b>4.2.6 Especificação da estrutura e regras de decisão .....</b>	<b>102</b>
<b>5 APLICAÇÃO DO MODELO EM UM ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>108</b>
5.1 ARTICULAÇÃO DO PROBLEMA.....	109
<b>5.1.1 Seleção do tema.....</b>	<b>109</b>
<b>5.1.2 Variáveis chave e conceitos desenvolvidos.....</b>	<b>110</b>
<b>5.1.3 Horizonte de tempo .....</b>	<b>111</b>
<b>5.1.4 Definição dinâmica do problema .....</b>	<b>111</b>
5.2 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO .....	111
<b>5.2.1 Suposições e Informações Iniciais.....</b>	<b>112</b>
<b>5.2.2 Testes no modelo.....</b>	<b>113</b>
5.3 FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS ALTERNATIVAS.....	115
<b>6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>121</b>
6.1 REVISÃO DOS OBJETIVOS .....	121
6.2 CONTRIBUIÇÃO.....	123
6.3 LIMITAÇÕES .....	124

6.4 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS .....	124
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DA LITERATURA PESQUISADA .....</b>	<b>134</b>
<b>BIOGRAFIA RESUMIDA .....</b>	<b>137</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo empresarial e, principalmente capitalista, a produção de bens e serviços tem como premissa básica a geração de lucro ou, como definido pelas teorias marxistas, a mais-valia. O lucro, ainda segundo as teorias marxistas, é a parte do capital apropriada pela classe proprietária dos meios de produção e é determinante para a sobrevivência do negócio, bem como, de toda a cadeia envolvida no processo produtivo (MAGALHÃES, 2004). Porém, quando tratado como foco principal, camufla a real âncora que garante tanto a estabilidade, quanto a longevidade da organização. Os clientes são movidos pelo valor que percebem e, por conseguinte, o buscam no produto.

O entendimento do valor, nos diversos níveis do sistema em que se está inserido deve prover inspiração inicial para o desenvolvimento da atividade. Esclarecendo melhor essa colocação: independentemente, se o foco é a organização como um todo ou tarefas operacionais isoladas, cada atividade deve ser planejada visando a condução para uma rota segura de produção de valor.

Quanto melhor se conhecer as necessidades de todos os envolvidos da atividade que se queira dimensionar, mais precisa e efetiva será a medição e determinação de valor.

No projeto de uma organização, o valor quando colocado no centro das atenções, possibilita a correta alocação de recursos. Estendendo essa compreensão ao longo do ciclo de vida do projeto e suas conseqüentes interações com o todo, é possível vislumbrar a complexidade dinâmica característica do sistema.

O Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Organizações (*Enterprise Engineering Research Laboratory – EERL*), locado no Instituto Politécnico da Virgínia (Virginia Polytechnic Institute and State University - Virginia Tech), define **organizações** como: um esforço humano envolvendo um escopo significativo de atividades, complicações e riscos, os quais são conduzidos, a fim de preencher as necessidades por produtos e serviços (SOUSA, 2004).

A figura 1 demonstra, esquematicamente, as interfaces organizacionais responsáveis pelo processo decisório e que têm como objetivo central, a produção de valor. Remetendo à teoria de sistemas, percebe-se que a mensuração do valor é necessária para que se tenha conhecimento das respostas do sistema e, conseqüentemente, das ações que possibilitem o ajuste para o alcance dos objetivos fixados.

O mapeamento de fluxo de valor (*Value Stream Mapping* - VSM) elaborado a partir dos desenvolvimentos originais da Toyota, como parte da sistemática de produção enxuta, é uma importante ferramenta para identificação do fluxo de valor na organização, redução de desperdícios e melhoria do produto e processo. Porém, não considera determinados aspectos externos à organização, principalmente no que diz respeito à concorrência e o constante desenvolvimento tecnológico. Fatores que aceleram a obsolescência do produto ou processo.

Na década de 1940, Lawrence D. Miles, engenheiro de produto da General Electric Co., incumbido de reduzir os custos das matérias primas, desenvolveu a metodologia de análise de Valor (MILES, 1989). Essa metodologia servirá de base para alguns dos conceitos utilizados na criação do modelo a que se propõe este trabalho, porém, como veremos adiante, serão incorporados os impactos da mutação que algumas variáveis, naturalmente, sofrem, entretanto, não foram completamente exploradas por Miles.

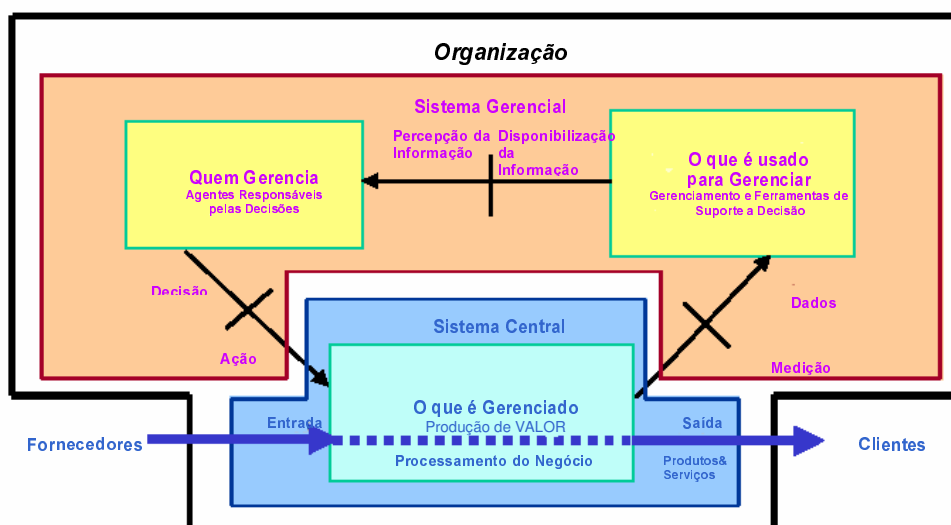


Figura. 1: Definição de Organização de EERL  
Fonte: Adaptado de Sousa (2004).

Algumas dessas variáveis: tecnologia, concorrência, obsolescência, devido à limitação da mente humana para a realização de cálculos complexos, que permitiriam o entendimento do comportamento do sistema, nem sempre são devidamente consideradas quando da execução do projeto organizacional.

Um interessante artigo, de autoria de Theodore Levitt, um estudioso de Marketing, publicado em 1975 pela Universidade de Harvard, aponta justamente para essa dificuldade



das organizações em enxergar o que acontece além das fronteiras do negócio (LEVITT, 1975). Comenta o surgimento, crescimento e a desapareção de produtos, tomados como revolucionários em suas épocas, porém suprimidos pelas mudanças tecnológicas.

Face às limitações dos estudos anteriormente realizados, em determinar a mudança na percepção de Valor ao longo do tempo, é que o texto que se segue busca uma definição, mensuração e determinação do comportamento do Valor, através da proposição de um modelo dinâmico.

### 1.1 DESAFIO

Conceituar Valor gerado por uma organização, a ponto de permitir sua mensuração, verificando o seu comportamento e permitindo um controle mais preciso de suas variáveis.

### 1.2 MOTIVAÇÃO

Prover uma ferramenta que nivele o desenvolvimento de processos, buscando o melhor desempenho possível, entretanto, da maneira mais simples possível.

O entendimento do significado de valor e sua mensuração devem prover uma melhoria em toda a cadeia produtiva. Em consequência, a melhoria, com esse conceito, pode acontecer de forma sustentada e generalizada.

### 1.3 PROPOSTA

Face a uma formalização do conceito de valor, definição dos parâmetros de mensuração, a proposta é apresentar um modelo de simulação que capture e interprete a relação dinâmica de variáveis comuns aos sistemas produtivos e o seu impacto no direcionamento adequado da organização.

## 1.4 OBJETIVO CENTRAL

Explorar e propor uma sistemática para a mensuração de valor global, gerado por uma organização.

### 1.4.1 Objetivos específicos

**Objetivo 1:** Formalizar o conceito de valor qualitativamente: através de uma pesquisa exploratória realizada em livros, artigos publicados em periódicos científicos, eventos ligados a produção científica, disponíveis nas bases de dados, se busca levantar as principais definições para o tema, bem como, os principais aspectos do “Valor” nos diversos campos de aplicação ligados às organizações.

**Objetivo 2:** Formalizar o conceito causalmente: Face ao entendimento prévio conseguido com a formalização qualitativa do conceito, será possível estabelecer as relações de causa e efeito referentes ao modo que o “valor” é gerado pelas organizações.

**Objetivo 3:** Através da quantificação das relações causais, estabelecer as interações dinâmicas das variáveis e, seguindo os princípios de modelagem em “Dinâmica de Sistemas”, construir um modelo de simulação que reproduza o comportamento dos modos de referência pesquisados anteriormente.

**Objetivo 4:** Formalizar o conceito matematicamente: Uma vez elaborado e testado, é possível extrair do modelo de simulação, com auxílio do software Vensim, bem como, dos conceitos expressos pela ferramenta de “Dinâmica de Sistemas”, uma proposta de relação matemática para a mensuração do valor gerado por uma organização.

**Objetivo 5:** Aplicar a hipótese desenvolvida na simulação de dados reais de produção em uma empresa do ramo automotivo, a fim de testar a sensibilidade do modelo e a sua capacidade de reproduzir a realidade.

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

No primeiro capítulo a proposta da pesquisa é apresentada, bem como, a estratégia e os fundamentos que norteiam o aprofundamento na busca de uma definição de Valor.

No capítulo 2 a metodologia de pesquisa adotada é apresentada detalhadamente.

O capítulo 3 é composto de uma revisão bibliográfica, explorando as teorias existentes, os conceitos para o tema e fundamentos para as relações causais entre as principais variáveis abordadas nesse assunto.

No capítulo 4 transcorre a aplicação da metodologia de pesquisa proposta, apresentando o desenvolvimento do modelo que integra as variáveis identificadas e suas relações causais na composição de uma hipótese dinâmica.

Com base na hipótese criada, um estudo de caso é conduzido e apresentado no capítulo 5, buscando ilustrar a confiabilidade dos conceitos desenvolvidos.

O capítulo 6 revisa os objetivos propostos, verifica as contribuições da pesquisa, documenta as principais conclusões do trabalho, e abre discussão e propostas para projetos futuros.

## **2 METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **2.1 CONCEITOS METODOLÓGICOS**

Para alcançar os objetivos definidos no capítulo anterior é preciso determinar a metodologia de pesquisa a ser seguida. Antes de apresentarmos os passos da pesquisa, vale ressaltar algumas definições a respeito de pesquisa, método, problema e modelagem em dinâmica de sistemas.

#### **2.1.1 Pesquisa**

A pesquisa é uma atividade voltada para a solução de problemas teóricos ou práticos, com o emprego de processos científicos (CERVO, 2002, p. 63). O pesquisador se municia de uma seqüência lógica e cadenciada, que permite a reprodução do caminho seguido, a qualquer tempo. Essa possibilidade de reprodutibilidade determina a universalidade do experimento e, conseqüentemente, sua aceitação como conhecimento científico.

Gil (1996, p. 19) define pesquisa como um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados. Um projeto de pesquisa é uma seqüência lógica que conecta os dados empíricos às questões iniciais do estudo e, em última análise, às suas conclusões (YIN, 2005, p. 41).

#### **2.1.2 Pesquisa exploratória**

A pesquisa exploratória realiza descrições precisas de situação e quer descobrir as relações existentes entre os elementos componentes da mesma (YIN, 2005, p. 69). Têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais

explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Na maioria dos casos envolvem: a) levantamento bibliográfico; b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 1996, p. 45).

Acerca do tipo de pesquisa, Theodorson e Theodorson (1970) apontam que a pesquisa exploratória permite ao pesquisador seguir adiante com maior entendimento e precisão, conseqüentemente, com uma definição do problema e hipóteses mais precisas.

### **2.1.3 Método**

O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros –, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do pesquisador (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 83).

Segundo Demo (2004, p. 109), mesclar forma e dinâmica constituem um desafio metodológico, já que nenhuma em si dá conta de tudo e não temos, a rigor, um procedimento que faça as duas no mesmo ato; quando vemos a dinâmica, tendemos a esquecer os códigos, e quando observamos os códigos já não nos damos conta da dinâmica; o jeito é fazer um antes e outro depois, sugerindo que aconteçam ao mesmo tempo. A possibilidade de agrupar os códigos em um modelo e simular o seu comportamento, fornecem uma resposta coerente a esse desafio mencionado.

### **2.1.4 Problema**

Sterman (2000, p. 85) aponta que o primeiro passo no processo de modelagem é encontrar qual é o problema real e quem é afetado por ele. Com esse aspecto pode-se estabelecer o elo entre a pesquisa e a modelagem: A busca do entendimento, acerca de um problema, resultante de um projeto de pesquisa e a captura dos meandros desse problema, explicitados em um modelo, definem essa ligação.

Acerca de problema Cervo (2002, p. 84) e Lakatos e Marconi (2003, p. 159) o definem como uma questão que envolve, intrinsecamente, uma dificuldade teórica ou prática, para a qual se deve encontrar uma solução.

Gil (1996, p. 27) aponta problema como uma questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento. O problema pode ser considerado científico quando envolve variáveis que podem ser tidas como testáveis.

### 2.1.5 Modelagem em dinâmica de sistemas

A Dinâmica de Sistemas têm suas raízes em trabalhos voltados para o campo da cibernética, desenvolvidos e publicados por Norbert Wiener, no ano de 1948. Wiener propôs que diferentes disciplinas, tais como: mecanismos de mercado em sistemas econômicos, mecanismos decisórios em sistemas sócio-econômicos, e em mecanismos cognitivos de sistemas psicológicos, podem apresentar as mesmas estruturas genéricas. Mais tarde, na década de 60, Jay Forrester, introduziu a Dinâmica de Sistemas como um método de entendimento e resolução de problemas complexos provenientes de interdependência causal entre diversas variáveis em um sistema (KUMAR; VRAT, 1989).

Segundo Sterman, os modelos mentais humanos tendem a ser limitados, devido a sua incapacidade de calcular, dinamicamente, todas as interações matemáticas das variáveis envolvidas no sistema.

A complexidade de nossos modelos mentais excede nossa capacidade de entender suas implicações. Essa característica propicia que a simulação seja um modo prático de testar esses modelos, acelerando e fortalecendo o aprendizado das respostas obtidas a partir do ambiente computacional (STERMAN, 2000, p. 37).

Oliveira (2002, p. 52) define **modelo** como qualquer representação abstrata e simplificada de uma realidade em seu todo ou em partes dela. Sterman (2002) diz, simplesmente, que modelos são pequenas imitações das coisas reais.

Ljung (1999, p. 79) aponta que **modelo** de um sistema é uma descrição de (algumas) suas propriedades, aplicáveis a um determinado propósito. O modelo não necessariamente precisa ser uma descrição real e precisa do sistema, nem é necessário que o usuário creia profundamente nele, para atender a seus propósitos.

Segundo Bertalanffy (1977, p. 44) modelos matemáticos apresentam diversas vantagens, a saber, a ausência de ambigüidade, possibilidade de estrita dedução, verificabilidade por meio de dados observados. Ressalta, entretanto, que os modelos formulados em linguagem ordinária não devam ser desprezados ou recusados.

Modelar, como parte do processo de aprendizagem, é interativo, é um processo contínuo de formulação de hipóteses, testes, revisões tanto de nossos modelos mentais, quanto formais. Uma de suas aplicações primárias é auxiliar na análise de uma empresa (STERMAN, 2000).

A solução para pequenos problemas rende pequenos avanços. A meta deveria ser encontrar políticas de gerenciamento e estruturas organizacionais que levassem ao maior sucesso possível (FORRESTER, 1961 apud STERMAN, 2000).

Modelar não é um processo de isolamento. Os modeladores devem ter acesso a toda a organização e identificar claramente o cliente. Os clientes são as pessoas que devem ser influenciadas, bem como, àqueles, cujo comportamento deve mudar para que o problema seja solucionado.

A modelagem, dependendo da forma como os dados são tratados, pode seguir por dois caminhos distintos: probabilístico e determinístico.

Na modelagem probabilística uma ou mais variáveis assumem valores de acordo com distribuições de probabilidade. Dependem fortemente da qualidade dos dados e presumem incerteza.

A modelagem determinística pressupõe que, com base em observações e experimentação, se pode chegar a leis que governam o curso dos fenômenos. As variáveis seguem seqüências de valores conhecidos e a simulação comprova comportamento apenas para os casos simulados. Presume-se que todos os dados relevantes são conhecidos com certeza. São úteis quando há poucos insumos controlados incertos (BESSEGATO, 2007; SANTANA, 2007).

Segundo Vernadat apud Sousa (1999), a complexidade intrínseca às empresas, pode ser representada através de modelos de uma organização real que auxiliam na compreensão e gestão. Eles formam uma imagem ou referência comum para todos os seus membros, sejam eles pessoas, sistemas ou recursos.

Ackoff (1975, p. 32) enumera seis subdivisões de um sistema empresarial que deveriam ser representadas em um modelo que buscasse a explicação do todo e seu ambiente:

- 1 - A firma: O que a empresa faz ou pode fazer;
- 2 - Fornecimento: A cadeia de fornecimento;

- 3 - Distribuição e Vendas: Sistema que leva o produto/serviço da firma ao consumidor final;
- 4 - Consumidores: A menos que se entenda a natureza do consumidor e as razões para se preferir os produtos da firma, não se pode planejar efetivamente, visando ao futuro;
- 5 - Concorrentes;
- 6 - Ambiente: Aspectos econômicos, sociais, políticos e tecnológicos que abrangem a firma.

A experimentação é uma parte essencial da ciência, mas sistemas grandes (sistema solar, empresarial ou governamental) não podem ser levados para dentro de um laboratório, e experimentos não podem ser conduzidos neles como um todo, dentro de seu ambiente natural. Portanto, desde que a experimentação seja necessária para se conseguir conhecimentos e controle de tais sistemas, e como não podem ser conduzida neles, os testes devem ser feitos em outra coisa que não o sistema em estudo. É claro que para que a experimentação leve a um conhecimento importante para o sistema, ela deve ser conduzida em algo que se pareça com o sistema em estudo. Modelos são representações de sistemas que sirvam a este propósito. Eles podem ser representações físicas, como os modelos de aviões em túneis de provas ou de navios em tanques especiais, representações gráficas, como diagramas ou gráficos ou simbólicas, como equações matemáticas (ACKOFF, 1975, p. 7.).

Bass (1969) apresenta um modelo para previsão do ciclo de vida de produtos duráveis, tais como: aparelhos elétricos residências e automóveis. Nesse estudo, aponta que o comportamento do sistema é regido pelos consumidores do produto, dividido nas categorias dos diferentes tipos de consumidores, a saber: Inovadores, Compradores Iniciais, Maioria Inicial, Maioria Tardia, Retardatários. Essa teoria é importante para esse estudo, pois esse comportamento deve ser considerado na dinâmica do sistema produtivo, responsável pela produção de bens e serviços.

## 2.2 METODOLOGIA

Inicialmente uma pesquisa exploratória será conduzida, a fim de obter o necessário conhecimento acerca do tema, para o prosseguimento na formulação do modelo de simulação com base na Dinâmica de Sistemas. Com essa pesquisa pretende-se alcançar os **objetivo 1**,



**formalizar o conceito de valor qualitativamente e 2, formalizar o conceito de valor causalmente.**

Tomando como base as informações obtidas na pesquisa exploratória e o entendimento das limitações do trabalho e do conceito, o passo seguinte consiste em determinar uma forma de mensurar “Valor”.

As diferentes organizações apresentam uma incontável diversidade, porém, algumas características são comuns a todas. Partindo do conceito de Valor e das limitações verificadas na busca desse conceito, deve-se obter condições de isolar algumas dessas características que, de alguma forma, contribuem para a produção de um fluxo dinâmico de valor.

Uma vez determinadas e isoladas, pode-se comparar os resultados observados, com padrões conhecidos e mensurar a real situação do Valor, ao longo do tempo. O procedimento mencionado deve render um dimensionamento, ou métrica, possível de ser controlada pela empresa. Dessa forma deve-se atingir os **objetivos 3, estabelecer as relações dinâmicas e construir um modelo de simulação e 4, formalizar o conceito matematicamente.**

Segundo Ljung (1999) a identificação de sistemas e modelos desses sistemas pode surgir a partir de dois caminhos distintos, ou da combinação de ambos. Um dos caminhos consiste na experimentação direta, onde a observação do comportamento das entradas e saídas de um determinado fenômeno é registrada e analisada, com o propósito de inferir um modelo. O outro caminho é o de subdividir o sistema em subsistemas, cujas propriedades são mais bem compreendidas a partir de experiências anteriores. Através desse conhecimento empírico, esses subsistemas são reunidos matematicamente em um modelo do todo. Esse método é conhecido como modelagem e não necessariamente implica em experimentação do sistema real.

Adotando o segundo caminho, anteriormente mencionado, serão seguidos os passos definidos por Sterman (2000 p. 86) para a criação do modelo. A figura 2 apresenta uma adaptação do modelo proposto por Sterman (2000, p. 87), onde é destacada, na região central da figura, a interação dos passos metodológicos no processo de modelagem.

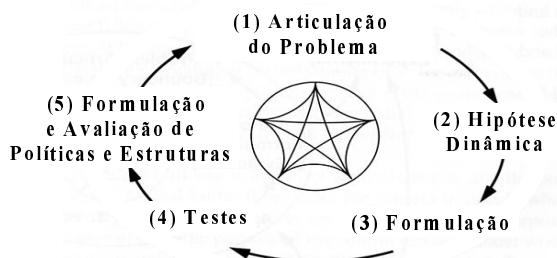


Figura 2: O Processo de modelagem  
Fonte: Adaptado de Serman 2000.

Ainda dentro do processo de modelagem, poderia se escolher entre uma abordagem probabilística ou determinística. No estudo em questão optou-se pela modelagem determinística, uma vez que os dados que se pretende modelar são conhecidos e limitados. Em trabalhos futuros, com um aprofundamento maior da pesquisa, será possível inserir “ruídos” (variações aleatórias em variáveis exógenas). Dessa forma, o modelo torna-se então probabilístico e requer que considerações adequadas, principalmente em termos de tratamento estatístico, sejam adotadas.

O terceiro passo da metodologia proposta, para desenvolvimento do projeto de pesquisa, é a utilização do modelo em um estudo de caso real. Os estudos de caso, segundo Yin (2005), permitem uma investigação dos eventos, preservando as características holísticas e importantes do objeto em estudo, como exemplo, uma organização.

Com esse estudo pretende-se verificar a funcionalidade do processo de modelagem, bem como, analisar e definir os ajustes necessários para suporte ao processo decisório. Nesse passo concretiza-se o **objetivo 5, aplicação da métrica e reprodução da realidade**.

A figura 3 apresenta a seqüência dos procedimentos metodológicos para elaboração da pesquisa.

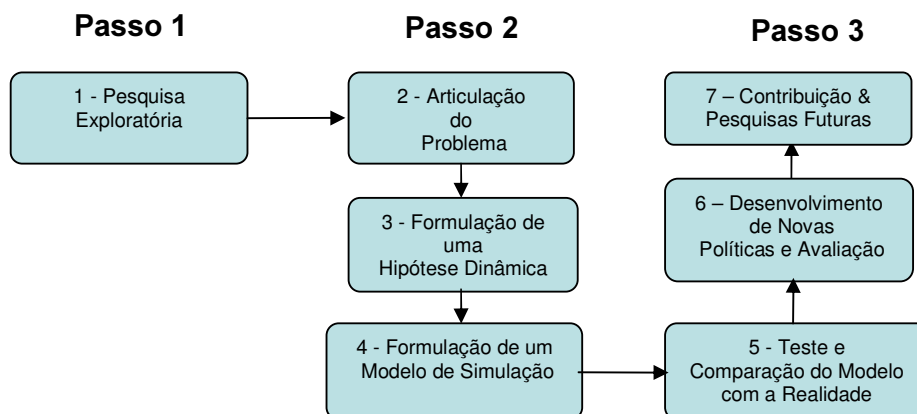


Figura 3: Metodologia de pesquisa  
Fonte: O próprio Autor

Como forma de experimentação dessa métrica, um modelo de simulação dinâmica será empregado para verificar os impactos resultantes de novas políticas que poderiam resultar na manutenção do ciclo de vida da empresa e seus produtos.

## 2.3 PASSOS PARA O PROCESSO DE MODELAGEM

Sterman (2000) comenta que não há uma receita que garanta o sucesso na criação de modelos. Entretanto, aponta que um processo que envolva disciplina no desenvolvimento do modelo, rende resultados mais consistentes. Os passos que se seguem apresentam uma seqüência lógica e questões úteis na elaboração de um modelo:

### 2.3.1 Articulação do problema

O passo mais importante na modelagem é a articulação do problema. Qual é o propósito do modelo. O modelo é a representação de um sistema, porém, para que seja útil, deve representar um problema específico e deve simplificar, ao invés de tentar representar o todo em detalhes.

1 - Seleção do tema: Qual é o problema? Por que é um problema?

- 2 - Variáveis chave: Quais são as variáveis chave e quais são os conceitos que devem ser considerados?
- 3 - Horizonte de Tempo: Qual o espaço de tempo futuro deve ser considerado e qual o tempo passado contempla as raízes do problema?
- 4 - Definição Dinâmica do Problema (Modos de Referência): Quais os comportamentos históricos dos principais conceitos e variáveis? Como será o comportamento futuro

### **2.3.2 Formulação da hipótese dinâmica**

Uma vez que o problema tenha sido identificado e devidamente caracterizado, o passo seguinte é desenvolver uma teoria, chamada de hipótese dinâmica, a fim de capturar o comportamento problemático.

- 1 - Geração de uma hipótese inicial: Quais são as atuais teorias do comportamento problemático?
- 2 - Foco Endógeno: Formular uma hipótese dinâmica capaz de explicar as consequências endógenas da estrutura de resposta do sistema.
- 3 - Mapeamento: Desenvolver mapas de estrutura causal baseados na hipótese inicial, variáveis chave, modos de referência e outros dados disponíveis, utilizando ferramentas como:
  - Diagrama das limitações do modelo;
  - Diagramas de subsistemas;
  - Diagramas de enlaces causais;
  - Mapas de estoques e fluxos;
  - Diagramas demonstrando a estrutura política;
  - Outras ferramentas necessárias para facilitar o entendimento do modelo.

### 2.3.3 Formulação do Modelo de Simulação

Após o desenvolvimento de uma hipótese dinâmica inicial, limitações do modelo e conceitos envolvidos, a próxima ação é a verificação do seu funcionamento. Devido às dificuldades e riscos de se colocar em prática as teorias apontadas nos modelos, a sua formalização e verificação em uma ambiente computacional apresenta uma possibilidade mais precisa e controlável.

- Especificação da estrutura e regras de decisão;
- Estimação de parâmetros, relações comportamentais e condições iniciais;
- Testes de consistência como o propósito e limitações do modelo.

### 2.3.4 Testes

Os testes iniciam-se logo após a definição da primeira equação do modelo. Cada variável deve apresentar significância com a realidade. Diversas formas de testar a capacidade do modelo podem ser utilizadas e são muito importantes para descobrir falhas no modelo e melhorar o entendimento.

- Comparação dos resultados aos Modos de Referência: O modelo reproduz o comportamento do problema adequadamente para seus propósitos?

A fim de verificar a habilidade do modelo em reproduzir o comportamento de uma situação real, os dados serão comparados estatisticamente através de uma métrica denominada  $R^2$ .

A métrica  $R^2$ , segundo comenta Sterman (2000), é um dos métodos mais utilizados para essa finalidade. Mede a fração de variância entre a série de dados reais e simulados. Caso o resultado obtido seja  $R^2=1$ , significa que o modelo replica integralmente a realidade.

$$R^2 = \frac{\sum (x - \bar{x}) * (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 * \sum (y - \bar{y})^2}}$$

equação 1, (STEVENSON, 2001).

Onde:

X representa os valores individuais de produção obtidos na simulação;

—

$\bar{X}$  = média dos valores de X;

Y representa os valores individuais de produção reais;

—

$\bar{y}$  = média dos valores de y.

- Robustez sob condições extremas: O modelo reage realisticamente quando testado sob condições extremas?
- Sensibilidade: Como o modelo se comporta sob condições de incerteza nos parâmetros, condições iniciais, limitações do sistema e agregando todos os subsistemas?
- e outros testes...

### 2.3.5 Desenvolvimento de novas políticas e avaliações

Uma vez que o modelo apresenta confiabilidade satisfatória com o propósito definido, pode-se utilizá-lo para desenvolver e avaliar novas políticas. Esse desenvolvimento envolve:

- a) especificação de cenários: Quais condições ambientais devem surgir?
- b) novas políticas e seus efeitos: Quais as novas regras de decisão, estratégias e estruturas devem ser buscadas no mundo real? Como podem ser representadas no modelo? Quais são os efeitos das novas políticas?
- c) análise da sensibilidade: Quão robustas são as recomendações de novas políticas sob diferentes cenários e incertezas?

d) interação das Políticas: As políticas interagem? Há sinergia ou respostas compensatórias?

Os passos acima foram adaptados de Sterman (2000, p. 86).

Este capítulo buscou descrever o caminho a ser percorrido para que se atinjam os objetivos fixados para o projeto. No capítulo seguinte são apresentados os conceitos da dinâmica de sistemas importantes para o desenvolvimento do trabalho, como também, os resultados da pesquisa acerca de valor.

### 3 ELEMENTOS DA DINÂMICA DE SISTEMAS E CONCEITUAÇÃO DE VALOR

Antes de iniciar a caracterização de valor, tomando como premissa que partiremos para o entendimento do sistema dinâmico em que o valor é produzido, cabe apresentar, rapidamente, alguns conceitos de sistemas, métricas, complexidade dinâmica e dinâmica de sistemas.

#### 3.1 SISTEMAS

Segundo Ljung (1999, p. 1) sistema é um objeto em que, diferentes tipos de variáveis interagem e produzem sinais que podem ser observados. Os sinais que são alvo de estudo são chamados de **saídas**. O sistema também é afetado por estímulos externos. Estímulos externos que podem ser manipulados pelo observador são denominados de **entradas**. Outros estímulos são chamados de distúrbios e podemos distinguir entre aqueles que podem ser diretamente mensurados e aqueles que são apenas observados, através de sua influência nos resultados de **saída**.

Shearer *et al.* (1997, p. 1) definem sistema como uma combinação de componentes que agem em conjunto para alcançar um determinado objetivo. Filosoficamente, um sistema pode ser entendido como uma parte conceitualmente isolada do universo que é de interesse para estudo. Outras partes do universo que interagem com o sistema compõem o ambiente do sistema ou sistemas vizinhos.

Todos os sistemas mudam ao longo do tempo e quando as taxas de mudança são significativas, o sistema é denominado de “Sistema Dinâmico”.

Oliveira (2002, p. 35) comenta que sistema é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função.

Oliveira (2002, p. 36) ainda aponta os componentes do sistema como:

- objetivos;
- as entradas do sistema;
- O processo de transformação do sistema;
- as saídas do sistema;



- os controles e as avaliações do sistema;
- a retroalimentação, ou realimentação, ou *feedback* do sistema.

Níveis de hierarquia de sistemas:

- *sistema*: é o que se está estudando ou considerando;
- *subsistema*: são as partes identificadas de forma estruturada, que integram o sistema;
- *supersistema* ou *ecossistema*: é o todo, e o sistema é um subsistema dele. P. 38.

Bertalanffy (1977, p. 84) de uma forma simples, porém, muito esclarecedora demonstra, em sua definição, como se dá a necessária interação dos elementos de um sistema:

Um sistema pode ser definido como um complexo em interação. A interação significa que os elementos **p** estão em relações **R**, de modo que o comportamento de um elemento **p** em **R** é diferente de seu comportamento em outra relação **R'**. Se os comportamentos em **R** e **R'** não são diferentes, não há interação, e os elementos se comportam independentemente com respeito as relações **R** e **R'** (grifo do autor).

O autor divide os sistemas em abertos e fechados, e apresenta algumas de suas principais características pelas quais se pode distingui-los:

- Sistemas abertos,
  - Todo organismos vivo, essencialmente, é um sistema aberto;
  - Fluxo contínuo de entrada e saída;
  - O estado final pode ser alcançado partindo de diferentes condições iniciais e por diferentes maneiras;
  - Há importação e exportação de matéria com o seu ambiente, construção e demolição dos materiais que o compõem.
- Sistemas Fechados.
  - São considerados isolados de seu ambiente;
  - O estado final é determinado pelas condições iniciais;
  - Nenhum material entra ou sai dele.

Macmillan e Pretorius (2005) comentam que as organizações são sistemas abertos e, devido a essa característica, apontam alguns fatores para os quais os gestores devem focar suas atenções:

- As organizações são sistemas abertos;
- Todos os sistemas são restringidos pela suas saídas;
- Otimização local não é igual a otimização global;
- Processo decisório e medição devem ser integrados em todos os níveis;
- Causa e efeito, geralmente, estão distantes no espaço e no tempo.

- Pequenas mudanças geram grandes resultados, porém, os pontos que devem ser atacados, geralmente estão ocultos.

### 3.2 MÉTRICA

Um dos objetivos a que propõe este estudo é o de desenvolver uma forma de medir valor dentro de um processo produtivo, portanto, cabe apresentar alguns conceitos relacionados com a determinação de métricas.

Wolman (2006) comenta que a Medição consiste na determinação de números a entidades empíricas, sendo que, objetividade e métodos científicos estão fortemente ligados à teoria e prática de medição. Pontuação, resultados e taxas não produzem automaticamente escalas e nem julgamentos baseados na experiência. Ainda reforça que presumir é um risco para as pesquisas científicas. Somente conclusões significativas podem facilitar o processo decisório.

Harper (2005) define medição de desempenho como um processo de quantificar a eficiência e a eficácia de uma ação, através de dimensões simples, tais como: produtividade, custo unitário ou atendimento de prazos de entrega.

Neely (1997) salienta que a medição possibilita um meio de capturar dados de desempenho que podem ser usados no processo decisório. O projeto de uma medição de desempenho é um processo. Entradas na forma de requisitos são capturadas e saídas, na forma de uma medição de desempenho, são produzidas.

A medição de resultados como lucros, vendas, e nível de serviço são claramente necessários, pois representam o sucesso ou falha da organização. Porém, cada um desses indicadores não diz exatamente como reagir. Eles não demonstram claramente a causa raiz dos problemas que a organização enfrenta. O que é preciso é um modo de medir saídas ou aquelas coisas que originam resultados finais favoráveis para o negócio (DENTON, 2005).

Macmillan e Pretorius (2005) demonstram, através de um estudo de caso, alguns efeitos ocasionados pelos erros oriundos de sistemas de medição deficientes, como também, pelas incorreções no processo decisório e comportamento organizacional.

Os indicadores organizacionais, para que sejam representativos, devem ser úteis na estratégia de negócios, refletindo os objetivos centrais, bem como, tornando explícita sua relevância para as necessidades do cliente. É uma responsabilidade da empresa, desenvolver

seus próprios indicadores, os quais espelham o relacionamento entre suas especialidades e seus objetivos de negócio específicos. Loosemore e Hsin (2001) comentam que encorajar as pessoas a pensar em seus próprios objetivos centrais, não é uma tarefa tão simples, quanto parece.

A eficiência de um sistema de medição está associada com simplicidade e automação. A saída é medir o menos possível, porém, garantir que se está medindo a coisa certa. A eficácia das medições recai sobre a utilização, ou destino que os gestores darão para os dados. No passado o problema era a falta de indicadores. Na atualidade o problema se encontra no excesso de informações, sem o valor necessário para a gestão (NEELY, 2000).

Neely (2007) comenta que na atualidade os gerentes estão utilizando ferramentas como o *Balanced Score Card* (BSC) e **Prisma de desempenho** para alcançar equilíbrio em seus sistemas de medição. Essas ferramentas são projetadas para encorajar os gerentes a pensar sobre o quê se constitui em sucesso para a organização e assim o quê deveria ser medido.

O Prisma de desempenho se baseia em cinco questões fundamentais:

- a) quem são nossos parceiros-chave e em que lhes somos necessários?
- b) quais estratégias nós estamos buscando para satisfazer suas necessidades e desejos?
- c) quais processos necessitamos para habilitar-nos a alcançar estas estratégias?
- d) qual a capacidade é requerida se nós estamos operando esses processos satisfatoriamente?
- e) o quê nós queremos e necessitamos de nossos parceiros também?

Segundo Kaplan e Norton (2004, p.67), à medida que as empresas em todo o mundo se transformam para a competição baseada na informação, a capacidade de explorar ativos intangíveis tornou-se muito mais decisiva do que a capacidade de construir e gerenciar ativos físicos. O BSC, além da perspectiva financeira, complementa os indicadores com as perspectivas: dos clientes, dos processos organizacionais e a do aprendizado e crescimento.

Fernandes (2003) comenta que o BSC foi criado para resolver um problema de avaliação de desempenho, em face da precariedade de se mensurar o valor a partir de indicadores financeiros apenas. Ao longo de sua utilização, demonstrou-se útil como um sistema de gestão estratégica.

Conforme mencionado anteriormente, no capítulo 1.4., um dos objetivos específicos deste trabalho é a mensuração de valor. Neely (1997) após uma extensa revisão da literatura, acerca da definição de projetos de medição de desempenho sumariza esse estudo em 22 recomendações a serem seguidas, conforme segue:

- 1 - Medições de desempenho deveriam derivar da estratégia;
- 2 - Medições de desempenho deveriam ser de fácil entendimento;
- 3 - Medições de desempenho deveriam prover uma realimentação no tempo certo e com a precisão adequada;
- 4 - Medições de desempenho deveriam ser baseadas em quantificações que podem ser influenciadas ou controladas pelo próprio usuário, ou ainda, em cooperação com mais agentes;
- 5 - Medições de desempenho deveriam refletir o processo de negócios. Ex.: tanto fornecedores e clientes deveriam estar envolvidos na definição da medição;
- 6 - Medições de desempenho deveriam estar relacionadas a metas específicas (objetivos);
- 7 - Medições de desempenho deveriam ser relevantes;
- 8 - Medições de desempenho deveriam fazer parte de um enlace fechado de gerenciamento;
- 9 - Medições de desempenho deveriam ser claramente definidas;
- 10 - Medições de desempenho deveria ter impacto visual;
- 11 - Medições de desempenho deveriam focar em melhorias;
- 12 - Medições de desempenho deveriam ser consistentes (com as coisas que as mantêm significantes a medida que o tempo passa);
- 13 - Medições de desempenho deveriam prover uma rápida realimentação;
- 14 - Medições de desempenho deveriam ter um propósito explícito;
- 15 - Medições de desempenho em uma fórmula explicitamente definida e fonte de dados;
- 16 - Medições de desempenho deveriam aplicar razões ao invés de números absolutos;
- 17 - Medições de desempenho deveriam utilizar dados automaticamente coletados, como parte de um processo, quando possível;
- 18 - Medições de desempenho deveriam ser relatadas em um formato simples e consistente;
- 19 - Medições de desempenho deveriam ser baseadas em tendências, ao invés de dados estáticos;
- 20 - Medições de desempenho deveriam prover informações;
- 21 - Medições de desempenho deveriam ser exatas com relação a que se propõem.
- 22 - Medições de desempenho deveriam ser objetivas, nunca baseadas em opiniões.

Essas recomendações serão empregadas para verificar a aplicabilidade da métrica desenvolvida ao longo deste trabalho de pesquisa.

### 3.3 COMPLEXIDADE DINÂMICA X COMPLEXIDADE COMBINATÓRIA

Segundo Sterman (2000) é comum uma confusão do termo complexidade, com a quantidade de elementos considerados em um sistema e sua combinação para o processo decisório. Nessa situação temos um tipo de complexidade denominada de complexidade combinatória, que em geral é identificada no processo de encontrar a melhor solução, em meio a diversas opções.

Para ilustrar, podemos citar o trabalho de uma nutricionista para definir um cardápio balanceado. Esse profissional conta com um grande número de ingredientes e deve combiná-

los adequadamente, na busca do melhor resultado para o cliente, tanto em sabor, quanto em valor nutritivo.

A Complexidade dinâmica pode surgir, mesmo, em um ambiente com poucos elementos participantes. Surge a partir da interação dos agentes envolvidos no processo ao longo do tempo. Ilustrativamente, por exemplo, a demora na tomada de decisões e seus efeitos no estado do sistema são comuns e particularmente incômodos. Criam instabilidade em sistemas dinâmicos.

Fatores que causam complexidade dinâmica (STERMAN, 2000):

- a própria Dinâmica da natureza;
- tudo está conectado;
- governado pela retro-alimentação;
- Não linear;
- Dependente do histórico;
- Auto-organizado;
- Adaptativo;
- Contraintuitivo;
- Política de resistência;
- Caracterizado pelo longo prazo nas mudanças de estado.

O entendimento acerca das diferenças entre a complexidade combinatória e dinâmica é de grande importância dentro das organizações. Auxilia no esclarecimento sobre situações corriqueiras que, aparentemente simples, crescem em importância e tornam-se de difícil resolução.

### 3.4 DINÂMICA DE SISTEMAS

A ferramenta que se segue, fundamenta-se no efeito da realimentação ou *feedback*. Esse efeito pode gerar conseqüências inesperadas, não previstas e efeitos colaterais, muito diferentes do propósito inicial de uma ação.

Jay Forrester um dos principais, senão o maior precursor dos estudos de sistemas dinâmicos demonstra que em sistemas abertos, onde a influência humana é predominante, a complexidade, mesmo com poucos agentes envolvidos, é grande e de difícil previsão.

Os modelos mentais que predominam na estrutura e que, normalmente, não estão explícitos na forma de regras e políticas, devido às suas raízes profundas, determinam o comportamento do sistema.

O Pensamento Sistêmico é um quadro de referência conceitual, um conjunto de conhecimentos e ferramentas desenvolvido ao longo dos últimos cinquenta anos para esclarecer os padrões como um todo e ajudar-nos a ver como modificá-los efetivamente (SENIGE, 2000, p. 40).

O processo de aprendizado se caracteriza pela observação dos fatos em que o agente está inserido e a mutação constante dos estoques de conhecimento.

Essa mudança é determinada por uma taxa de aprendizado, que depende de diversos fatores, ou melhor dizendo, variáveis que agem na estrutura.

Na figura 4 encontra-se um modelo das relações causais, que simula a dinâmica geradora de conhecimento, como também, a aplicação de modelos que, através de experimentação indireta, auxiliam na mudança dos modelos mentais.



Figura 4: Modelo de causalidade do processo de aprendizagem  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000)

Na figura 4 o modelo é apresentado de uma forma bem particular. O processo de modelagem através da DS (Dinâmica de Sistemas) apresenta uma semiótica própria, a qual deve ser esclarecida, para um entendimento sintético e apropriado das relações definidas nos modelos.

### 3.4.1 Diagrama de Enlaces Causais

O diagrama de enlaces causais (DEC) é uma importante ferramenta para representar as estruturas de retro-alimentação de sistemas:

- a) rapidamente capturam hipóteses a respeito das causas da dinâmica;
- b) demonstram e capturam os modelos mentais dos indivíduos ou times;
- c) comunicam as retro-alimentações importantes que acreditamos, sejam responsáveis pelo problema.

Um diagrama causal consiste de variáveis ligadas por setas, denotando a influência causal entre as variáveis.

Uma ligação de polaridade positiva (+) significa que quando a causa aumenta, o efeito aumenta acima do que seria de outro modo, e se a causa diminui, o efeito diminui abaixo do que de outro modo teria sido. Na figura 5 é demonstrada uma ligação de polaridade positiva entre as variáveis **galinhas** e **ovos**.

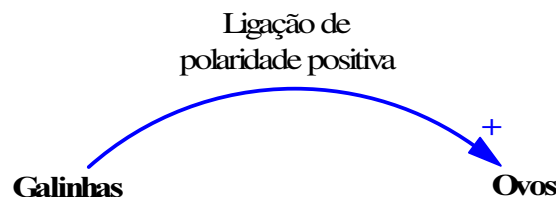


Figura 5: Exemplo de uma ligação de polaridade positiva entre duas variáveis.  
Fonte: o autor.

Na figura 6 observa-se que a variável “Galinhas” reforça a variável “Ovos”. Isso, sendo dito de outra forma, significa que um crescimento numa determinada população de Galinhas, terá como consequência, o aumento na quantidade de ovos. Inversamente, uma redução na população de galinhas, deve reduzir a quantidade de ovos produzidos. Também é possível definir a expressão “enlace causal”. Quando o ciclo se fecha, ou seja, quanto mais galinhas, mais ovos e conseqüentemente mais galinhas, completamos uma volta nesse elo e, ao retornarmos no ponto de partida, verificamos o efeito resultante. O efeito sendo o mesmo, aumento ou diminuição, indica que o enlace é de reforço.

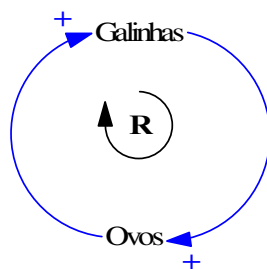


Figura 6: Exemplo de um diagrama de “enlaces causais” e as notações de polaridade de reforço  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000)

Uma ligação de polaridade negativa (-) significa que se a causa aumenta, o efeito diminui abaixo do que de outro modo teria sido, e se a causa diminui, o efeito aumenta acima do que de outro modo teria sido. Na figura 7 a variável **Mortalidade** provoca uma redução da variável **População**, portanto, trata-se de uma polaridade negativa.



Figura 7: Exemplo de uma ligação de polaridade negativa entre duas variáveis.  
Fonte: O autor.

A figura 8 indica que aumentos na variável “Mortalidade” reduzem a quantidade de elementos na variável “População”. Em contrapartida, aumentos na população, provocam aumentos na quantidade de óbitos. O resultado obtido, quando completamos um ciclo desse sistema, em qualquer uma das variáveis analisada, é o oposto, portanto, denomina-se que se trata de um “enlace”de balanço.

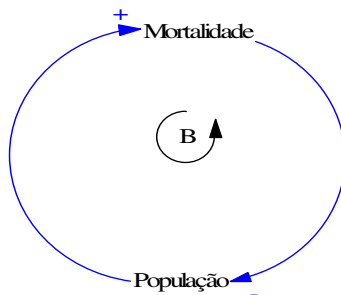


Figura 8: Exemplo de um diagrama de “enlaces causais” e as notações de polaridade de balanço  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000)



A polaridade dos elos descreve a estrutura do sistema. Eles não descrevem o comportamento das variáveis.

Um aumento em uma variável causal não necessariamente significa que o efeito, de fato, aumentará. É necessário conhecer como todas as entradas estão mudando. DEC não distingue entre estoques e fluxos.

Nota: Em algumas situações, podemos encontrar a letra **s** no lugar do símbolo (+), significa *same* (mesmo), ou a letra **o** no lugar do símbolo (-), significa *opposite* (oposto).

Não se devem incluir correlações entre variáveis. Um modelo de sistema dinâmico deve imitar a estrutura de um sistema real, tão bem, que o modelo se comporta do mesmo modo que a realidade se comportaria.

A polaridade das ligações pode ser determinada de duas formas:

- a) o modo rápido: Contar o número de ligações negativas. Caso seja ímpar, a polaridade é negativa. Caso seja par, a polaridade é positiva.
- b) o modo certo: Rastrear o efeito de uma mudança em uma das variáveis e sua propagação ao redor do enlace. Caso o efeito da retro-alimentação reforce a mudança original, a ligação é positiva. Caso seja oposta à mudança original, a ligação é negativa.

Ligações causais não devem ter polaridades ambíguas.

As ligações ou enlaces devem ser nomeadas e numeradas, para melhorar a clareza do diagrama.

Atrasos são críticos na criação de dinâmicas. Causam inércia ao sistema, podem criar oscilações e geralmente são responsáveis por mudanças no efeito das políticas de curto e longo prazo. Em DEC atrasos (*delay*) são representados por barras duplas, traçadas sobre as setas, como representado na figura 9.

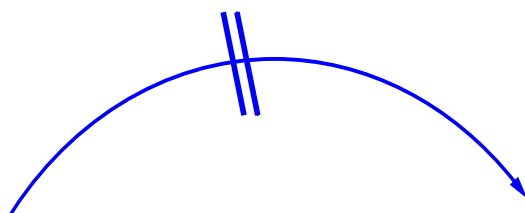


Figura 9: Exemplo de uma notação que indica atraso (delay)  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

Os nomes das variáveis devem ser substantivos ou frases substantivas. Também devem ter um senso claro de direção. Preferencialmente positiva.

As metas determinadas em “enlaces negativos” devem ser explícitas, especialmente, quando capturam o comportamento humano.

No desenvolvimento de diagramas causais, entrevistas são um método efetivo, para angariar dados úteis na formulação do modelo, tanto conceituais, como formais.

Porém, devem ser completadas com outras fontes de dados qualitativos e quantitativos.

### 3.4.2 Fluxos e estoques

Dois conceitos centrais na teoria de sistemas dinâmicos.

Estoques são acumulações. Caracterizam o estado do sistema e geram as informações que formarão a base para tomada de decisões. Promovem inércia e memória ao sistema. A sua representação, como se observa na figura 10 é dado pelo nome da variável no interior de um retângulo.

Notação:



Figura 10: Representação dos fluxos de entrada, saída e estoques  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

Estoques acumulam ou integram os fluxos; O fluxo líquido de entrada em um estoque é a taxa de mudança do estoque. As unidades para estoque são quantidades. Exemplo: Número de peças, pessoas empregadas, saldo em uma conta bancária. Na figura 10 os fluxos são representados por válvulas e setas. O nome da variável que determina o fluxo é colocado sob a válvula.

Fluxos também são conhecidos como taxas ou derivadas. São as taxas nas quais o estado do sistema muda. Possuem a mesma unidade do estoque por período de tempo.

Exemplo: A taxa de contratação de pessoas por mês, quantidade de peças compradas por semana.

Teste da fotografia (Snapshot): “Congelando” o sistema, estoques seriam todas as coisas que poderiam ser contadas ou medidas.

“Constantes” são variáveis que mudam tão lentamente que, portanto, são consideradas constantes, no horizonte de tempo escolhido para o modelo.

“Auxiliares” consistem em funções do estoque.

Cada equação, dentro de um modelo, deve representar uma idéia principal.

Em sistemas dinâmicos, o tempo, quase sempre, é representado de forma contínua.

Um fluxo em qualquer intervalo de tempo é definido como sendo uma aproximação de seu valor instantâneo.

Estoques com duração curta em relação ao horizonte de tempo do modelo, não precisam ser representados explicitamente e podem ser omitidos, ou colocados em estoques adjacentes.

Atividades paralelas podem ser agregadas, caso os fluxos sejam governados por regras de decisão similares e se os tempos, dos diferentes itens, gastos em estoques individuais, sejam semelhantes.

O sucesso do modelo requer que os detalhes necessários para satisfazer o cliente sejam incluídos. Deve-se, criticamente, analisar as fronteiras que foram determinadas.

### 3.4.3 Dinâmica de fluxos e estoques

Um estoque está em equilíbrio quando não sofre mudanças, portanto, a taxa líquida de mudança deve ser zero.

A quantidade adicionada a um estoque em qualquer intervalo de tempo, é igual à área limitada, sob a curva da sua taxa de mudança.

Quantidade adicionada durante um intervalo de tempo (Q), pode ser representada pela equação:  $Q = R * dt$ , onde:

A Quantidade (Q) é dada em (Unidades), R em (Unidades/Tempo) e dt em unidades de Tempo.

Estoques acumulam ou integram seus fluxos. A cadência de uma linha tangente em qualquer ponto da trajetória de um estoque é igual à taxa líquida de mudança do estoque

naquele ponto. A cadência da trajetória de um estoque é a derivada do estoque. A diferencial gráfica de um estoque revela, somente, sua taxa líquida de mudança.

### 3.4.4 Dinâmicas de estruturas simples

A “Ordem” de um sistema dinâmico é determinada pela quantidade de variáveis de estado, ou estoques, que o sistema contém. Um sistema de primeira ordem contém apenas um estoque.

O estado de um sistema acumula suas taxas líquidas de entrada. Em contrapartida, o fluxo de entrada depende do estado do sistema. Em geral, a entrada líquida é uma função não-linear possível do estado do sistema (S):

$$S = \text{INTEGRAL}(\text{Fluxo Líquido}, S(0))$$

$$\text{Fluxo Líquido} = f(S)$$

Caso o sistema seja linear, o fluxo líquido deve ser diretamente proporcional ao estado do sistema:

$$\text{Fluxo Líquido} = gS$$

Onde a constante “g” tem unidades de (1/tempo) e representa a taxa de crescimento fracionário do estoque.

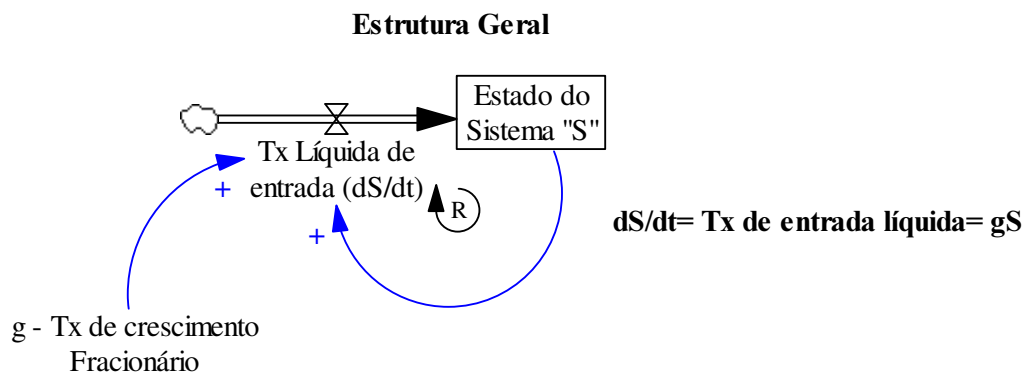


Figura 11: Estrutura de primeira ordem em equilíbrio instável  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000)

Caso o  $S$  fosse igual a Zero, o sistema estaria em equilíbrio, porém, instável. Adicionando qualquer quantidade ao estoque, o estado começa a crescer de forma exponencial. Um equilíbrio é instável sempre que a cadência da taxa líquida no ponto de equilíbrio é positiva.

Crescimento exponencial tem a propriedade de dobrar o estado do sistema em um período fixo de tempo, independentemente do seu tamanho.

Temos um erro de percepção quanto a crescimentos exponenciais. A nossa tendência é a de assumir que uma quantidade aumenta pela mesma quantidade absoluta por período de tempo, portanto, linear. Quando a taxa de mudança é pequena ou o horizonte de tempo que adotamos é curto, esta inferência é razoável. Entretanto, para taxas maiores de mudança, ou para tempos de análise mais longos, o erro torna-se evidente.

Sistemas com retro-alimentação positiva linear geram crescimento ou diminuição exponencial. Sistemas com retro-alimentação negativa linear geram um comportamento de “Busca de Objetivo”.

### Estrutura Geral

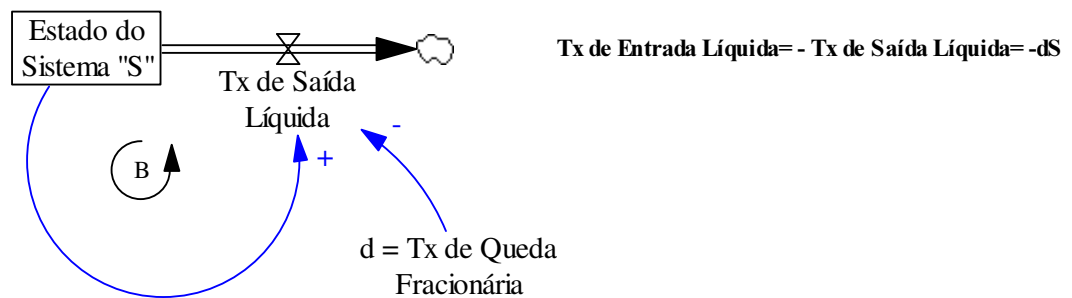


Figura 12: Estrutura com retroalimentação negativa  
Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

O caso acima é uma estrutura especial em sistemas de retro-alimentação linear negativa. O objetivo implícito é Zero. Geralmente, o objetivo de “enlaces” negativos não é zero e devem estar explicitados.

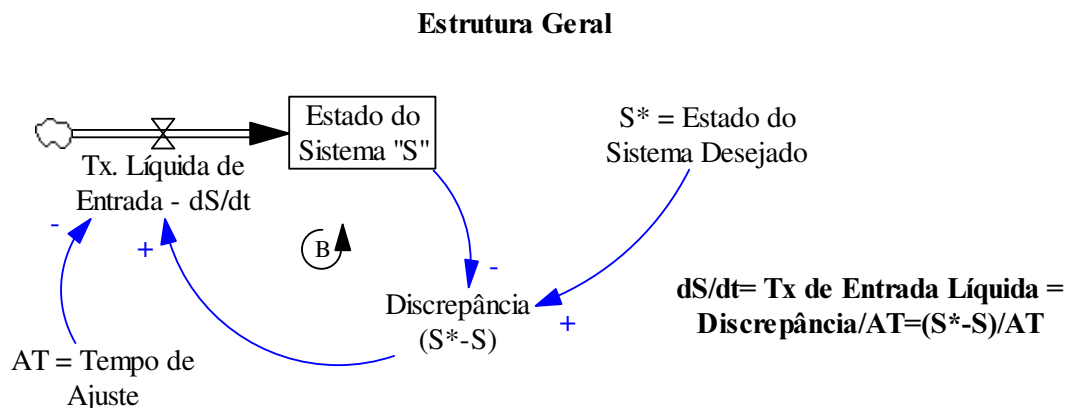


Figura 13: Modelo leva a Busca de Objetivo  
 Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

Sistemas lineares de primeira ordem podem gerar apenas crescimento exponencial, queda ou equilíbrio.

Para que haja oscilação, um sistema deve possuir, no mínimo, uma segunda ordem, significando que deve haver um enlace de retro-alimentação com dois estoques, pelo menos.

Os conceitos apresentados formam a base mínima para a modelagem de sistemas através de suas relações dinâmicas e complexas. Deve-se ressaltar que nesse processo é de extrema importância a clara definição do problema que se deseja atacar.

Como visto anteriormente, modelos são tentativas de representação da realidade, logo, dificilmente podemos assumir que estejam completos. Apenas que atendem as necessidades do cliente direto do trabalho proposto.

### 3.4.5 Estrutura e comportamento de sistemas dinâmicos

O Comportamento de um sistema surge de sua estrutura, da relação entre ambos. Os modos básicos de comportamento na dinâmica de sistemas são: Crescimento, criado por uma retro-alimentação positiva; busca de objetivo, criado por retro-alimentação negativa; oscilação (incluindo oscilação amortecida, ciclos limite e caos), criados por retro-alimentação negativa, com tempos de atraso. Outros padrões mais complexos de comportamento surgem a partir da interação não linear dessas estruturas com uma outra.

O crescimento com formato S, inicialmente, apresenta um crescimento exponencial, porém, esse crescimento gradativamente se reduz, até que o sistema atinja um estado de equilíbrio. O formato da curva lembra a letra S. Em inglês é batizado de *S-shaped growth*. A estrutura que gera esse comportamento está relacionada com um conceito estudado em ecologia denominado de “capacidade de carga”. A capacidade de carga de qualquer ambiente é determinada pelo número de organismos de um determinado tipo, que esse ambiente pode suportar e é determinado pelos recursos disponíveis no meio e pelas necessidades da população.

Quando a população se aproxima de sua capacidade de carga, os recursos por habitante diminuem, reduzindo a taxa de crescimento líquido, até que os recursos sejam suficientes apenas para balancear as entradas e saídas de habitantes no meio.

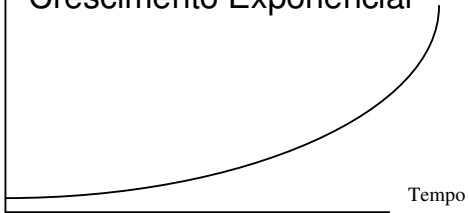
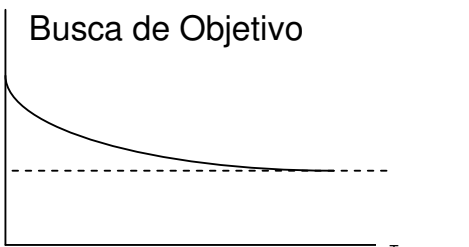
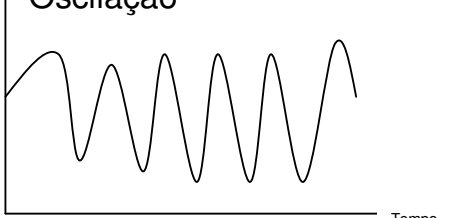
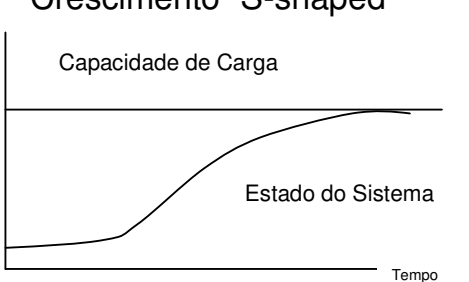
Acrescentando um atraso a essa estrutura, surge o comportamento denominado de “Crescimento *S-Shaped* com *Overshoot*”. Outro modo fundamental de comportamento se origina quando a capacidade de carga é fixa. A habilidade do ambiente suportar o crescimento da população é consumida pela própria população. Esse modo denomina-se *Overshoot* e Colapso.

Pontos a se considerar:

- a) a conexão entre a estrutura e o comportamento proporciona uma importante heurística para a conceitualização do processo;
- b) o termo taxa, no estudo de dinâmicas, geralmente se refere à taxa absoluta de mudanças em uma quantidade. A sua unidade de medição são: unidades/período de tempo. A unidade para taxa fracional de fluxo é: unidades por unidade por período de tempo.

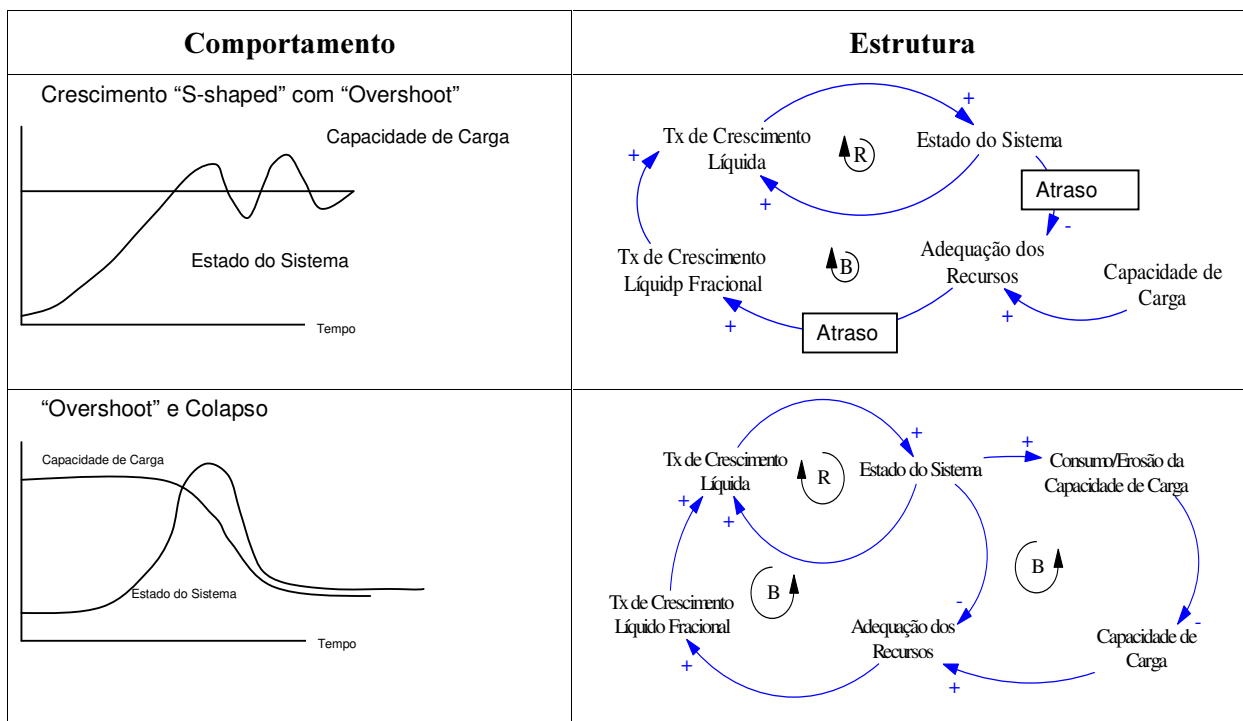
O quadro 14 demonstra um paralelo entre os diversos comportamentos e a representação de suas estruturas dinâmicas.

Continua

Comportamento	Estrutura
<p><b>Crescimento Exponencial</b></p>  <p>Tempo</p>	
<p><b>Busca de Objetivo</b></p>  <p>Tempo</p>	
<p><b>Oscilação</b></p>  <p>Tempo</p>	
<p><b>Crescimento "S-shaped"</b></p> <p>Capacidade de Carga</p>  <p>Estado do Sistema</p> <p>Tempo</p>	

Quadro 14: Comportamentos X Diagrama de enlaces causais  
 Fonte: Adaptado de Sterman (2000)





Quadro 14: Comportamentos X Diagrama de enlaces causais

Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

- No modo crescimento *S-shaped* duas condições são necessárias:

1<sup>a</sup>- *Loops* negativos não devem incluir nenhum tempo de atraso significante, caso contrário, o sistema transporia a capacidade de carga oscilando ao seu redor.

2<sup>a</sup>- A capacidade de carga deve ser fixa. Não pode ser consumida pelo crescimento da população.

Sterman (2000) comenta que aleatoriedade, de fato, é uma medição de nossa ignorância em relação ao sistema, não é intrínseca ao sistema.

### 3.5 RUÍDO

No capítulo 2 foi mencionada a opção de uma modelagem determinística para o desenvolvimento do projeto e que, como proposta para trabalhos futuros, “ruídos” poderiam ser incluídos no modelo, o que o tornaria probabilístico.

Diante dessa possibilidade, cabe apresentar alguns conceitos sobre: ruído, ruído branco (*white noise*) e ruído rosa (*pink noise*).

Ruídos são variações aleatórias em variáveis exógenas e fazem parte do fluxo de decisões que o modelo não consegue explicar ou simular (Sterman, 2000).

O que o modelador julga ser um padrão sistemático de comportamento e aquilo que o modelador julga como variações aleatórias irrelevantes, dependem da perspectiva e do propósito do modelo. Quando o que se busca é o entendimento acerca de uma tendência de longo prazo, o ruído pode ser desconsiderado. Entretanto, se a preocupação é demonstrar as oscilações do negócio em períodos mais curtos de tempo, o modelo deveria explicar esses movimentos.

### 3.5.1 Ruído branco (*White Noise*)

Quando as variações de uma determinada variável apresentam um comportamento NORMAL, ou seja, as variações são independentes e distribuídas de forma idêntica em relação a um valor médio, diz-se que se trata de um ruído branco. O adjetivo branco é uma analogia ao funcionamento da luz branca, uma vez que está é obtida por meio da combinação simultânea de todas as frequências cromáticas. A figura 15 é uma representação do comportamento de uma onda de ruído branco.

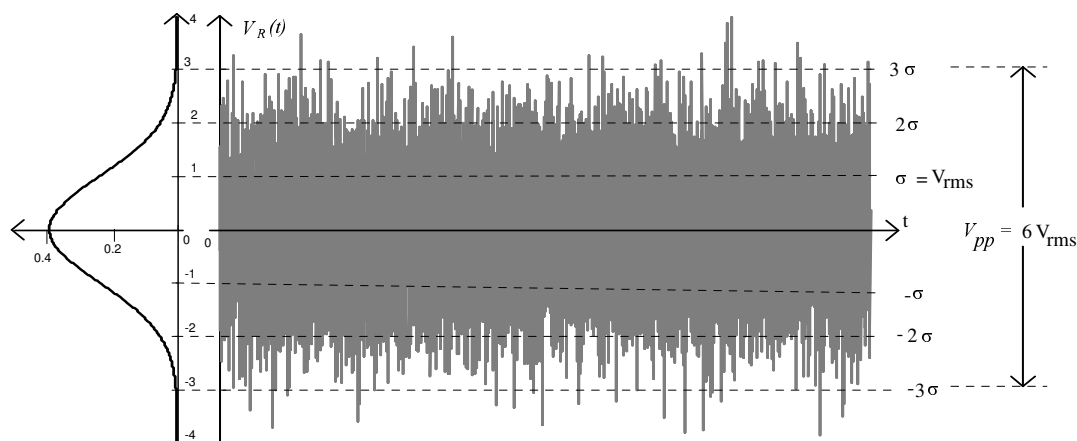


Figura 15: Forma de uma onda de ruído branco  
Fonte: Adaptado de Noceti (2008).

### 3.5.2 Ruído Rosa (*Pink Noise*)

Processos envolvendo ruídos com persistência são chamados de “ruído rosa” (*pink noise*). Comparado com o ruído branco, o qual contém todas as frequências em igual proporção, no ruído rosa as altas frequências são filtradas e cresce em potências nas frequências mais baixas. O termo também se refere a uma analogia com o espectro luminoso, pois a luz vermelha possui a mais baixa frequência do espectro visível.

Esses tipos de ruído são mais comuns na natureza. Comparando com estudos de acústica, um ruído rosa poderia ser representado por um barulho de chuva, vento, cachoeira e outros sons naturais. O ruído rosa gera uma distribuição que é essencialmente uma Normal, com uma média e um desvio padrão.

Ruídos consistem de sinais de variadas frequências e amplitudes. Sistemas dinâmicos agem como filtros, seletivamente atenuando algumas frequências e amplificando outras. Quando o ruído possui uma potência significativa, o sistema pode apresentar flutuações, em dadas ocasiões, violentas (STERMAN, 2000).

## 3.6 LEAN THINKING VERSUS INTELLIGENT ENTERPRISES

A expressão *Lean Thinking*, oriunda do Sistema Toyota de produção, diante do bom desempenho da indústria automotiva japonesa, cada vez mais tem sido motivo de pesquisas e publicações. O tema central é focado em valor, fluxo de valor, agregar valor para o cliente (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; OHNO, 1997; WOMACK, 2006).

Essa expressão que, literalmente, pode-se traduzir como pensamento enxuto, remete a uma reflexão e estabelecimento de um paralelo com outra expressão em voga no cenário das organizações, *intelligent enterprises* ou “organizações inteligentes”.

Segundo Wittig, Wright (2004) uma organização inteligente busca o entendimento do sistema a fim de garantir a provisão de valor sustentável para os acionistas, clientes, colaboradores, fornecedores e a sociedade. Se uma organização planeja e gerencia seu trabalho, baseado em conhecimento adequado dos elementos que a compõem e seus relacionamentos ela, de fato, irá descobrir como seu “genoma” dirige o comportamento e resultados.

Para Ring (2004) uma organização pode se considerar inteligente quando demonstra a capacidade de adaptar-se: às mudanças no ambiente em que está inserida; às suas capacidades internas e às mudanças nos interesses dos *stakeholders* (a expressão *stakeholders* refere-se a todo o conjunto de pessoas, fornecedores, acionistas, clientes, funcionários etc, que apresentam envolvimento com uma organização).

Liker (2004) faz um apanhado sobre o pensamento básico embutido no sistema Toyota e traduz esse pensamento em quatorze princípios que, independentemente da abordagem operacional, podem ser adotados nos mais variados tipos de empresas.

A seguir apresentamos um resumo desses princípios:

**- Fundamental as decisões gerenciais em uma filosofia de longo prazo**

Segundo Gaither, Frazier (2002), as empresas devem possuir abordagens eficazes para prever. Parece uma colocação óbvia, entretanto, pesquisas demonstram que grandes partes das empresas, não completam seu primeiro ano de vida. A Toyota entende que a manutenção dos empregos de seus associados é parte de suas obrigações para com a comunidade e a sociedade (LIKER, 2004).

Um exemplo interessante de simulação do efeito das decisões de curto prazo em uma cadeia de distribuição é o conhecido “Jogo da Cerveja”. Desenvolvido por Jay Forrester, nos anos 50 para apresentar aos estudantes os princípios dos conceitos da dinâmica de sistemas e simulação computacional, demonstra o impacto das decisões individuais diante de um horizonte curto (STERMAN, 2000).

**- Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona**

O sistema de produção ideal é composto de um fluxo de um único produto em cada vez. Genericamente chamado de *one piece flow*. Com essa prática, todos os estoques intermediários seriam eliminados, e os problemas apareceriam no momento em que ocorressem, obrigando a sua correção imediata.

Um grande desafio para a maioria das empresas, visto que a preocupação em manter níveis de estoque para garantir os abastecimentos é a principal restrição para essa prática.

**- Adotar sistemas “puxados” para evitar produção excessiva**

Sistemas puxados significam que um produto será produzido após a colocação do pedido pelo cliente. Taichii Ohno, inventor do sistema Toyota de produção, menciona que extraiu essa idéia dos supermercados americanos, em meados dos anos 50. Observou que os produtos estavam no lugar que o comprador procurava, no momento que ele desejava e na quantidade necessária (OHNO, 1997).

Em algumas situações, como no caso da produção de matérias prima: borracha, aço etc. onde a preparação do processo toma tempos muito elevados, essa abordagem não se aplica.

A maioria das empresas adota o sistema contrário, “empurrado”. Nesse modelo, em função das previsões de vendas, são emitidas as ordens de produção, a partir dos processos mais primários para frente, produzindo estoques de material em processo que empurram a produção.

#### **- Nivelar a força de trabalho**

Seu objetivo é fazer com que um processo produza a mesma quantidade do processo precedente. Nesse sistema, os processos de produção estão dispostos de forma a facilitar a produção da quantidade necessária, no momento necessário. Os trabalhadores e equipamentos, bem como, outros fatores estão organizados para esse fim (SHINGO, 1996).

Nas empresas focalizadas no processo, chamadas *job shops*, comumente usam sistemas de empurrar (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Novamente, devido às oscilações do consumo, o nivelamento torna-se um desafio, porém, não se deve negar as vantagens e redução das perdas que proporciona.

#### **- Construir uma cultura de parar para corrigir os problemas, “fazer certo da primeira vez”**

Esse princípio encontra uma barreira, muito mais, cultural que física. Parar a produção, não é algo desejável em nenhuma empresa certamente, entretanto, é uma boa forma de buscar e combater as raízes dos problemas. Aqui se aplica, também, a parada em função do cumprimento das metas de produção. Não se deve produzir estoques desnecessários de produtos em processo ou acabados.

O gerenciamento da produção deve incluir na suas previsões, tempos de paradas programadas e não programadas. Essa conduta minimiza potenciais perdas maiores, devido a potencialização das falhas.

#### **- Padronização de tarefas é o fundamento para melhoria contínua e crescimento dos colaboradores**

Mais que um conceito moderno de fabricação a padronização é baseada nos princípios da engenharia industrial, primeiramente estudada e desenvolvida por Frederick Taylor o “Pai da Administração Moderna” (LIKER, 2004).

A padronização reduz a complexidade das atividades, produz-se os mesmos produtos padronizados todos os dias, as tarefas do trabalhador são bem entendidas, os trabalhadores

adquirem maior familiaridade com suas tarefas, e a qualidade do produto pode ser melhorada. (GAITHER; FRAZIER, 2002).

**- Utilização de controles visuais para não permitir a omissão de problemas.**

Controles visuais são quaisquer dispositivos de comunicação usados no ambiente de trabalho que demonstram como o trabalho deveria ser feito, como também, caso haja algum desvio do padrão definido.

Uma expressão comum nas práticas de produção enxuta é a comunicação binária, ou seja, ações do tipo “sim ou não”. Dessa forma, reduzindo a complexidade da operação, os erros são minimizados (LIKER, 2004).

**- Utilizar tecnologias testadas e que sejam realmente úteis para as pessoas e processos**

Pessoas fazem o trabalho, computadores movem as informações (LIKER, 2004). Não se pode esquecer que a tecnologia é a ciência aplicada para o benefício dos seres humanos. Uma análise de valor delimita, adequadamente, essa fronteira.

**- Incentivar as lideranças que conheçam o trabalho, vivenciem a filosofia organizacional e ensinem uns aos outros**

Conhecimento é um processo humano dinâmico de justificar a crença pessoal com relação à verdade. A informação proporciona um novo ponto de vista para a interpretação de eventos ou objetos, o que torna visíveis significados antes invisíveis ou lança luz sobre conexões inesperadas.

A informação é um fluxo de mensagens, enquanto o conhecimento é criado por esse fluxo de informação, ancorado nas crenças e compromissos de seu detentor. Essa compreensão enfatiza que o conhecimento esta essencialmente relacionado com a ação humana (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 64).

**- Desenvolver pessoas altamente capacitadas e equipes que seguem a filosofia da empresa.**

Segundo Spear e Bowen (1999) as organizações administradas através do Sistema Toyota de Produção partilham da crença de que as pessoas são o patrimônio corporativo mais significativo e que os investimentos em seus conhecimentos e suas habilidades são necessários para construir a competitividade.

Para reforçar o processo de aprendizagem e melhoria, todas as fábricas e principais unidades de negócio do Toyota Group utilizam uma série de consultores do Sistema Toyota

de Produção, cuja responsabilidade primária é ajudar os gerentes seniores a fazerem suas organizações progredir na direção do ideal.

**- Respeitar todos os participantes da sua cadeia de fornecimento, desafiando-os e ajudando-os a melhorar**

Todas as empresas visam o lucro. Porém, num sistema de produção enxuta, esse pensamento carece do entendimento de todos os elos da cadeia, e da importância do crescimento conjunto das partes. A parceria é a idéia central desse princípio.

O respeito aqui, trata da possibilidade de cada associado desenvolver todas as suas habilidades, da melhor forma possível, para que todos na cadeia atinjam as metas corporativas.

**- Testemunhar os fatos para entendimento da situação**

Não se pode estar certo de que realmente haja entendimento de qualquer parte do negócio, a menos que tenha sido testemunhado (LIKER, 2004).

Os sistemas computadorizados permitem um bom gerenciamento do processo, entretanto, a precisão da informação carece de monitoramento constante, avaliando periodicamente a aderência com a realidade.

**- Tomar decisões lentamente, através do consenso, considerando todas as opções; implementar as decisões rapidamente**

As pressões do mundo moderno levam as empresas a se tornarem cada vez mais competitivas, entretanto, certos níveis de decisão podem e devem esperar, pois poderão comprometer principalmente os clientes que clamam por velocidade.

Uma análise minuciosa de todas as variáveis, na fase de projeto, evita retrabalhos dispendiosos em projetos implantados.

**- Tornar-se uma organização do conhecimento através da constante reflexão e melhoria contínua**

Os funcionários da linha de frente fazem as melhorias em seus serviços, e seus supervisores dão orientação e assistência como professores. Se houver algo de errado com a maneira como um funcionário se conecta com um determinado fornecedor em sua área de montagem imediata, os dois devem fazer as melhorias com a assistência de seu supervisor em comum (SPEAR; BOWEN, 1999).

### 3.7 CARACTERIZAÇÃO DE VALOR

Segundo Kant (1983), conceitos podem ser divididos em duas categorias distintas, a saber: sintéticos e analíticos. Os conceitos sintéticos nos são dados a priori. Por exemplo: quando simplesmente observamos um objeto, podemos definir sua extensão. Porém, ao contrário, só poderemos dizer algo a respeito de seu peso, efetuando a devida medição do seu peso. Logo o conceito de peso deve ser verificado empiricamente, a posteriori. A essa segunda categoria pertencem os juízos analíticos.

Essa base conceitual nos remete à necessidade de termos formas de mensurar determinadas dimensões, que não nos são dadas pela observação direta. Um dos objetivos deste trabalho é a mensuração de Valor através de um indicador positivo, que empiricamente possa ser verificado e, quantitativamente, avaliado.

Na figura 1, apresentada na página 15, que fundamenta o desenvolvimento desta pesquisa, encontra-se uma demonstração de organização que tem como saída ou resultado, a produção de Valor. É um senso comum, dentro de todo o tipo de organização, a premissa de produzir ou agregar Valor.

Mas exatamente do que trata, quando se pensa em adicionar valor? Num primeiro momento, pode-se pensar valor como o preço, pura e simplesmente do produto. De fato, a teoria econômica, em algumas definições, não distingue os dois termos. Porém, alguns fatores no ambiente de produção e do processo decisório, agregam mais complexidade à questão e nos levam a busca de um entendimento mais amplo e, conseqüentemente, a uma definição que melhor represente o termo, dentro de um processo produtivo.

Simon (1970, p.xiv) explica que o termo **organização** refere-se ao complexo sistema de comunicações e inter-relações existentes num grupamento humano. Esse sistema proporciona a cada membro do grupo parte substancial das informações, pressupostos, objetivos e atitudes que entram nas suas decisões, propiciando-lhes, igualmente, um conjunto de expectativas estáveis e abrangentes quanto ao que os outros membros do grupo estão fazendo e de que maneira reagirão ao que ele diz e faz.

Cyert (1992, p. 32) diz que **organizações** são coalizões de interesses e seus objetivos são determinados de três principais formas:

- O processo de barganha;
- O processo de controle interno da organização;
- O processo de alinhamento da experiência através do “feedback” do ambiente.



As entradas, na forma de matéria-prima, energia, conhecimento etc. são processadas e transformam-se em saídas para os clientes, na forma de produtos ou serviços que, em essência, deveriam levar o valor esperado.

O termo Valor e sua busca, dentro das empresas, tem sido largamente difundido, porém, observa-se que, devido ao desconhecimento de suas interações ao longo do tempo, como também, das dimensões exatas de suas fronteiras, as empresas falham em seu controle.

Como um dos objetivos a que se propõe este trabalho, apresentamos os resultados de uma pesquisa exploratória para determinar um senso comum sobre o conceito de Valor dentro das organizações industriais.

Diversas definições para o termo Valor são encontradas no dicionário, sendo que, para o propósito desta pesquisa, destacam-se as seguintes:

- a) qualidade pela qual determinada pessoa ou coisa é estimável em menor ou maior grau;
- b) mérito ou merecimento intrínseco; valia.
- c) o equivalente, em dinheiro ou bens, de alguma coisa; preço, poder de compra.
- d) valor adicionado ou agregado: diferença entre o valor de venda de uma mercadoria e o custo total das matérias-primas e serviços adquiridos para sua fabricação.
- e) valor de uso: Capacidade de um bem de satisfazer necessidades humanas. (FERREIRA, 1999, p. 2044).

Para tornar mais clara a conceituação da palavra Valor, Aristóteles, 350 A.C. identificou sete tipos de Valor (BASSO, 1991, p. 10; PEREIRA, 1994, p. 27):

- a) valor Econômico;
- b) valor Político;
- c) valor Moral;
- d) valor Estético;
- e) valor Social;
- f) valor Jurídico;
- g) valor Religioso.

Destes tipos de Valores, somente o Valor Econômico pode ser considerado objetivo, pois é o único que pode ser mensurado quantitativamente, enquanto os demais só admitem avaliações subjetivas.

Para Saussure apud Garcia (2003), valor é identidade e essa identidade, na concepção lingüística do termo, só é possível de ser compreendida pela diferença. É precisamente a identidade compreendida a partir das diferenças que estabelece um jogo de trocas, no qual se

torna possível dimensionar o valor do signo. Assim, é esse jogo de comparações, que vai além da significação e estabelece o valor.

Comparação com um objeto “dessemelhante”, cuja troca implica determinar o valor desse outro objeto. Comparação com um objeto “semelhante”, cuja comparação já é possível de ser efetuada (GARCIA, 2003).

Magalhães (2004) articula os conceitos de valor, preço e mais-valia extraordinária implícita no desenvolvimento capitalista. Questiona se a mais valia é produzida pela complexidade do trabalho ou pela transferência de valor?

A experiência empírica destaca o desenvolvimento tecnológico como o traço de desenvolvimento capitalista, inerente à dinâmica do sistema.

Preço é a expressão financeira do valor, medida em quantidades monetárias, e valor a expressão econômica dos preços, medida em quantidade de trabalho. Preço representa a aparência visível e valor a essência oculta, na junção das duas, definindo-se o fenômeno econômico.

Marx (1995 apud MAGALHÃES, 2004) define o valor de mercado como o valor médio das mercadorias produzidas numa determinada indústria, ou, alternativamente, como o valor individual das mercadorias produzidas sob condições médias de produtividade e que formam a maior parte das mercadorias produzidas naquela indústria. Ao contrário, admitamos que, sem variar a totalidade das mercadorias trazidas ao mercado, o valor das mercadorias produzidas nas condições mais desfavoráveis não se compense com o valor das produzidas nas melhores condições, de modo que a porção produzida nas condições mais desfavoráveis constitua magnitude de maior peso tanto em relação à massa produzida nas condições mais desfavoráveis rege o valor de mercado social.

Magalhães (2004) desenvolve um “enlace causal”, representado na figura 16, entre: desenvolvimento tecnológico continuado / lucro-investimento / aumento histórico do salário real, com a seguinte análise:

O desenvolvimento tecnológico continuado é que seria a verdadeira explicação do lucro, ao mesmo tempo em que seria por ele explicado: é da diferenciação da produtividade, introduzida pelo desenvolvimento tecnológico continuado, que resulta o lucro, e é da busca do lucro que resulta a continuidade do desenvolvimento tecnológico.

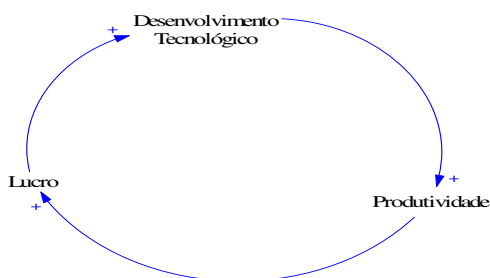


Figura 16: “Enlace Causal”  
Fonte: Magalhães (2004).

De acordo com Basso (1991, p. 23) e Pereira (1994, p. 30), a Engenharia de Análise do Valor (EAV) foi desenvolvida na década de 1940 por Lawrence Dellos Miles, na época engenheiro do departamento de compras da General Electric americana.

A abordagem de EAV considera o Valor Econômico e o define como sendo:

“Valor é o menor custo atribuído a um produto ou serviço, que deverá possuir a qualidade necessária para atingir a função desejada.”

Apesar da afirmação acima, de que o Valor Econômico é objetivo, este tipo de Valor apresenta subdivisões que podem ser mensuradas quantitativamente, e outras que são meramente subjetivas.

O Valor Econômico pode ser classificado das seguintes formas:

- a) valor de Uso ( $V_u$ ): é a menor quantidade de dinheiro necessária para que um produto apresente o uso que dele se espera (BASSO, 1991, p. 11; PEREIRA, 1994, p. 31).
- b) valor de Estima ( $V_e$ ): é a quantidade de dinheiro necessária para dotar um produto de beleza, aparência, status, etc.
- c) valor de Custo ( $V_c$ ): é a quantidade de dinheiro que representa a soma de custos de mão de obra, matéria prima, despesas gerais, etc, necessária a obtenção do produto.
- d) valor de Troca ( $V_t$ ): é a quantidade de dinheiro que equivale à troca do produto no mercado (BASSO, 1991, p. 11; PEREIRA, 1994, p. 32.). Essas colocações podem ser expressas como se segue:

$$V_t = V_u + V_e$$

$$V_t = V_c + \Delta V$$

$$\text{Então: } V_u + V_e = V_c + \Delta V$$

Ou seja, tanto maior será a variação de valor ( $\Delta V$ ) quanto maior for  $V_u$  e  $V_e$  e quanto menor for  $V_c$ .

Valor de Mercado: Valor de uma empresa deriva de sua capacidade de geração de fluxo de caixa e de retornos sobre o investimento, baseados no fluxo de caixa (COPELAND, 2002, p. IX). Jacobs e Levy (1988) afirmam que em um mercado eficiente, preços são bons indicadores de valor. Porém, há uma crescente pesquisa sugerindo que preços desviam-se do valor. Valor é um múltiplo constante de dividendos.

Slywotzky (1997, p. 5) define Valor de Mercado como a capitalização de uma empresa (ações comercializadas vezes o preço da ação mais a dívida a longo prazo) em qualquer dado momento.

O valor intrínseco se baseia nos fluxos de caixa futuros ou no poder de ganho da empresa. Isto significa, em essência, que os investidores estão pagando pelo desempenho que esperam obter da empresa no futuro, não por aquilo que ela fez no passado e, certamente, não pelo custo de seu ativo (COPELAND, 2002, p. 55).

Os retornos obtidos pelos acionistas dependem mais de mudanças quanto às expectativas, do que do desempenho efetivo da companhia (COPELAND, 2002, p. 57).

O Valor de um produto é o preço que os compradores estão dispostos a pagar pelo pacote de benefícios que esse produto possa oferecer. Compradores, quando estão medindo o valor inerente de um produto, deveriam balancear os benefícios de um produto com seus custos. Quanto maior a taxa de benefícios, em relação aos custos, maior o valor. A análise da cadeia de valor é baseada na premissa que uma empresa é composta por diversas atividades, que são desempenhadas para: projetar, produzir, comercializar, entregar e prestar assistência pós-venda de seus produtos e serviços, a fim de garantir que o cliente receba valor e satisfação (THOMPSON et al., 1994).

Para Gonzales et al. (2001), as empresas gostariam de projetar um conjunto de produtos para maximizar o valor a ser obtido por estes produtos. Gonzales ainda coloca que valor é, simplesmente, a somatória de benefícios realizados a partir de um conjunto de

produtos menos o investimento (ou custos) para desenvolvê-los e comercializa-los (ou operar), incluindo todos os fatores relativos ao ciclo de vida (exemplo: projeto, fabricação, manutenção, disposição, etc.).

### **Valor = Somatória de Benefícios – Somatória de Investimentos**

Kaplan e Norton (2004, p.112) comentam que a essência de qualquer estratégia de negócios é a proposição de valor para o cliente, a qual descreve uma combinação única de atributos de produtos e serviços, de relacionamentos com os clientes e de imagem corporativa. Ela define como a organização diferencia-se dos concorrentes, a fim de atrair, reter e aprofundar relacionamento com os clientes almejados. A proposição de valor é crucial, porque ajuda a organização a conectar seus processos internos à melhoria dos resultados com os clientes.

Tipicamente, a proposição de valor é escolhida entre três diferenciadores: excelência operacional, intimidade com o cliente, e liderança do produto.

Sobrio et al. (2007), em uma pesquisa sobre a criação de Valor nos serviços de Saúde e enfermagem, define Valor a partir dos resultados obtidos, dividido pelos custos, expressos em unidade monetária. Nesse caso, sugere que a métrica a ser adotada, deve partir da estratégia da organização e baseada nos interesses e necessidades dos envolvidos, direta e indiretamente, com a empresa (*stakeholders*).

Segundo Zeithaml (1988) apud Holbrook (1999) valor é uma função de 5 fatores:

- a) qualidade;
- b) outros atributos extrínsecos, como funcionalidade;
- c) atributos intrínsecos, como prazer;
- d) alto nível de abstração, como valores pessoais;
- e) sacrifícios, definidos tanto quanto custos monetários e não monetários, como: tempo e esforço.

Holbrook (1999, p. 55) ainda aponta outros fatores que contribuem na definição desejada:

- a) primeiro: utilidade em seu senso mais real: A necessidade coberta pelo produto, desconsiderando os custos.
- b) análise comparativa de uma situação futura em relação a uma mudança do estado corrente. Aqui se pode usar a expressão “mais valor que”
- c) saídas comparadas aos sacrifícios para obtenção do produto.

Com base no exposto, Holbrook (1999, p. 5) conceitua valor como uma experiência de preferência, relativa e interativa:

- a) interativa: relação entre um elemento subjetivo (cliente ou consumidor) e um elemento objetivo (o produto);
- b) relativa: valor é (a) comparativo (envolve preferências entre objetos); (b) pessoal (varia de pessoa para pessoa); e (c) situacional (específico a cada contexto);
- c) preferência: valor incorpora um julgamento de preferência.

O conceito geral de preferência contempla uma série de fatores, entre os quais estão:

- a) afeição (agradável x desagradável);
- b) atitude (gosto x aversão);
- c) avaliação (bom x mau);
- d) predisposição (favorável x desfavorável);
- e) opinião (pro x contra);
- f) tendência de resposta (abordar x evitar) ou valência (positiva x negativa).

Valor: julgamento preferencial.

Valores: critérios relevantes sob os quais um julgamento sumário recai.

A tese defendida por Holbrook (1999, p. 9) é que o que as pessoas realmente desejam não são os produtos, mas experiências de satisfação. Experiências são obtidas a partir de atividades. Para que as experiências aconteçam são necessários: objetos físicos, ou serviços de seres humanos.

O marketing voltado para o valor, conforme Churchill e Peter (2000, p.10), é uma orientação para se alcançar objetivos, desenvolvendo valor superior para os clientes. Ela é uma extensão da orientação para marketing que se apoia em vários princípios e pressupostos sobre os clientes, a saber Princípios do marketing voltado para o valor:

Princípios são regras fundamentais e abrangentes para a ação. Há seis princípios do marketing voltado para o valor que, juntos, formam a essência dessa abordagem.

- Princípio do cliente: concentre-se nas atividades de marketing que criam e fornecem valor para o cliente.

O cliente como foco principal do negócio significa que os profissionais de marketing devem reconhecer que as trocas com os clientes representam a vida das organizações. As empresas devem compreender os seus clientes, saber o que eles pensam, o que sentem e como compram e usam produtos e serviços. Porém, o marketing voltado para o valor centra-se não só nos clientes, mas, mais especificamente, nas maneiras de criar valor para eles. Os profissionais de marketing podem alcançar seus objetivos fornecendo um valor superior aos clientes. Claro que a receita e os lucros potenciais devem compensar o aumento dos custos.

Dentro dessa visão, há pelo menos dois tipos de relacionamento que as empresas podem ter com os clientes:

- **Relacionamentos diretos:** os profissionais de marketing conhecem o nome e outras informações dos clientes, como endereço, número de telefone e preferências. Eles podem comunicar diretamente com eles. Os relacionamentos diretos permitem que a empresa conheça e atenda melhor os clientes, criem valores superiores para eles e aumentem os lucros.

- **Relacionamentos indiretos:** nessas relações, os produtos e marcas têm significado para os clientes por um período prolongado, mesmo pela vida toda, mas os profissionais de marketing podem não conhecer pelo nome quem são os seus clientes. As empresas não conhecem, individualmente, seus compradores.

- **Princípio do concorrente:** ofereça um valor superior aos clientes em relação às opções da concorrência.

O direcionamento do marketing para o valor reconhece que as estratégias competitivas têm influências importantes sobre os clientes. Para muitos produtos e serviços, os clientes poderiam ficar satisfeitos com as opções da concorrência. Assim, os profissionais de marketing devem considerar não só o valor que seus produtos oferecem, mas também se eles oferecem um valor superior em relação aos produtos e serviços dos concorrentes. Se isso não acontecer, e não houver nenhuma estratégia disponível para corrigir a situação, a empresa pode Ter dificuldades para sobreviver no longo prazo.

- **Princípio proativo:** mude o ambiente para melhorar as chances de sucesso.

Os profissionais de marketing que buscam o valor não ficam simplesmente sentados esperando as mudanças nos mercados e no ambiente para, então, reagir a elas. Embora reagir ao ambiente seja uma estratégia sensata, os profissionais de marketing também devem ser proativos e mudar mercados e ambientes para melhorar sua posição competitiva. O marketing voltado para o valor não afirma que os profissionais de marketing devem “manipular” os clientes para atingir suas próprias metas. Ele não defende a prática de atividades ilegais, antiéticas ou que não sejam socialmente responsáveis. Ele não compactua com as atividades de profissionais que violam suas responsabilidades.

- **Princípio interfuncional:** use equipes interfuncionais quando elas melhorarem a eficiência e a eficácia das atividades de marketing.

Embora o marketing e a pesquisa de marketing muitas vezes tenham papéis importantes a desempenhar no desenvolvimento de novos produtos e serviços, outras funções, incluindo pesquisa e desenvolvimento, engenharia, finanças e produção, também

desempenham papéis fundamentais. O marketing focado no valor reconhece a necessidade de que o pessoal de marketing interaja continuamente com outros grupos funcionais.

- Princípio da melhoria contínua: melhore continuamente o planejamento, a implementação e o controle de marketing.
- Princípio de stakeholder: considere o impacto das atividades de marketing sobre outros públicos interessados na organização.

Embora o marketing voltado para o valor seja centrado no cliente, ele não ignora as obrigações e relações importantes com os outros públicos de uma organização. *Stakeholders* são indivíduos e grupos que também têm um interesse nas conseqüências das decisões de marketing das organizações e podem influenciá-las. Incluem tanto clientes como concorrentes e devem ser tratados lealmente. Incluem também proprietários, fornecedores, financiadores, órgãos de governo, grupos de pressão, funcionários, comunidades locais e a sociedade em geral.

O marketing voltado para o valor pressupõe que as avaliações de valor dos clientes podem mudar ao longo do tempo e em diferentes situações. Há quatro tipos comuns de benefícios que os clientes podem receber da compra e uso de produtos e serviços e quatro tipos de custos que podem tentar reduzir.

Tipos de benefícios que os clientes podem receber da compra de produtos ou serviços:

- a) Benefícios funcionais. São os tangíveis de se obter produtos e serviços.
- b) Benefícios sociais. São as respostas positivas que os clientes obtêm das outras pessoas por comprar e usar determinados produtos e serviços.
- c) Benefícios pessoais. São os bons sentimentos que os clientes experimentam pela compra, propriedade e uso de produtos, ou pelo recebimento de serviços.
- d) Benefícios experimentais: Refletem o prazer sensorial que os clientes obtêm de produtos e serviços.

Basso (1991, p. 11) e Pereira (1994, p. 31) apresentam o Valor do produto ou serviço como uma função direta da sua Função e do seu Custo, que pode ser representado pela seguinte equação:

$$V = f(F, C) \text{ ou } V = F/C \text{ onde:}$$

V = Valor;

F = função;

C = Custo.

Função: é toda atividade que o objeto desempenha.

Função básica é a finalidade da existência do objeto.



Função secundária é toda função que:

- a) auxilia o desempenho da função básica, ou;
- b) auxilia a venda do produto, ou
- c) atende a um requisito de projeto.

Representa o conjunto de utilidades que atendem as necessidades do usuário ou consumidor.

Utilidade: é toda atividade que o usuário desempenha com o objeto. Podemos ainda distinguir entre:

- a) utilidade básica: é a razão pela qual o usuário compra o objeto com a finalidade de atender às suas necessidades;
- b) utilidade marginal: é o uso atribuído pelo usuário ao objeto e que não apresenta relação com a utilidade para a qual o objeto foi projetado.

Segundo Dell'Isolla (1997) a Engenharia do Valor: (EV) é uma metodologia reconhecida e aceita no setor industrial. É um processo organizado com uma expressiva história de melhoria de qualidade e valor. A EV identifica oportunidades de remover custos desnecessários, mantendo os níveis de qualidade, aplicação, desempenho e outros fatores críticos para atendimento das expectativas do cliente. As melhorias são o resultado das recomendações feitas por uma equipe multidisciplinar que representa todas as partes envolvidas.

EV pode ser usada para variados objetivos: Economia de dinheiro, redução de tempos e melhoria da qualidade, aplicabilidade, manutenção e desempenho. EV pode, também, contribuir para melhorar fatores humanos, como: atitude, criatividade e trabalho em equipe.

Ainda com essa abordagem de EV, Sakurai (1997) aponta que a engenharia de valor (EV) é um instrumento indispensável para o custo-meta. Entretanto, é praticada diferentemente no Japão e nos Estados Unidos. O uso do custo-meta também difere em sua finalidade, em outras áreas.

Custo-meta: é um processo estratégico de gerenciamento de custos para reduzir os custos totais, nos estágios de planejamento e de desenho do produto. Atinge esta meta concentrando os esforços integrados de todos os departamentos de uma empresa, tais como marketing, engenharia, produção e contabilidade. Esse processo de redução de custos é aplicado nos estágios iniciais de produção. O resultado é o incentivo e a inovação. (SAKURAI, 1997, p. 52).

O processo decisório pode ser melhorado através de uma abordagem de trabalho em equipe, onde cada pessoa tem uma opinião, que afeta o valor de um produto ou serviço.

Geralmente, as decisões são tomadas com base na escolha de um único critério, como: custo, qualidade ou aplicabilidade.

De acordo com Ryan (1999), a gestão baseada em valor carece de ser examinada além das implicações financeiras, em termos de suas implicações para a estratégia global de negócios. Através de uma pesquisa desenvolvida em uma amostragem considerável de corporações norte-americanas, os resultados obtidos sugerem que sistemas baseados em valor precisam ser mais completamente integrados dentro da organização caso se queira atingir os objetivos e melhor relacionar as decisões operacionais com a estratégia corporativa.

Bryant et al. (2004) investigam a relação que existe entre múltiplas medições de desempenho e como capturar informação para a criação de valor para a empresa. Demonstram que há uma relação positiva entre indicadores financeiros e satisfação dos clientes, como também, com a apresentação dos produtos. Entretanto, esta relação é válida somente para empresas que utilizam tanto indicadores financeiros e não financeiros, em seu sistema de medição.

Para entender a criação de valor, os gestores devem ter em mãos sistemas de medição de desempenho para capturar informações em todos os aspectos do negócio, não somente os resultados financeiros.

Fletcher e McClintock (2004) comentam que Gerenciamento de Valor (VM do inglês *Value Management*) busca alimentar proprietários/Usuários/Compradores com itens que satisfaçam as funções básicas requeridas no melhor valor pelo dinheiro gasto.

A Gestão do Valor pode ser definida como uma abordagem sistemática e baseada em funções, para melhorar o valor de produtos, projetos ou processos, usando equipes multidisciplinares, empenhadas em obter o melhor valor. O entendimento chave é que valor é uma relação inversa entre necessidades (funcionalidade, benefícios, desempenho, qualidade, etc.) e custos.

É instrutivo considerar o quê VM não é:

- a) o trabalho que um bom projetista faz usualmente.
- b) reduções de custos convencionais, usando menores quantidades ou materiais mais baratos.
- c) esforços para priorizar apenas funções essenciais e cortar custos.
- d) um programa de sugestão, revisões rotineiras de projeto, ou uma revisão para simplesmente eliminar materiais muito caros.
- e) um método para reduzir custos pela classificação de desempenho, aplicabilidade e/ou manutenção.

f) reflexão acerca da competência de projetar.

Três elementos básicos determinam uma medição do valor para o usuário: Função, qualidade e custos. Esses elementos podem ser representados pela seguinte relação:

$$\text{Valor} = \frac{\text{Função} + \text{Qualidade}}{\text{Custo}}, \text{ onde:}$$

Função = O trabalho específico que um projeto/produto deve desempenhar.

Qualidade = As necessidades do proprietário ou cliente, desejos e expectativas.

Custo = O custo ao longo do ciclo de vida de um produto (DELL`ISOLLA, 1997, p. xix).

Portanto, podemos dizer que: Valor = O mais efetivo custo para atender uma função que atenderá as necessidades, desejos e expectativas do cliente.

Watson (2005) comenta que “Valor” é a razão do custo funcional pelo benefício obtido. É determinado pelo custo mínimo para obter a mesma ou função equivalente.

**Índice de Valor = Função Custo / Função Benefício.**

De acordo com a abordagem tradicional, valor é o menor custo para obter o desempenho funcional desejado, onde entende-se por Função como o trabalho desejado pelo cliente e Valor é uma quantidade equivalente de algo.

Watson também aponta que Qualidade é um indicador de utilidade. Valor é a percepção comparada com a expectativa original.

O Valor vai além do preço. Deve ser determinado a partir da perspectiva do cliente baseada em sua experiência de posse, a qual inclui o custo projetado da operação ao longo do seu ciclo de vida. Seguindo uma análise mais centrada no cliente, valor pode ser definido como o ato de entregar um produto ou serviço ao custo mais baixo de todo o seu ciclo de vida.

Uma definição de valor mais orientada para negócios é a relação entre as necessidades funcionais e o custo para atender essa necessidade ou para entregar nível de desempenho funcional medido em unidades de desempenho por unidade monetária. Baixo desempenho e baixo custo são iguais a pobre valor

Engenharia do valor, historicamente, tem sido definida como: um esforço organizado para analisar as funções do sistema, equipamento, instalações, serviços e fornecedores com o objetivo de entregar as funções essenciais ao custo do ciclo de vida mais baixo e consistente com o desempenho requerido, qualidade, funcionalidade e segurança.

Johansson et al. (1993) apud Naylor et al. (1999) comentam que diversas métricas podem ser utilizadas para a análise de Valor, porém, devem ser agregadas em quatro aspectos principais, a saber: Qualidade, Serviço, Custo e Prazo de Entrega (figura 17).

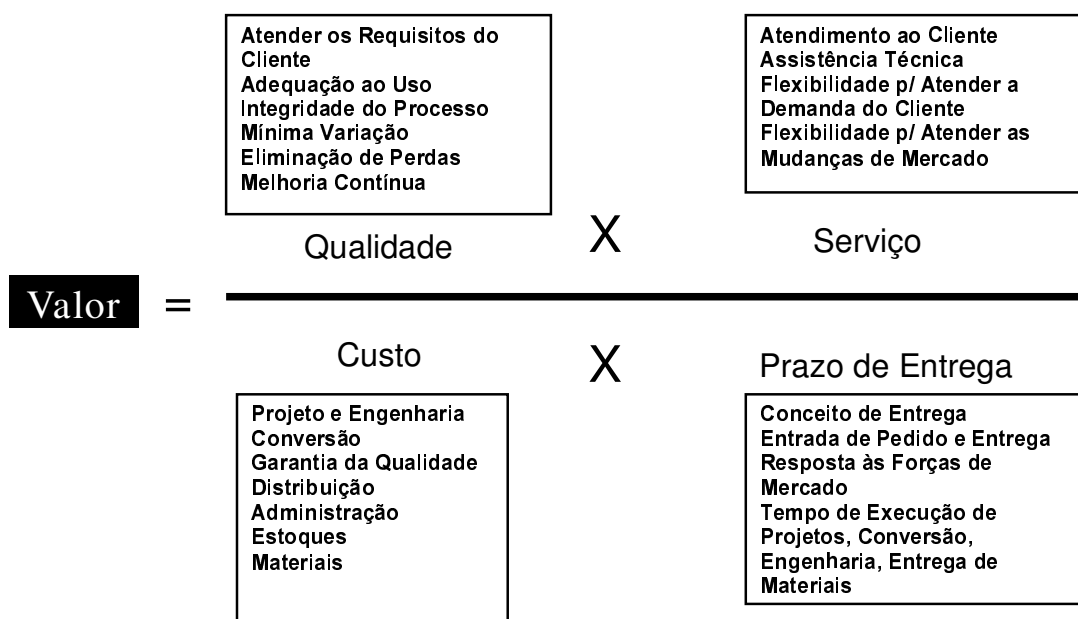


Figura 17: Métrica de Valor Total  
 Fonte: Adaptado de Naylor et al. (1999).

Dell'Isolla (1997) ainda aponta outras definições para “Valor”:

**Valor estético ou Valor de Estima:** A soma monetária que um cliente esta disposto a pagar por funções que propiciam prestígio, aparência, e/ou outros benefícios não mensuráveis.

**Valor econômico:** A relação entre os benefícios e os custos percebidos pelo usuário. Os lucros durante o ciclo de vida do produto, relacionados ao custo da posse, uso e disposição do produto. Os componentes do valor econômico são os seguintes: valor de uso, valor de estima e valor de troca.

**Valor de troca:** A soma monetária pela qual um produto pode ser negociado. O valor de mercado de um produto num determinado ponto no tempo.

**Valor funcional:** Relação entre a função esperada e o custo da função.

**Valor de mercado:** O preço de venda de um produto sob condições voluntárias de um vendedor e um comprador. Em Michelin (2006) encontramos que o valor de mercado de uma

empresa é definido pela totalidade das ações que compõem as frações do capital dividida pelo valor ou preço que está sendo negociada cada ação.

Valor percebido: A visão dos benefícios recebidos e o preço pago pelo cliente (MICHELON, 2006, p. 421-422).

Segundo Evans (1997, p. 21) qualidade acoplada com o preço define a noção de Valor. A decisão de adquirir um produto ou serviço depende da qualidade percebida, em relação ao preço.

Miles (1989) argumenta que o Valor é característico de produtos ou serviços que apresentem desempenho e custos adequados. Acrescenta que o valor é maior tanto maior for o seu desempenho e menor quanto maior for o custo necessário para obtenção dos resultados desejados.

O valor desenvolvido dentro de uma organização é, primariamente, concebido em termos de métricas financeiras. Uma das vantagens de modelar valor dentro de uma empresa é a possibilidade de distinguir o valor a partir dos fluxos financeiros envolvidos em cada transação do negócio. Essa separação permite analisar o fluxo de valor dentro de uma malha e, dessa forma, identificar as relações que são estabelecidas pela transferência de valor e não necessariamente fluxos financeiros (NAYAK et al., 2007).

Davidson (2003) defende que organizações focadas no cliente, e no reconhecimento e desenvolvimento de suas habilidades específicas ou “core business”, podem obter ganhos significativos no seu desempenho operacional. O quadro 1 apresenta cinco dimensões principais, para alcance desse objetivo.

- a) Precisão é a habilidade de oferecer ao cliente, produtos e serviços altamente dirigidos às suas necessidades, com o preço e condições de entrega únicas.
- b) Micro-segmentação é a capacidade de segmentar o mercado, com alto nível de profundidade e detalhamento.
- c) Segmentação em massa é a condição de levar produtos dirigidos a clientes específicos, em grandes mercados.

<b>Parâmetro de Desempenho Operacional</b>	<b>Métrica selecionada</b>
Produtividade	Saídas por unidades de mão-de-obra ou custos de transação variáveis de capital
Velocidade	Tempos de ciclo e Giros de estoques
Qualidade	Taxas de defeitos, expectativa de vida e custos de ciclo de vida.
Precisão nos negócios	Custos articulados e atividades de precificação, Segmentação em massa e atividades de micro-segmentação
Serviço ao Cliente	Taxas de retenção, compras repetitivas, fidelização , satisfação do cliente.

Quadro 1: Principais dimensões para melhoria no desempenho operacional e suas métricas  
Fonte: Adaptado de Davidson (1993).

Fernandes (2003) pontua que, a partir da perspectiva interna, uma organização buscando, satisfazer seus clientes, deve se perguntar em quais processos deve desenvolver excelência. Os objetivos mais comuns são relacionados à produtividade, qualidade dos produtos, tecnologia empregada, utilização da capacidade, tempos, etc. As medidas nessa perspectiva podem gerar conclusões mais imediatas que as demais, visto que grande parte dos resultados podem ser extraídos internamente.

Para a construção do modelo de simulação de Valor, também é necessário o conhecimento das principais causas para perda de “Valor”.

Dell’Isolla (1997, p. xx) enumera algumas das variáveis que ocasionam o fluxo de esvaziamento do valor:

- a) Falta de informação;
- b) Falta de idéias: falha em desenvolver soluções alternativas;
- c) Circunstancias temporárias;
- d) Crenças errôneas;
- e) Hábitos e atitudes: hábito é uma forma de resposta ou modo de fazer a mesma coisa, do mesmo modo, sob as mesmas condições, que as pessoas aprenderam a executar, sem pensar muito a respeito.
- f) Mudanças nos requisitos do cliente;
- g) Falta de comunicação e coordenação;
- h) Padrões e especificações desatualizadas.

Andreou (2007) desenvolveu uma lista de conhecimentos operacionais que devem prover base para uma linguagem comum, que represente os vetores de valor intangíveis e estratégicos. Comenta que as organizações, na era do conhecimento, precisam tornar-se inteligentes a respeito de seu ambiente, a fim de, reconhecendo seu próprio patrimônio

intangível, poder conhecer o seu valor. A lista desenvolvida por Andreou é composta dos seguintes vetores de Valor: Clientes, Concorrentes, Colaboradores, Informação, Parceiros, Processos, Produto/Serviço, Tecnologia.

Kirchhoff et al. (2005) desenvolveram um modelo para gerenciamento da criação de valor em uma empresa de Pesquisa e Desenvolvimento em alta tecnologia, denominado de *Value Creation Model* (VCM). Esse modelo consiste de um conjunto de quatro fatores financeiros quantitativos condensados em duas métricas, mais seis atributos qualitativos tomados de quatro categorias: iniciativa estratégica, mercado, propriedade intelectual e unidades de negócios.

As condições básicas para esse sistema de gestão de pesquisa e desenvolvimento são as seguintes:

- a) o VCM deve focar em decisões gerenciais preocupadas com a alocação de recursos em termos de receitas e lucros.
- b) VCM deve prover os gestores com informações usadas para ajustar a linha básica de operações e objetivos,
- c) VCM deve ser de fácil entendimento por todos os membros da organização a acessada interativamente;
- d) o VCM deve ligar P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) da corporação com estratégias financeiras;
- e) o processo deve incluir fatores de criação de valor corporativo associados com todos os objetivos do processo de comercialização de tecnologia.

Arquitetura de Negócios é reconhecida com a arte e a ciência de conduzir projetos de negócios, de forma coerente, dinâmica e completa. Dentro de uma organização, Nayak et al. (2007) enumera cinco domínios principais que compõem essa arquitetura: valor do negócio, estrutura, comportamento, políticas e desempenho, sendo que o foco na arquitetura de “*core business*” pode ser definida como o conjunto de elementos essenciais em cada um dos cinco domínios e a inter-relação entre esses elementos (NAYAK et al., 2007).

### 3.8 CORE BUSINESS

Nos anos 1980 Tom Peters e Robert Waterman propuseram que as organizações deveriam encontrar suas competências centrais e desenvolver atividades dentro de seu campo

de conhecimento. A competência central de uma organização, ou *core business*, representa sua atividade original e que a diferencia das demais (ROEVER, 1999).

Como fator limitante dessa pesquisa, a determinação de valor dentro de um processo produtivo e tendo como pano de fundo, o valor econômico, entende-se que a função de uma empresa é a obtenção de receita financeira.

Partindo-se desse raciocínio, também se pode inferir que o principal esforço, dentro de uma organização, se traduz em custos. Nesse ponto é importante estabelecer uma diferenciação entre as mais variadas formas de despesas encontradas em uma organização, como exemplo: transporte, manutenção, segurança etc.; daquelas despesas que compõem a razão primeira de existência e destaque da firma. A essa categoria de despesas encontram-se as que determinam o *core business* do negócio.

Theodore Levitt (1975) demonstra claramente essa abordagem. Os fatores de concorrência a um determinado produto, nem sempre se encontram nas empresas que disputam o mercado diretamente. Em diversas situações os produtos são simplesmente substituídos por outros que cumprem melhor a necessidade ou função requerida pelo usuário ou cliente. Um exemplo desse raciocínio é o de que a redução no consumo de esponjas de aço, não se deve a um novo fabricante de esponjas, mas no desenvolvimento de novos materiais para a fabricação de painéis, como o “teflon”, que não carecem do mesmo tratamento das painéis fabricadas em metais, como o alumínio e outros.

As despesas destinadas ao “core business” da organização, segundo a observação realizada nessa pesquisa, devem ser encaradas como um vetor positivo no processo de produção de valor organizacional. Propomos que essas despesas sejam deduzidas das demais, incrementando o “valor” resultante.

Logo, apontamos que:

$$\text{Valor} = \text{Receitas financeiras} / \text{Custo Total} - \text{Custos c/ "Core Business"}$$

Dentro da variável “Custos c/ Core Business”, a qual, doravante será denominada de Custo do Valor ou CV, podemos enumerar algumas métricas comuns a qualquer tipo de empresa:

- Investimento em especialização de pessoal;
- Tecnologia voltada para as especificidades do negócio;
- Processos especiais de fabricação;
- Métodos de entrega do produto ou serviço etc.

Os próximos passos do projeto consistem na elaboração do modelo de simulação dinâmica, seguindo os passos apresentados no capítulo 2.8. do texto. Como forma de



verificação e validação dos conceitos e suposições apresentadas, o modelo será empregado em um estudo de caso.

## 4 MODELO DINÂMICO

Seguindo o caminho metodológico definido no capítulo 2, bem como, os conceitos teóricos explorados no capítulo 3, passamos para a construção de um modelo dinâmico que fará uso da métrica de valor, a fim de verificar o impacto desse indicador no comportamento do sistema.

Antes de iniciar a construção do modelo, cabe lembrar os conceitos verificados no capítulo 3.2. a respeito de complexidade dinâmica. Segundo Sterman (2000) a complexidade dinâmica pode surgir, mesmo com poucos elementos no sistema.

Uma empresa, com a visão de sistema, pode ser representada por uma única variável de estado, ou mais simplesmente, como um único estoque, figura 18. Nesse caso, teríamos um sistema de primeira ordem.

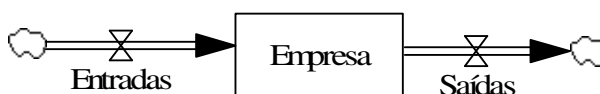


Figura 18: Representação Dinâmica de uma empresa  
Fonte: O Autor.

Porém, as empresas, são compostas de diversas atividades, que cada uma em si, pode ser também representada, por um sub-sistema regido por regras próprias de decisão. A figura 19 demonstra essa possibilidade dinâmica.

Também resgatando o conteúdo visto anteriormente sobre Dinâmica de Sistemas, estoques ou estados podem ser identificados através do teste da fotografia, *snapshot*, onde, ao se congelar o sistema, tudo que pode ser mensurado, como estoques de produtos, saldo de dinheiro em banco, peças em produção, clientes na fila de espera, são estoques. Como a ordem de um sistema é dada pela quantidade de variáveis de estado ou estoques, logo, mais complexo é o sistema quanto maior for o número de estoques que devam ser administrados.

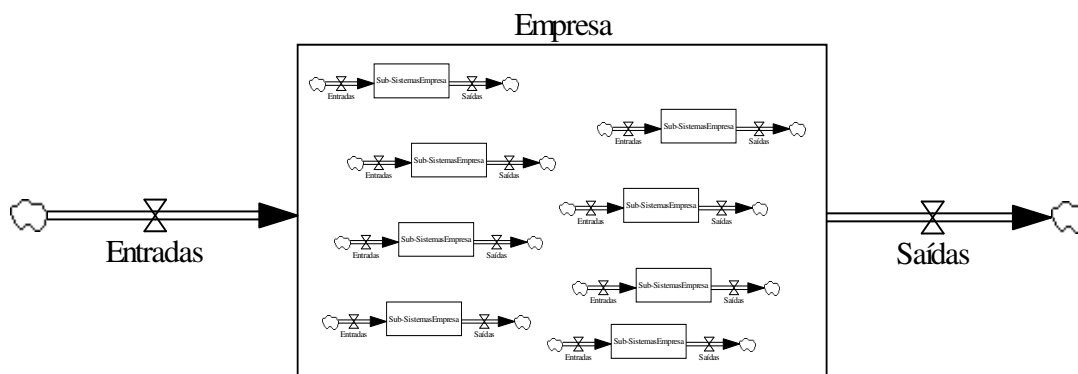


Figura 19: A empresa e seus diversos sub-sistemas  
Fonte: O Autor.

O que se quer defender com essa reflexão é que, as organizações que buscam reduzir a quantidade de atividades que fogem das suas competências centrais, devem ganhar em eficiência administrativa de seus negócios.

No início da década de 80, quando o autor desse trabalho começou sua vida profissional, as empresas não faziam uso do conceito de atividades-fins ou atividades centrais ou, como é mais conhecida a expressão oriunda da língua inglesa, *core business*. Nessa época era comum todas as pessoas que trabalhavam sob o mesmo “teto” serem empregados diretos da empresa.

Assim desde o pessoal responsável pela segurança patrimonial, cozinheiras, pessoal de limpeza e serviços gerais; apenas para exemplificar alguns tipos de atividades que, em nada refletiam o *core business* da organização; eram funcionários diretos e, conseqüentemente, faziam parte da gestão e processo decisório da empresa.

A “terceirização”, que nada mais é que a contratação de serviços por meio de empresa intermediária, ganhou destaque na indústria brasileira na década de 90, principalmente com as mudanças políticas no governo Fernando Collor de Melo, com a abertura das importações. Esse processo permite às empresas concentrarem-se na sua atividade principal (TEIXEIRA, 2006, p. 21).

O processo de desverticalização é uma decorrência da terceirização. Consiste na eliminação de todos os departamentos que não sejam essenciais à atividade-fim da empresa.

Defini-se o foco de atuação da empresa, racionalizando o sistema produtivo, abandonando tudo aquilo que não é estratégico (TEIXEIRA, 2006, p. 26).

Segundo Silva (1997) todos os esforços gerenciais e operacionais devem estar perfilados com a vocação da empresa e direcionados ao seu negócio principal, buscando a excelência do serviço ou produto. Dessa forma a empresa torna-se menos complexa, mais enxuta e com uma estrutura mais dinâmica.

#### 4.1 ARTICULAÇÃO DO PROBLEMA

Sterman (2000) enfatiza que não se deve buscar a modelagem do sistema e sim do problema em questão, logo, é de suma importância para o trabalho que haja uma clara definição do objeto de estudo. Para tanto, algumas questões fundamentais devem ser respondidas, como: qual é o problema? Por que é um problema? Qual o seu comportamento?

##### 4.1.1 Seleção do tema

Com essa breve introdução pretende-se argumentar sobre a necessidade de se controlar o fluxo de valor na organização, a fim de propiciar aos gestores uma ferramenta de suporte a decisão, baseada no comportamento dinâmico do negócio.

Respondendo as questões colocadas no capítulo 2.8. acerca da articulação do problema, temos que:

- O Problema de pesquisa é determinado pela figura 20, onde se observa que os dados de venda de um determinado produto demonstram o fim de um ciclo de vida que, neste caso especificamente, representou o fim de uma organização. Conhecendo-se os fatores determinantes na estrutura, que originam o comportamento em questão, pode-se definir o momento certo de gerar as mudanças necessárias que poderiam garantir a longevidade do negócio.

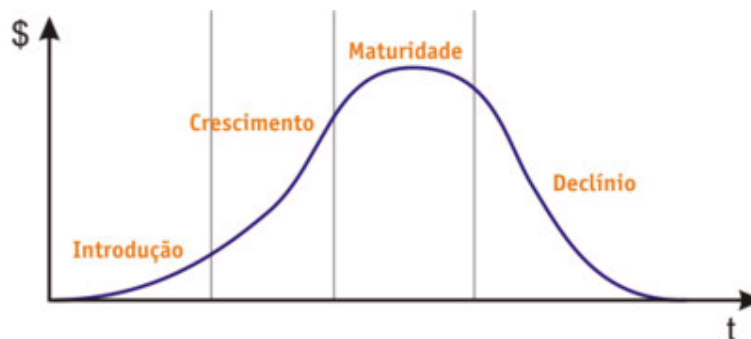


Figura 20: Ciclo de Vida de um produto  
Fonte: Adaptado de Evans, 1997.

Não se pode simplesmente associar o ciclo de vida do produto com o ciclo de vida organizacional. Tigre (1988) aponta que uma das funções da firma é transformar insumos em produtos, bem como, acelerar o ciclo de vida do produto, a fim de conquistar maior fatia de mercado. No estudo em questão o ciclo de vida do produto, determinou o ciclo de vida da organização.

O ciclo de vida da empresa depende do processo de gestão e o ambiente institucional determina as oportunidades de lucro, direcionando as decisões e o processo de acumulação de conhecimentos das organizações, gerando trajetórias virtuosas ou viciosas (TIGRE, 1988).

#### 4.1.2 Determinação das variáveis-chave

Quanto às variáveis que compõem um modelo dinâmico, cabe diferenciar entre duas categorias, a saber: endógenas e exógenas.

A Dinâmica de Sistemas busca uma explicação endógena do fenômeno. A palavra “endógena” significa “que ocorre dentro do corpo”, ou, no estudo em questão, “dentro do sistema” (ROCHA, 1996; STERMAN, 2000). Uma teoria endógena expõe a interação entre as variáveis e os agentes representados no modelo. Em contrapartida, variáveis exógenas encontram-se fora das fronteiras do modelo e o responsável pela criação do modelo assume sua existência e os impactos sobre o sistema, porém, essas variáveis não sofrem nenhuma mutação, causada pelos resultados endógenos.

Os custos, dentro de um processo produtivo, representam os esforços da organização para a produção de valor. Mensurados em unidades monetárias, simplificam a tradução dos trabalhos demandados pelos agentes do sistema para alcance dos objetivos de empresa.

Santos (2005) apresenta algumas definições para o tema:

- a) Custo marginal (CM) – são aqueles custos que guardam proporção direta com o volume de vendas realizado.
- b) Custos estruturais fixos (CEF) – São custos incorridos por “competência de exercícios”, de natureza fixa (não guarda proporção direta com as vendas), necessários para manter a estrutura operacional instalada de uma empresa em condições operacionais adequadas para administrar, produzir e vender produtos e serviços, até o limite da capacidade instalada.
- c) Os custos de produção são compostos das matérias-primas, da mão-de-obra direta e dos custos indiretos de produção.
- d) Além dos custos de produção, a empresa incorre em custos de períodos, que são suas despesas de natureza não industrial.
- e) Custos semivariáveis – são os que variam em função do volume de produção ou venda, mas não exatamente nas mesmas proporções. Estes custos têm uma parcela fixa, a partir da qual passam a ser variáveis.

De acordo com Sakurai (1997) o custo do ciclo de vida é um método de apuração do custo de um produto ou de um equipamento durante toda a sua vida útil.

A figura 21 demonstra, em cada fase do ciclo de vida do produto, a quem tipicamente cabe a atribuição dos custos.

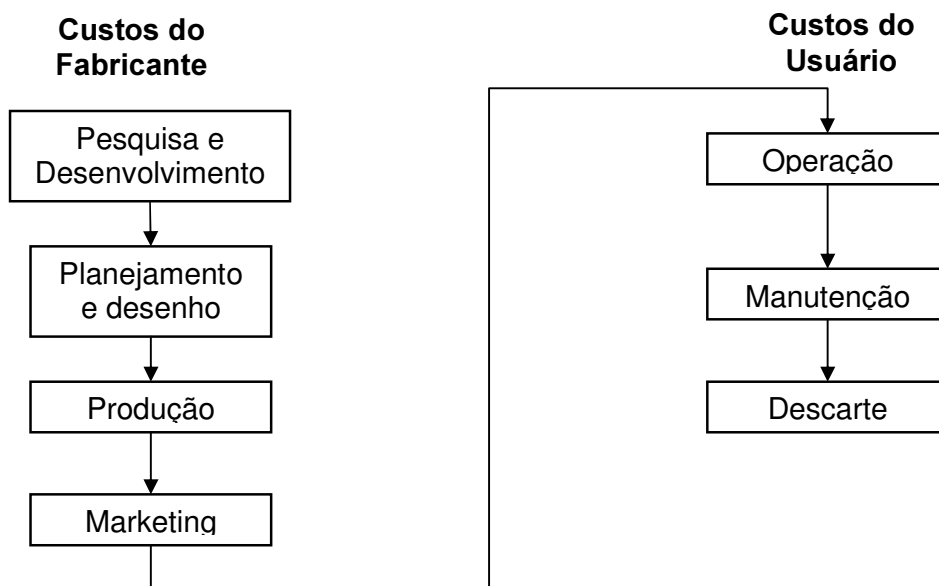


Figura 21: Custos ao longo do ciclo de vida real de um produto  
 Fonte: adaptado de Sakurai (1997).

Schier (2005) diferencia “despesas” de “custos” e conceitua custos fixos e variáveis:

- a) Despesa – bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas.
- b) Custo fixo – é o custo que permanece constante dentro de determinada capacidade instalada, não se alterando com as modificações na quantidade produzida.
- c) Custo variável – é o custo que acompanha o crescimento do volume de produção na mesma proporção.

Santos (2005) também traz dois conceitos importantes para a construção de um modelo que busca o entendimento e captura de valor:

- a) Investimento – são todos os bens e direitos registrados no ativo das empresas para baixa em função de venda, amortização, consumo, desaparecimento, perecimento ou desvalorização.
- b) Receita bruta (RB) – corresponde ao preço total cobrado pelos produtos e serviços fornecidos aos clientes, cuja receita bruta é reconhecida no momento da entrega, acompanhados pelas respectivas notas fiscais de vendas.

O quadro 2 apresenta uma relação das variáveis consideradas na criação do modelo para captura do valor, dentro de um processo produtivo. Essas variáveis foram selecionadas a partir da pesquisa exploratória acerca do tema estudado.

<b>Variáveis</b>	<b>Unidades</b>
Receitas	Unidades Monetárias
Investimentos	Unidades Monetárias
Taxa de Produção	Unidades de Produto / Mês
Preço Unitário	Unidades Monetárias
Índice de Valor ou Valor Mercado “ <i>Market Share</i> ”	Unidades Monetárias / Mês
Concorrentes	%
Custos Variáveis	Unidades monetárias
Custos Fixos	Unidades Monetárias
Custo Total	Unidades Monetárias
Custo do Valor	Unidades Monetárias

Quadro 2: Variáveis e suas unidades consideradas no modelo de captura do “valor” em sistemas produtivos.  
Fonte: O autor.

#### 4.1.3 Horizonte de tempo

A definição de sistemas dinâmicos denota que mudanças ocorrem ao longo do tempo. Logo, o tempo deve ser cuidadosamente controlado, pois, conforme aponta Sterman (2000), nossos modelos mentais tendem a nos fazer pensar que causa e efeito ocorrem de forma local e imediata. A escolha do horizonte de tempo influencia dramaticamente a percepção do problema.

Bass (1969) demonstra que no ciclo de vida dos produtos, o tempo, onde ocorrem todas as vendas de um determinado produto, é uma função das vendas possíveis a todos os consumidores. Logicamente, esse número é limitado.

A escolha do horizonte de tempo deve levar em consideração um período passado, suficiente para demonstrar o comportamento do problema, bem como, seus sintomas. Deve se prolongar no futuro para capturar os atraso e efeitos indiretos de potenciais políticas (STERMAN, 2000).

Considerando o estudo em questão, os dados demonstram que o ciclo de vida do produto é determinado pelas seguintes fases:

- a) Introdução;
- b) Crescimento;



c) Maturidade;

d) Declínio.

Os termos: introdução, crescimento, maturidade e declínio são característicos de estudos de ciclos de vida de produtos e podem apresentar outras terminologias (BASS, 1969; EVANS, 1997).

#### 4.1.4 Definição dinâmica do problema

A percepção de Valor pelo cliente, para um produto ou serviço está norteadada pela capacidade de atendimento de suas necessidades, no tempo certo, com a qualidade adequada.

O ciclo de vida de um produto segue um comportamento típico e muito conhecido. A figura 20 representada na página 76 demonstra o comportamento mencionado.

No período de introdução e crescimento, a produção cresce rapidamente, até atingir um patamar, onde não haverá oscilações abruptas, por um dado período de tempo. Esse período é denominado de maturidade.

Após esse período, o produto entra em um processo de saturação, os volumes de produção começam a cair, até a extinção de sua produção.

O que se observa em produtos que se mantêm ativos por vários anos seguidos, é uma mudança, ainda na fase de maturidade, alavancando sua continuidade. Podemos citar exemplos clássicos, profundamente estudados na área de *Marketing*, como é caso da Coca-Cola e do carro Gol.

O abandono ou substituição do produto depende de variáveis como: novos produtos substitutos, inovações tecnológicas, custos de manutenção aumentados devido ao desgaste natural, e outras variáveis que, após uma pesquisa mais profunda, poderão ser incluídas no modelo.

A figura 22, proposta por Forrester (1975) e adaptada pelo autor com base na dinâmica de fluxos e estoques, apresenta os modos de crescimento de vendas, tipicamente encontrados nas organizações. Segundo Forrester a curva D representa o padrão mais comum de comportamento, dentre as empresas que conseguem manter uma longevidade considerável dos negócios, onde o crescimento é acompanhado por repetidas crises.

Tomando como base esses modos de referência, inferimos que esse comportamento nasce do modo como o valor entregue para o cliente flui ao longo da vida do produto. No caso representado pela figura, o gráfico denota a Taxa de Produção de produtos.

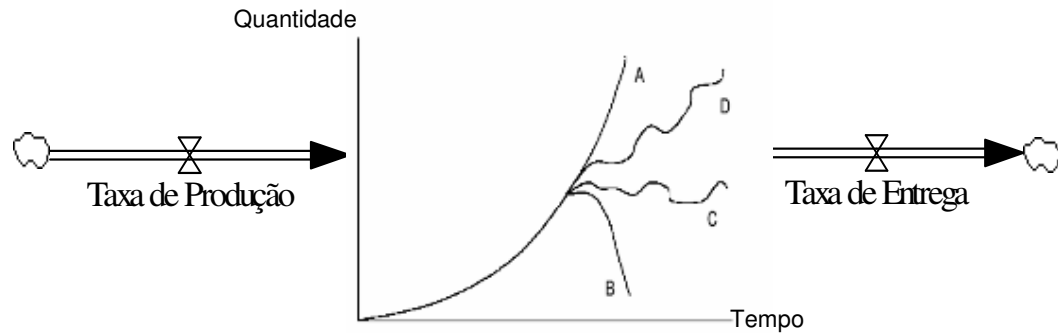


Figura 22: Suposição dinâmica do problema  
Fonte: O Autor.

## 4.2 HIPÓTESE DINÂMICA

### 4.2.1 Geração de uma hipótese inicial

O início de um processo produtivo, após a sua idealização nas mentes empreendedoras, se dá por um Investimento inicial, necessário para a produção física do objeto que deverá estar direcionado para o atendimento de uma necessidade de um grupo de clientes ou compradores.

Esse investimento desperta o interesse dos Compradores em estado potencial, gerando uma Taxa de Adoção do produto. Sterman (2000), tomando emprestados os conceitos desenvolvidos por Bass (1969), apresenta um modelo dinâmico que explicita essa relação e determina a difusão de novos produtos, recém lançados.

O desempenho de vendas de um novo produto, além de despertar o interesse do mercado, também chama atenção de potenciais concorrentes, que enxergam possibilidade de ganhos com a busca de uma fatia do mercado potencial.

O desenvolvimento tecnológico representa um papel importante nessa fase de crescimento de vendas, pois a concorrência inicia um processo de evolução do produto,

oferecendo soluções tecnológicas, cada vez mais completas, em alguns casos, excedendo inclusive a função básica do produto.

Podemos lembrar, rapidamente, o caso dos telefones celulares. A função básica de um telefone é a comunicação de voz entre duas pessoas posicionadas em locais diferentes. A cada novo lançamento, essa função parece que perde a importância. Os celulares agregam diversas outras possibilidades, como: fotos, filmagens, mensagens escritas, rádio, transferências de arquivos eletrônicos, monitoramento via satélite, apenas para citar algumas mudanças.

Como mencionado anteriormente, essa tendência a agregar diversas funções ao produto deve ser encarada com restrições, a fim de evitar a perda do foco da organização, ou foco em seu “*core business*”.

Segundo Boomer (2006) valor é agregado quando a empresa constrói liderança, relacionamento e criatividade. Liderança leva à direção, relacionamento gera confiança, e criatividade produz novas habilidades. Todos esses componentes são necessários na gestão da tecnologia e da empresa.

As empresas, quando investem em um meio de produção, do ponto de vista financeiro, pensam inicialmente no retorno sobre investimento (ROI do inglês *Return on Investment*). Esse indicador é muito utilizado para medir o desempenho de um novo negócio, entretanto, não considera os fatores, anteriormente mencionados acerca do desenvolvimento tecnológico e concorrência. O método ROI combina três variáveis críticas de medição de desempenho gerencial: vendas, lucro e investimento (SAKURAI, 1997).

$$\frac{RECEITA}{INVESTIMENTO} = \frac{RECEITA}{VENDAS} * \frac{VENDAS}{INVESTIMENTO}$$

O Investimento, que no princípio gera o interesse e atração de Compradores e, conseqüentemente, o crescimento da taxa de vendas, apresenta um comportamento de **busca de objetivo**, ou seja, à medida que os clientes são atraídos pela concorrência, o valor e o Investimento se reduzem, até que se atingido todo o mercado a que se destina o produto da organização. Esse comportamento produz um reflexo contrário na taxa de valor que, como visto na teoria sobre Dinâmica de Sistemas, se traduz em um tendência com “formato-S” ou *S-Shaped* com *overshoot* e colapso.

Na seção 3.5.5 foi apresentado o conceito de capacidade máxima ou capacidade de carga. Segundo Sterman (2000) a capacidade de carga de qualquer ambiente é determinada

pelo número de organismos de um determinado tipo, que esse ambiente pode suportar e é determinado pelos recursos disponíveis no meio e pelas necessidades da população.

Bass (1969) em seu estudo sobre o ciclo de vida de bens duráveis, aponta que um dos fatores que limitam a produção de um determinado bem é a quantidade total de compradores que possam se interessar pelo produto. Estudos de *Marketing* fornecem maiores detalhes sobre a segmentação do mercado a que se destina um produto (KOTLER, 1998) e que determinam os potenciais clientes.

Fazendo uma analogia do conceito de capacidade de carga de Sterman (2000), com o modelo desenvolvido por Bass (1969), pode-se inferir que o ciclo de vida de um produto é limitado pela quantidade máxima de potenciais clientes desse produto. Essa quantidade de clientes, na hipótese em construção, é a capacidade máxima do modelo.

#### 4.2.2 Foco endógeno

Ainda em Sterman (2000), vemos que nenhuma quantidade cresce indefinidamente. Cada sistema em crescimento, se encontra sob a condução de um *feedback* positivo e, limitado pelo pelas fronteiras de seu ambiente, segue em direção à sua capacidade máxima.

Quando a capacidade máxima é alcançada, ocorre uma transição não linear do *feedback* positivo, para um *feedback* negativo. Sob certas condições, o resultado é um crescimento “*S-shaped*”, onde o crescimento da população, no caso em estudo seriam compradores de um determinado produto, suavemente alcança o equilíbrio.

Na figura 23 é representada, em um diagrama de “*loops* causais”, uma estrutura cujo comportamento do Estado do Sistema é de crescimento com *overshoot* e colapso. Isso significa que, após a Capacidade de Carga ter sido alcançada, ainda há um pequeno crescimento, porém, o sistema começa a declinar, até a completa extinção dos recursos.

Diversos estudos aplicados no campo da biologia, que explicam o comportamento de epidemias, bem como, a disseminação de novos produtos, utilizam os conceitos demonstrados na estrutura representada pela figura 23. No presente estudo, o conceito que desejamos extrair é que as organizações produtoras de bens de consumo, como automóveis, devem entender que seus clientes representam uma quantidade finita e que a vida útil do valor que é produzido dentro das empresas é regido por condições endógenas dentro de uma estrutura semelhante à representada na figura 23.

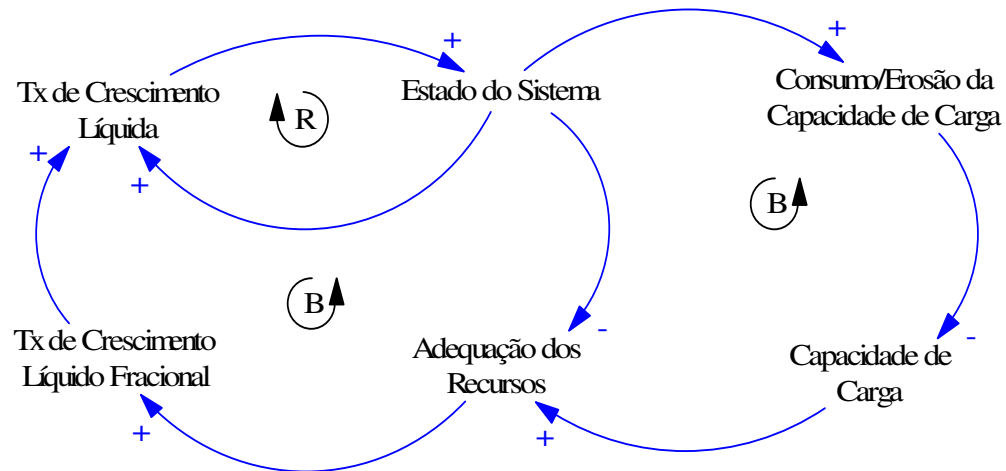


Figura 23: Diagrama de enlances causais que geram um comportamento de crescimento com *overshoot* e colapso  
 Fonte: Adaptado de Sterman (2000).

Algumas respostas do sistema, como exemplo, estabilidade no volume de vendas, devem ser entendidas como um sinal de que o produto encontra-se na fase de estabilidade, em direção ao colapso. Com base nessa informação, bem como, uma pesquisa nas tendências tecnológicas, dentro do segmento em que o produto está inserido, podem ser lançados no modelo de simulação dinâmica, a fim de prover informação para decisões gerenciais acerca do negócio.

#### 4.2.3 Mapeamento da estrutura de produção de valor

A fim de determinar as relações entre as variáveis consideradas no modelo em construção, como também, capturar a sua estrutura, a construção de um diagrama de *loops* causais é uma ferramenta muito apropriada e de rápido entendimento. Como forma de melhorar a descrição do diagrama, as variáveis serão colocadas em negrito.

A primeira suposição é de que os **investimentos** efetuados pelas organizações, como esforço em prover um produto que atenda as necessidades de um grupo de clientes, imediatamente, se revertem em **recursos** necessários para a produção. Holbrook (1999), Zeitham (1988), Sóbrio et al. (2007), Churchil e Peter (2000) apontam diversos fatores que, quando considerados pelas organizações no projeto e desenvolvimento de seus **produtos**,

despertam o interesse de um determinado **mercado** e, conseqüentemente, promovem a percepção de **valor** para o cliente.

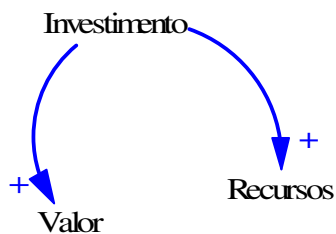


Figura 24: Mapeamento: primeira suposição.  
Fonte: O autor.

O **Valor** percebido pelo **Mercado** eleva o volume de **vendas** do produto. Esse aumento de **vendas**, também desperta o interesse dos potenciais **concorrentes** em participar desse **mercado**. Com um número maior de concorrentes, o valor se divide, promovendo uma redução no valor. No DEC esse *loop* é denominado “**Concorrência**”.

Essas suposições se fundamentam na revisão bibliográfica apresentada no capítulo 3, onde verificou-se que apesar da diversidade do termo, dentro de um processo produtivo, há um senso comum acerca da definição de **valor**, como sendo uma relação direta entre uma função pretendida e o esforço demandado para satisfazer essa pretensão. Como fator limitante dessa pesquisa, a determinação de valor dentro de um processo produtivo e tendo como pano de fundo, o valor econômico, entende-se que a função de uma empresa é a obtenção de **faturamento** através do crescimento das **vendas**.

Na figura 25 encontra-se representada essa relação de causalidade descrita, bem como a aplicação de **investimento** em **recursos** através de um *link* de polaridade positiva.

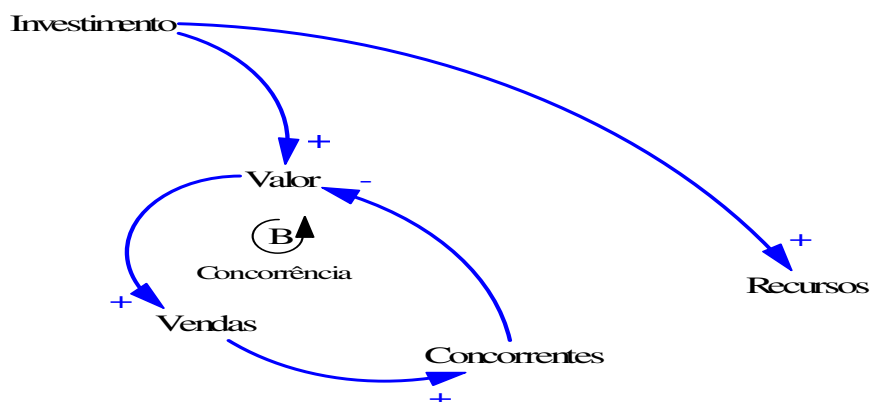


Figura 25: Mapeamento: segunda suposição.  
Fonte: O autor.

A consequência direta do aumento no volume de **vendas** é o aumento na **produção**. Como visto anteriormente (SANTOS, 2005; SCHIER, 2005), um dos esforços necessários para a realização da produção, é representado pelos diversos custos pertinentes ao processo produtivo. Dentro do desenvolvimento do modelo vamos considerar os **custos fixos** e **variáveis**, porém sem detalhá-los em profundidade.

**Recursos** necessários ao processo produtivo geram **custos fixos** e o processo produtivo apresenta **custos variáveis**. A soma desses custos reduz os **lucros** da organização que poderiam ser aplicados em novos **investimentos**. Porém, custos representam uma parcela intrínseca a qualquer negócio e, com base na pesquisa realizada, traduzem-se nos esforços demandados para produção de valor. *Loop Custos* representado na figura 26.

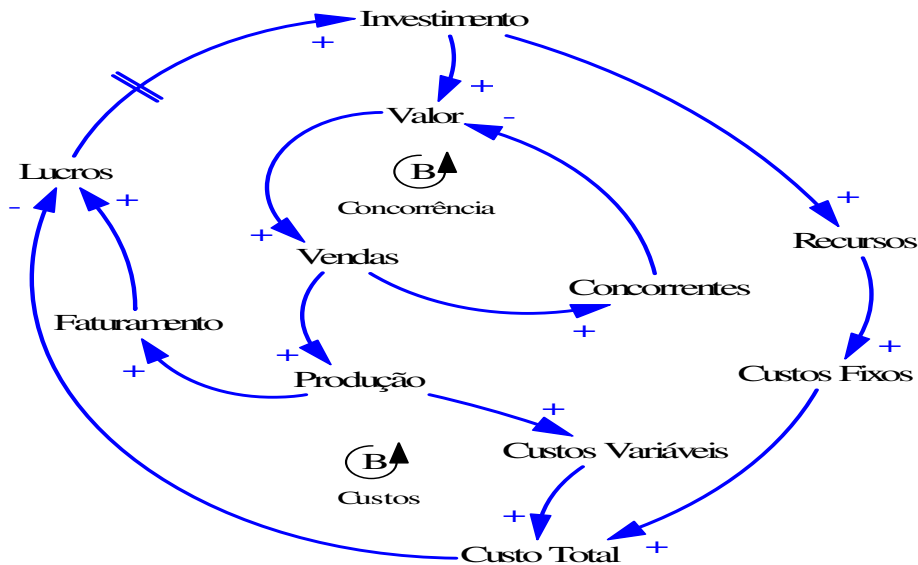


Figura 26: Mapeamento: terceira suposição.  
Fonte: O autor.

Além dos **concorrentes** diretos, o desenvolvimento tecnológico (**tecnologia**), agregando outras funções ao produto, afeta o desempenho de **vendas** do produto, reduzindo o **mercado**. À medida que um novo produto é lançado no mercado, há uma aumento no interesse dos compradores daquele produto, como também, no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas, desenvolvidas a partir daquela nova solução.

Diversos exemplos dessa idéia podem ser encontrados em Levitt (1975), como o caso da indústria automobilística: Ford quando lançou o “Ford T” apresentou uma solução de automóvel produzido em massa a um custo acessível.

Porém, seus concorrentes perceberam que poderiam desenvolver e oferecer mais conforto, maior quantidade de opções de acabamento e motorização. O desenvolvimento prosseguiu e ainda prossegue, oferecendo uma diversidade cada vez maior de soluções.

Todo esse desenvolvimento reduziu o valor inicial da solução oferecida por Ford, causando a obsolescência do “Ford T”.

A esse outro enlace batizamos de “**Obsolescência**”, vide a figura 27.

O **mercado** composto pela parcela de uma determinada população, que busca no produto oferecido a satisfação de uma necessidade ou função específica, é limitado e, portanto, finito. A essa característica, dentro da linguagem de sistemas dinâmicos, identificamos a capacidade máxima ou capacidade de carga do sistema em desenvolvimento.

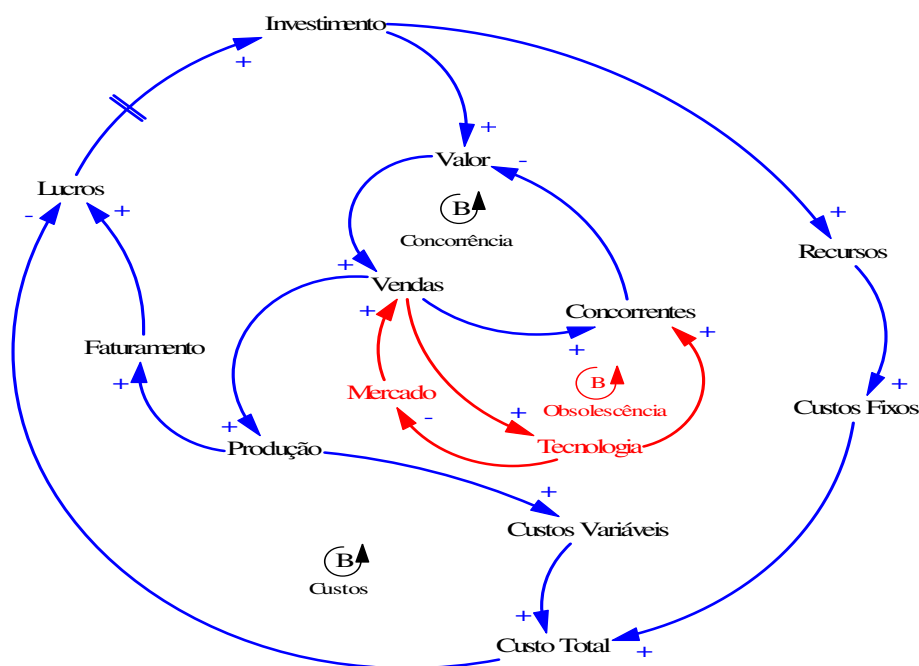


Figura 27: Mapeamento: quarta suposição.  
Fonte: O autor.

Para completar o raciocínio explicitado é incluído o enlace denominado de **ROI**. Esse enlace representa o direcionamento de uma parcela dos **lucros** da empresa em **investimentos** destinados às atividades com que geram **valor**.

A figura 28 demonstra as relações causais das características organizacionais apontadas pela pesquisa, como determinantes para a produção de valor. Trata-se de um diagrama de *loops* causais, onde toda a estrutura descrita anteriormente é capturada.



É importante salientar que pensando um sistema dinâmico, todos os fenômenos estão acontecendo ao mesmo tempo e o diagrama pode ser visto como um modelo da organização, em que se pode observar o todo e compreender melhor as interações das diversas partes.

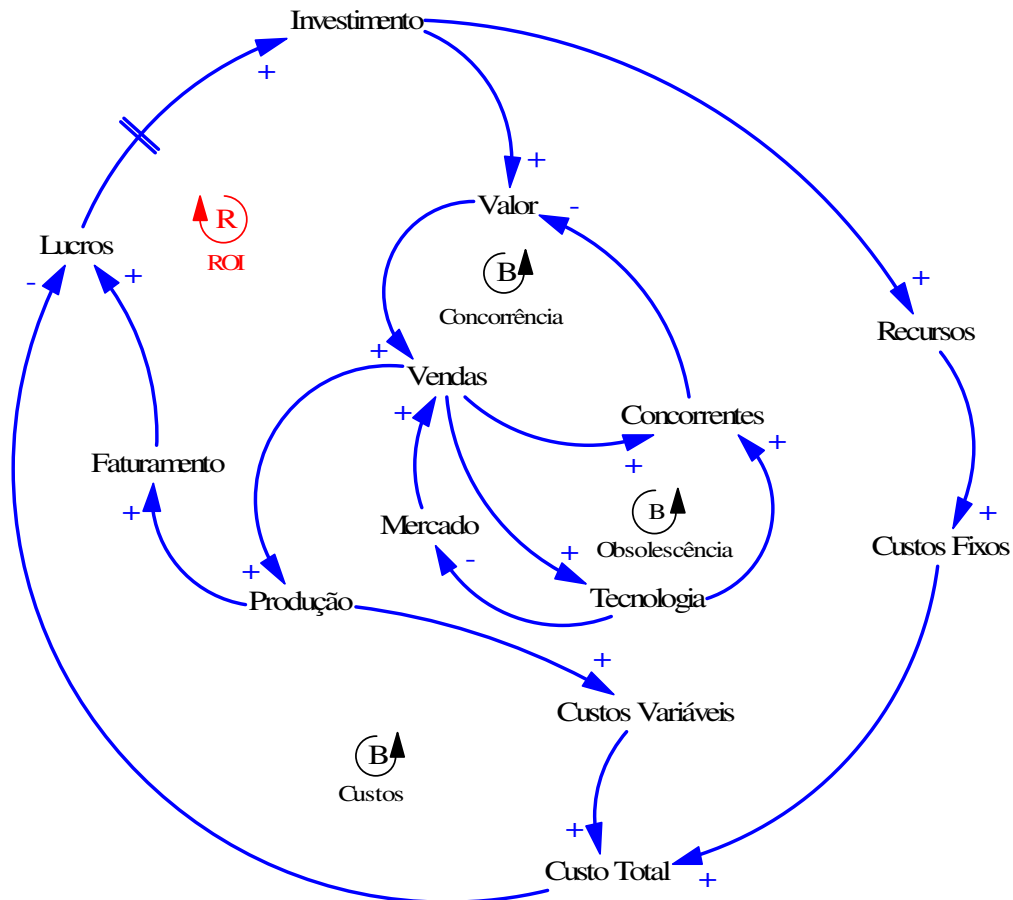


Figura 28: Diagrama de Enlace Causal – Valor  
Fonte: O autor.

#### 4.2.4 Formulação de uma hipótese dinâmica

Com base na estrutura causal representada na figura 28 passamos a delinear os mapas de Fluxos e Estoques, a fim de determinar a formulação dinâmica do modelo proposto.

Na construção do diagrama com fluxos e estoques, a cada passo, o diagrama de enlace causal será rerepresentado, com destaque para os elos que demonstram a hipótese desenvolvida.

O **investimento em core business** é definido como um estoque de unidades monetárias, aplicado em **recursos** para a produção de um determinado produto. Ao longo do ciclo de vida desse produto, esse investimento se transfere para um estoque de **investimento realizado**. O investimento realizado significa que os recursos foram adquiridos para produzir e gerar vendas do produto da organização. A transferência ou realização é determinada por uma **taxa de valor**. Essa suposição é demonstrada na figura 29 com a utilização de uma simbologia própria de Fluxos e Estoques. Na figura também encontram-se representados o enlace de reforço, denominado **Inovação** e o enlace de balanço, denominado **Obsolescência**.

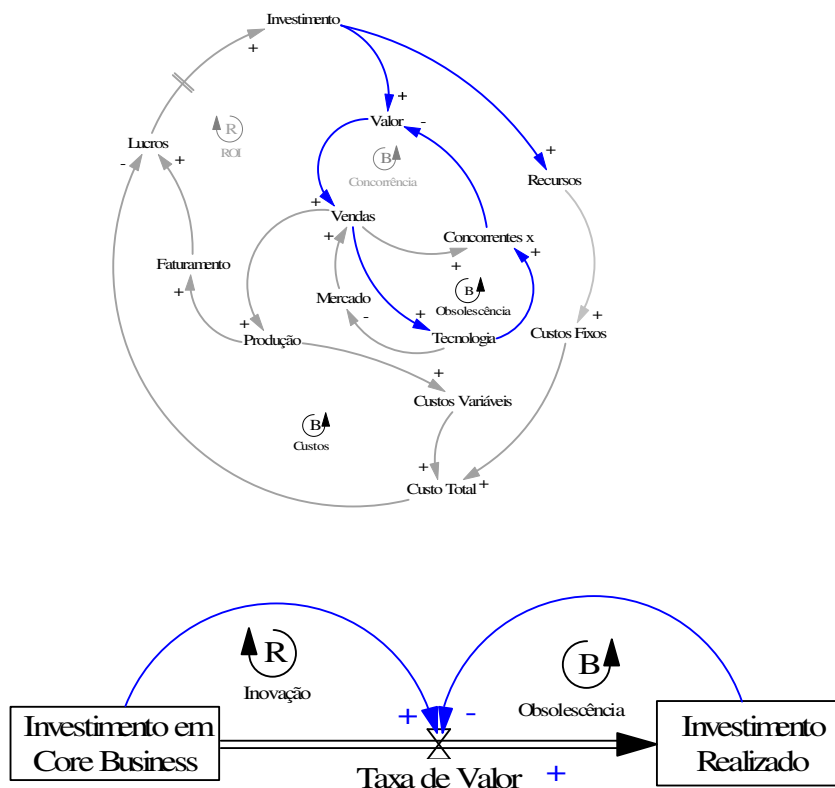


Figura 29: Construção do Modelo-Passo 1  
Fonte: o autor

No diagrama de enlace causal a hipótese representada pela figura 29 demonstra a formulação com fluxos e estoques do enlace representado na figura 27 apresentada na página 88 e resgatada, a fim de melhorar o entendimento.

O quadro 3 mostra as variáveis que compõem o passo 1.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business – ICB	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0)dt - V(t)dt$
Taxa de Valor - V	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t) * TAM(t)) / CGN(t) * IR(t)$
Investimento Realizado - IR	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t Vdt + IR(t_0)$

Quadro 3: Variáveis apresentadas no passo 1.

Fonte: O autor.

A **taxa de valor**, que promove o fluxo do investimento no processo produtivo, segundo o levantamento teórico efetuado no capítulo 3, é dada pela relação entre a função desejada e os custos necessários para obtenção dessa função. Essa relação é complementada com as variáveis: **Taxa de aderência do mercado** (representa a velocidade com que o mercado percebe a inovação e adere ao produto. A unidade de *1/Month* significa a quantidade de novas vendas a cada período de tempo) e **Custo Global do Negócio**. Na figura 30 são incluídas essas variáveis na construção do modelo de simulação.

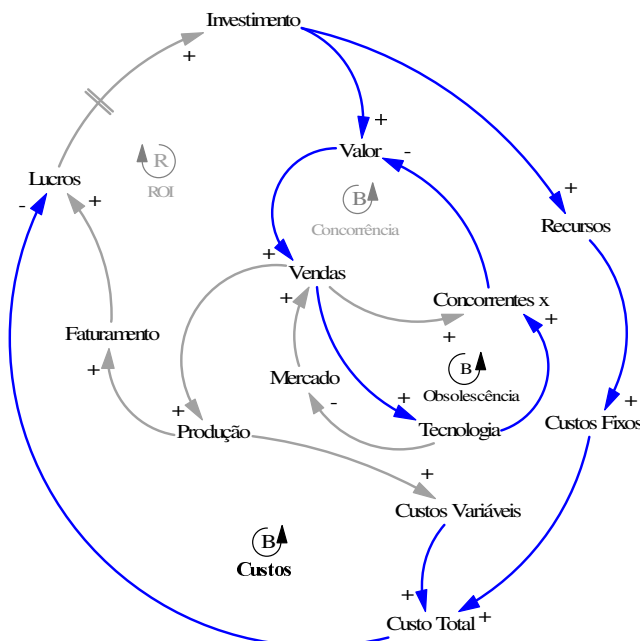


Figura 30: Construção do Modelo-Passo 2

Fonte: O autor.

continua

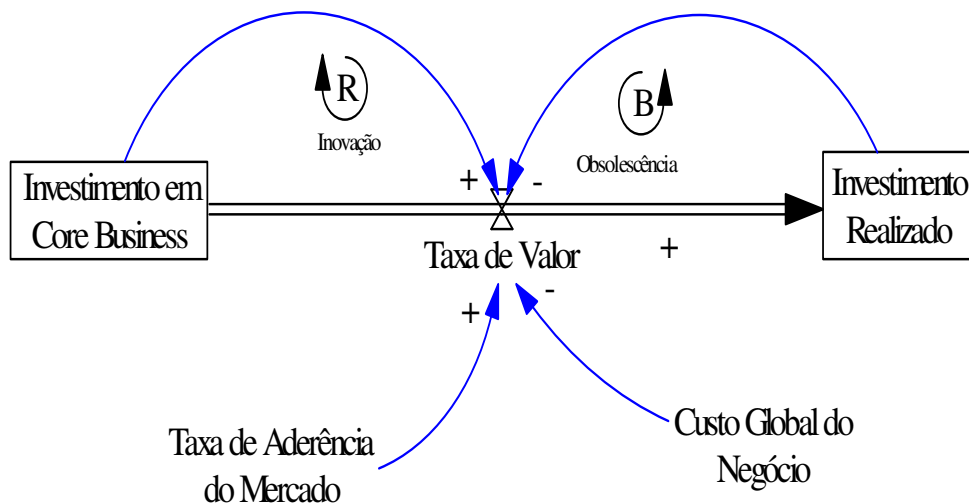


Figura 30: Construção do Modelo-Passo 2

Fonte: O autor.

conclusão.

O quadro 4 mostra as variáveis que compõem o passo 2.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0) dt - V(t) dt$
Taxa de Valor	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t) * TAM(t)) / CGN(t) * IR(t)$
Investimento Realizado	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t V dt + IR(t_0)$
Taxa de Aderência do Mercado - TAM	1/Month	Ver nota 1
Custo Global do Negócio - CGN	Dinheiro	$CGN(t) = CF(t) + CP(t)$

Quadro 4: Variáveis apresentadas no passo 2.

Fonte: O autor.

À medida que o valor é consumido pela realização do investimento, ele promove uma **taxa de produção** do produto, que determina a cadência de produção do bem. Essa estrutura é a base de todo o processo, onde as variáveis, ainda exógenas, como por exemplo, o tempo de

ciclo de vida do produto, podem ser trazidas para dentro das fronteiras do modelo e seu aspecto endógeno possa ser considerado.

O **investimento realizado**, dividido pelos **custos mensais de produção** ao longo do **fator tempo** se integram em **produção acumulada**. Vide figura 31.

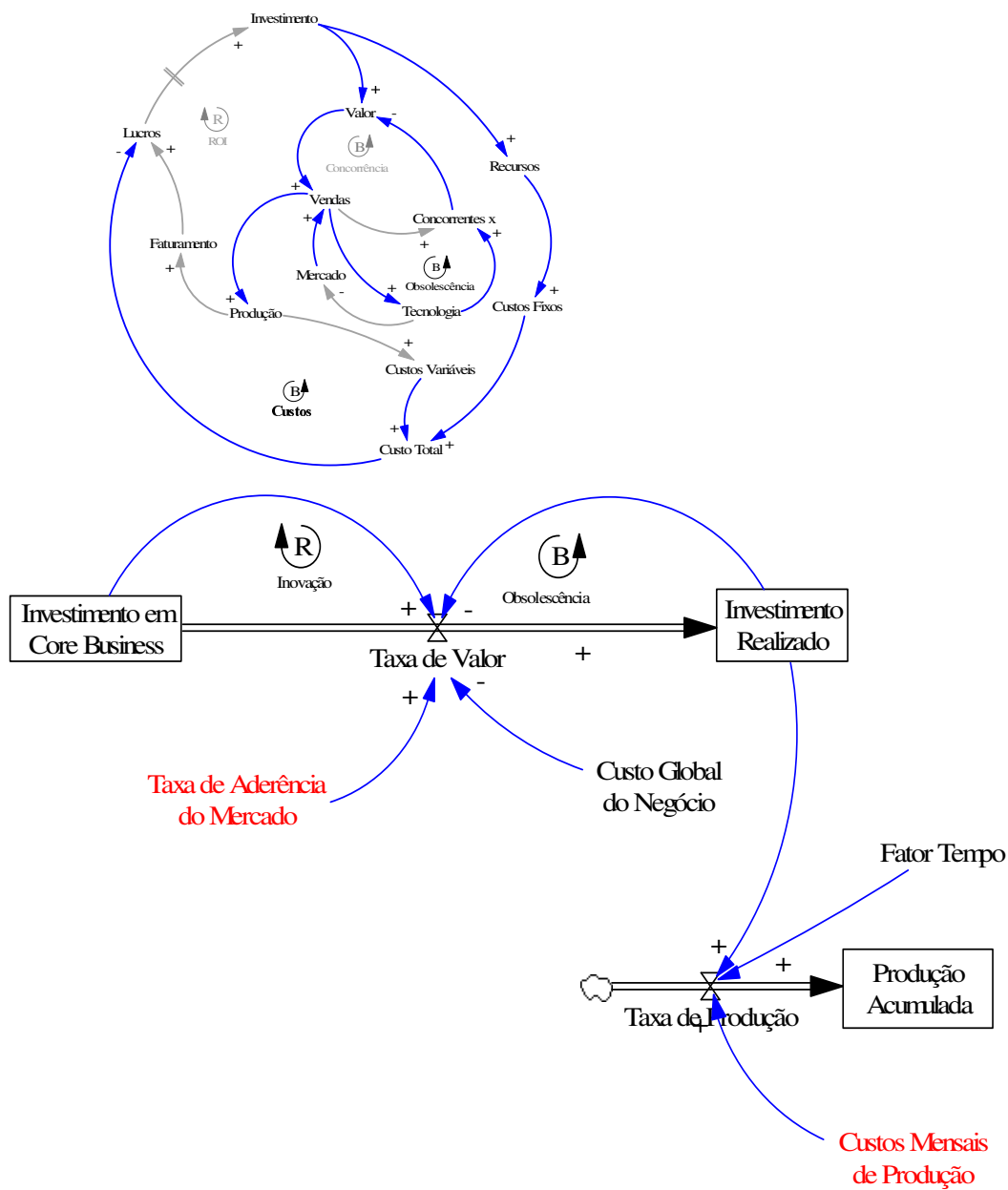


Figura 31: Construção do Modelo-Passo 3  
 Fonte: O autor.

O quadro 5 mostra as variáveis que compõem o passo 3.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0)dt - V(t)dt$
Taxa de Valor	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t) * TAM(t)) / CGN(t) * IR(t)$
Investimento Realizado	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t Vdt + IR(t_0)$
Taxa de Aderência do Mercado - TAM	1/Month	Ver nota 1
Custo Global do Negócio	Dinheiro	$CGN(t) = CF(t) + CP(t)$
Taxa de Produção - TP	Produto/Month	$TP(t) = (IR(t) / CMP(t)) * FT(t)$
Produção Acumulada – PA	Produto	$PA(t) = \int_0^t TP(t)dt + PA(t_0)$
Custos Mensais de Produção -CMP	Dinheiro/Produto	
Fator Tempo – FT	1/Month	Ver nota 1

Quadro 5: Variáveis apresentadas no passo 3.

Fonte: O autor.

A **taxa de produção** multiplicada pelo **preço unitário** do produto gera as **receitas mensais** do negócio. Essas receitas, conseqüentemente, se integram em um estoque, denominado Receitas Acumuladas. Vide figura 32.

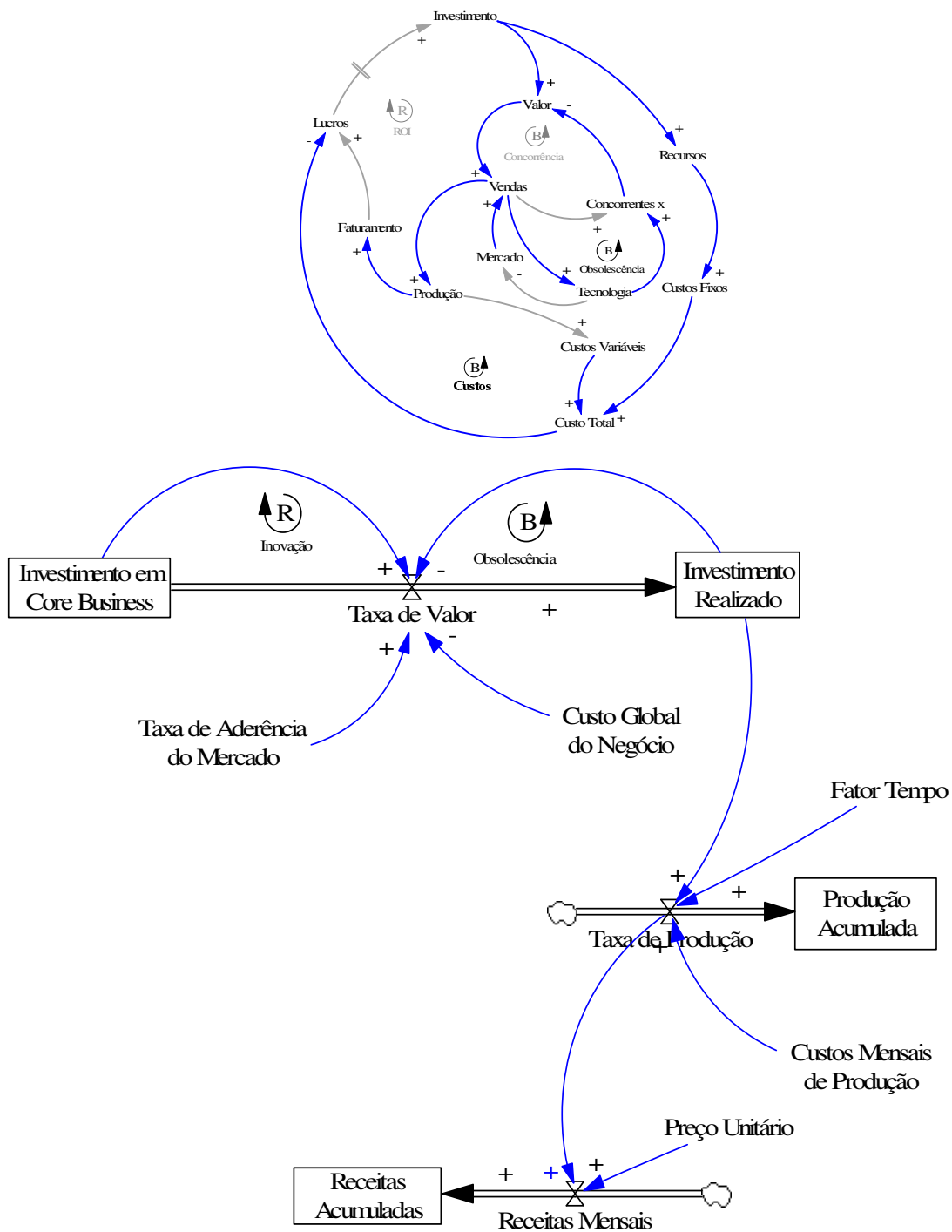


Figura 32: Construção do Modelo-Passo 4  
 Fonte: O autor.

O quadro 6 mostra as variáveis que compõem o passo 4.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business – ICB	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0)dt - V(t)dt$
Taxa de Valor – V	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t) * TAM(t)) / CGN(t) * IR(t)$
Investimento Realizado – IR	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t Vdt + IR(t_0)$
Taxa de Aderência do Mercado - TAM	1/Month	Ver nota 1
Custo Global do Negócio – CGN	Dinheiro	$CGN(t) = CF(t) + CP(t)$
Taxa de Produção - TP	Produto/Month	$TP(t) = (IR(t) / CMP(t)) * FT(t)$
Produção Acumulada – PA	Produto	$PA(t) = \int_0^t TP(t)dt + PA(t_0)$
Custos Mensais de Produção - CMP	Dinheiro/Produto	
Fator Tempo – FT	1/Month	Ver nota 1
Receitas Acumuladas – RA	Dinheiro	$RA(t) = \int_0^t [RM(t) - TCV(t)]dt + RA(t_0)$
Receitas Mensais – RM	Dinheiro/Month	$RM(t) = TP(t) * PU(t)$
Preço Unitário - PU	Dinheiro/Produto	

Quadro 6: Variáveis apresentadas no passo 4.

Fonte: O autor.

As receitas são consumidas por uma taxa de custos necessários para a produção e que impactam o fluxo de valor da organização. Os **custos de produção** são gerados antes ou durante a produção efetivamente, entretanto, o que se deseja modelar é o modo como o valor é impactado pela geração de custos ao longo do processo produtivo. A figura 33 apresenta o loop de balanço **custos totais** onde também é representada a soma dos custos variáveis com o **custo fixo**, dando origem ao **custo global do negócio**.





O quadro 7 mostra as variáveis que compõem o passo 5.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business – ICB	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0)dt - V(t)dt$
Taxa de Valor – V	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t)*TAM(t))/CGN(t)*IR(t)$
Investimento Realizado – IR	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t Vdt + IR(t_0)$
Taxa de Aderência do Mercado - TAM	1/Month	Ver nota 1
Custo Global do Negócio – CGN	Dinheiro	$CGN(t) = CF(t) + CP(t)$
Taxa de Produção - TP	Produto/Month	$TP(t) = (IR(t)/CMP(t))*FT(t)$
Produção Acumulada – PA	Produto	$PA(t) = \int_0^t TP(t)dt + PA(t_0)$
Custos Mensais de Produção - CMP	Dinheiro/Produto	
Fator Tempo – FT	1/Month	Ver nota 1
Receitas Acumuladas – RA	Dinheiro	$RA(t) = \int_0^t [RM(t) - TCV(t)]dt + RA(t_0)$
Receitas Mensais – RM	Dinheiro/Month	$RM(t) = TP(t)*PU(t)$
Preço Unitário - PU	Dinheiro/Produto	
Taxa de Custos Variáveis - TCV	Dinheiro/Month	$TCV(t) = CU(t)*RA(t)$
Custos de Produção – CP	Dinheiro	$CP(t) = \int_0^t TCV(t)dt + CP(t_0)$
Custo Unitário – CU	1/Month	Ver nota 1
Custo Fixo - CF	Dinheiro	

Quadro 7: Variáveis apresentadas no passo 5.

Fonte: O autor.

O desempenho da organização é difundido no mercado promovendo o interesse de novos **concorrentes** que começam a buscar compartilhar dessa tendência de vendas. Essas suposições, bem como, as demais relações descritas determinam a estrutura do sistema.

A estrutura representada na figura 34 foi construída a partir de um programa de modelagem em dinâmica de sistemas, denominado Vensim PLE. Esse programa pode ser obtido livremente na Internet, para fins acadêmicos, a partir do endereço: [www.vensim.com](http://www.vensim.com).

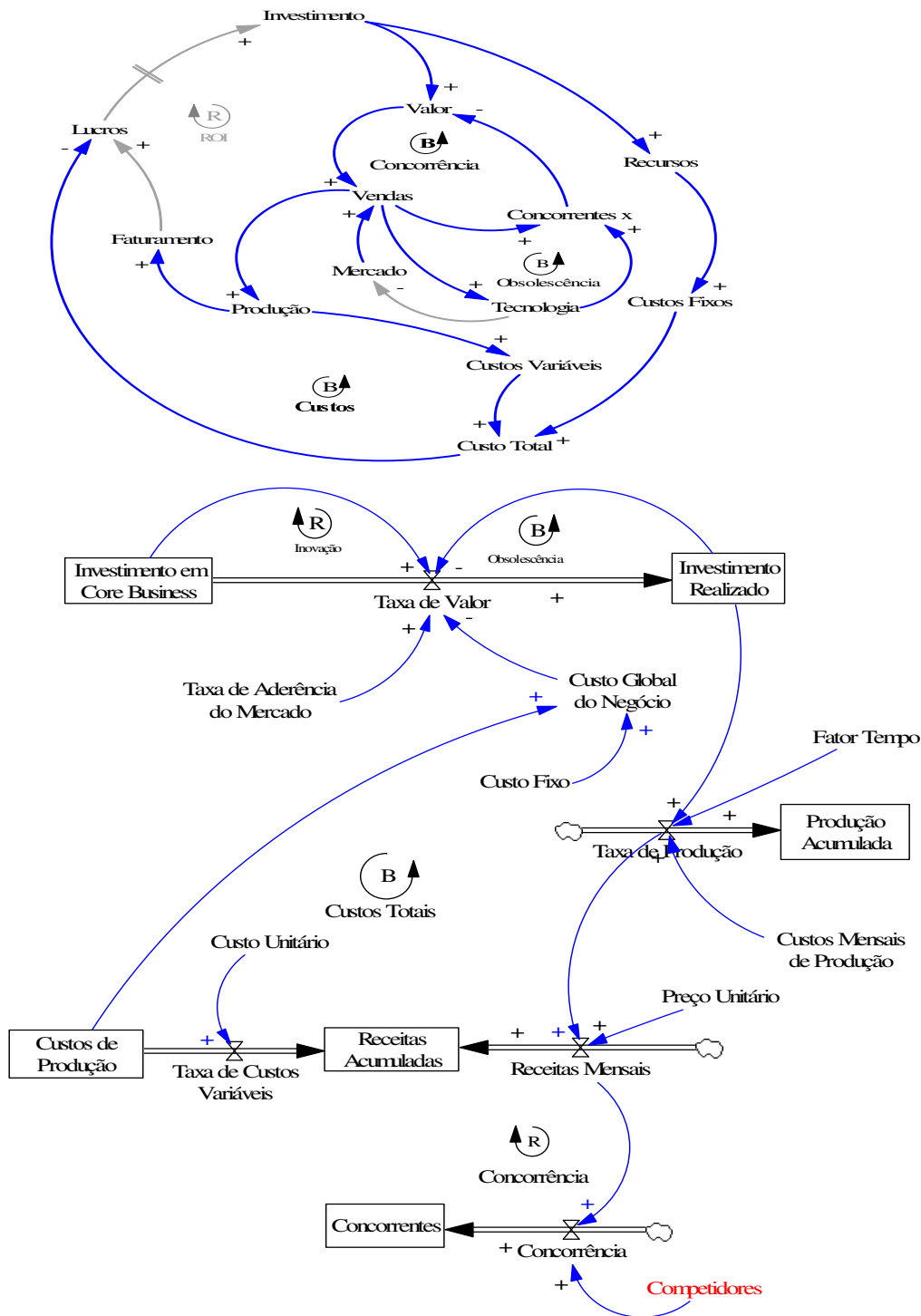


Figura 34: Construção do Modelo-Passo 6

Fonte: o autor.

O quadro 8 mostra as variáveis que compõem o passo 6.

Variável	Unidades	Equação
Investimento em Core Business – ICB	Dinheiro	$ICB(t) = \int_0^t ICB(t_0)dt - V(t)dt$
Taxa de Valor – V	Dinheiro/Month	$V(t) = (ICB(t) * TAM(t))/CGN(t) * IR(t)$
Investimento Realizado – IR	Dinheiro	$IR(t) = \int_0^t Vdt + IR(t_0)$
Taxa de Aderência do Mercado - TAM	1/Month	Ver nota 1
Custo Global do Negócio – CGN	Dinheiro	$CGN(t) = CF(t) + CP(t)$
Taxa de Produção - TP	Produto/Month	$TP(t) = (IR(t)/CMP(t))*FT(t)$
Produção Acumulada – PA	Produto	$PA(t) = \int_0^t TP(t)dt + PA(t_0)$
Custos Mensais de Produção - CMP	Dinheiro/Produto	
Fator Tempo – FT	1/Month	Ver nota 1
Receitas Acumuladas – RA	Dinheiro	$RA(t) = \int_0^t [RM(t) - TCV(t)]dt + RA(t_0)$
Receitas Mensais – RM	Dinheiro/Month	$RM(t) = TP(t)*PU(t)$
Preço Unitário - PU	Dinheiro/Produto	
Taxa de Custos Variáveis - TCV	Dinheiro/Month	$TCV(t) = CU(t)*RA(t)$
Custos de Produção – CP	Dinheiro	$CP(t) = \int_0^t TCV(t)dt + CP(t_0)$
Custo Unitário – CU	1/Month	Ver nota 1
Custo Fixo - CF	Dinheiro	
Concorrência – CCRA	Concorrentes/Month	$CCRA(t) = RM(t)*CPT(t)$
Competidores – CPT	Concorrentes/Dinheiro	
Concorrentes - CCTS	Concorrentes	$CCTS(t) = \int_0^t CCRA(t)dt + CCTS(t_0)$

Quadro 8: Variáveis apresentadas no passo 6

Fonte: O autor.

**Nota 1:** A unidade 1/Month não apresenta um sentido físico, é inserida no modelo para ajustar as mudanças da variável ao longo do tempo. Em trabalhos futuros e com o aprofundamento da pesquisa, deve-se buscar uma definição lógica das unidades dessas variáveis.

#### 4.2.5 Formulação do modelo de simulação e estimação de parâmetros e condições iniciais

Para efeito de verificação de seu comportamento dinâmico, foram definidos os parâmetros iniciais das variáveis que compõem o modelo. Esses parâmetros, bem como, as suas unidades presentes nessa hipótese inicial, encontram-se relacionados abaixo:

Variável (Unidade)	Parâmetros Iniciais	Comentários
<i>ICB</i> (Dinheiro)	250.000.000,00	50% do Investimento total destinado ao desenvolvimento de produto
<i>IR</i> (Dinheiro)	100.000,00	Custos Iniciais para a produção da primeira entrega
<i>TAM</i> (1/Month)	78	Taxa de aumento das vendas
<i>PA</i> (Produto)	0	Quantidade total produzida
<i>CMP</i> (Dinheiro/Produto)	12.500,00	Custos de produção ao longo de um mês
<i>FT</i> (1/Month)	1	Fator para cálculo da Taxa Mensal de Produção
<i>RA</i> (Dinheiro)	0	Receitas Totais
<i>PU</i> (Dinheiro/Produto)	1.000,00	Preço de venda de cada produto
<i>CP</i> (Dinheiro)	0	Totalização dos Custos Variáveis de Produção
<i>CU</i> (1/Month)	0,2	Taxa de custos unitários
<i>CF</i> (Dinheiro)	50.000.000.000,00	Custo Fixo Total ao longo do ciclo de vida da empresa
<i>CPT</i> (Concorrentes/Dinheiro)	0,01	Relação entre o aumento da concorrência o volume de entrega do produto no mercado
<i>CCTS</i> (Concorrentes)	0	Quantidade de concorrentes
FINAL TIME (Month)	78	Tempo de duração da simulação
INITIAL TIME (Month)	0	Tempo inicial da simulação
TIME STEP (Month)	0.5	Frequência em que o programa realiza os cálculos

Quadro 9: Parâmetros iniciais.

Fonte: O autor.

A partir dessas suposições iniciais podemos extrair gráficos que demonstram o comportamento simulado. Tais representações gráficas podem ser comparadas com comportamentos conhecidos e verificamos a aproximação do modelo com a realidade.

A figura 35 demonstra que a **Taxa de Valor** apresenta um crescimento seguido de uma queda. Esse tipo de comportamento é denominado em Dinâmica de Sistemas de “Crescimento com *Overshoot* e Colapso”. Explicando um pouco melhor esse comportamento, inferimos que o Valor produzido por um novo produto age no mercado como um processo epidêmico, ou seja, novos compradores ao perceberem as vantagens e o diferencial oferecido pelo produto são “contaminados”, movidos a usufruir dessas vantagens. A quantidade total de compradores de um determinado produto é limitada e é essa limitação que define o início do processo de declínio do Valor percebido pelo Mercado.

O **Investimento em Core Business** que assumimos como o fato gerador de Valor dentro de um processo produtivo, é tratado como uma variável de estado e apresenta um comportamento denominado de “Busca de Objetivo”, cujo fluxo é determinado pela Taxa de Valor.

É importante explicar que o “objetivo” nesse caso é uma característica do sistema. O mercado que se pretende alcançar é limitado e a totalidade dos compradores representa tanto o conceito de “capacidade de carga”, como o objetivo do sistema.

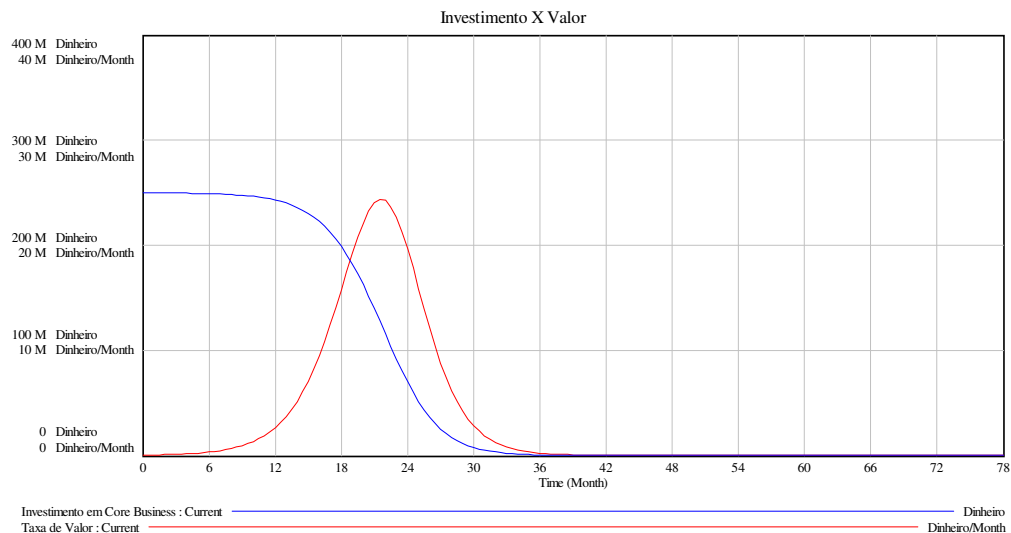


Figura 35: Representação gráfica comparativa entre Valor e Investimento  
Fonte: O autor.

Na figura 36 o que se observa é o comportamento da taxa de produção simulada, a partir do modelo criado no programa Vensim. Como mencionado anteriormente, esse comportamento reflete uma aproximação do ciclo de vida de um produto. Com o presente estudo pudemos observar melhor o fenômeno e verificar que o ciclo de vida do produto é representado por um crescimento denominado em Dinâmica de Sistemas de *S-Shaped*, onde o colapso da produção se dá ainda na fase de estabilidade dos volumes de vendas do produto.

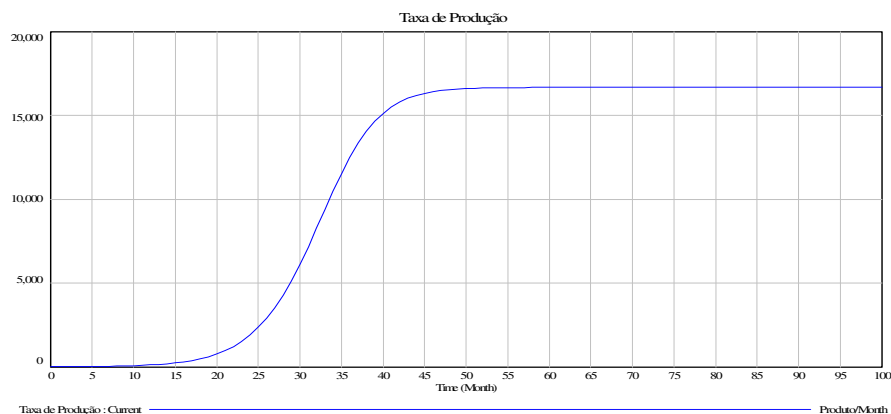


Figura 36: Representação gráfica da simulação da Taxa de Produção  
Fonte: O autor.

#### 4.2.6 Especificação da estrutura e regras de decisão

Como contribuição principal desse modelo, incluímos na simulação o impacto de uma política de reinvestimento em atividades centrais da organização, as quais denominamos de “core business”. Como vimos anteriormente, o Valor está diretamente associado com a visão de inovação que o cliente tem a partir das ofertas agregadas ao produto. A organização que consegue uma clareza das suas atividades nas quais reside a sua especialidade e desenvolve soluções dentro desse campo, consegue se destacar em relação aos seus concorrentes diretos e, principalmente, no caso de produtos substitutos.

Obviamente que cada negócio deve verificar cuidadosamente as necessidades inerentes ao seu negócio para promover uma mutação que se traduza em valor para o cliente. O que se quer demonstrar com o modelo proposto é que o Valor é uma característica da organização em constante mutação e que apresenta um ciclo de vida, determinado pela percepção do cliente, bem como, das limitações de mercado.

A figura 37 apresenta o modelo de simulação dinâmica onde incluímos a taxa de “reinvestimento” em atividades centrais da organização e o impacto que essa política gera no comportamento da taxa de produção.

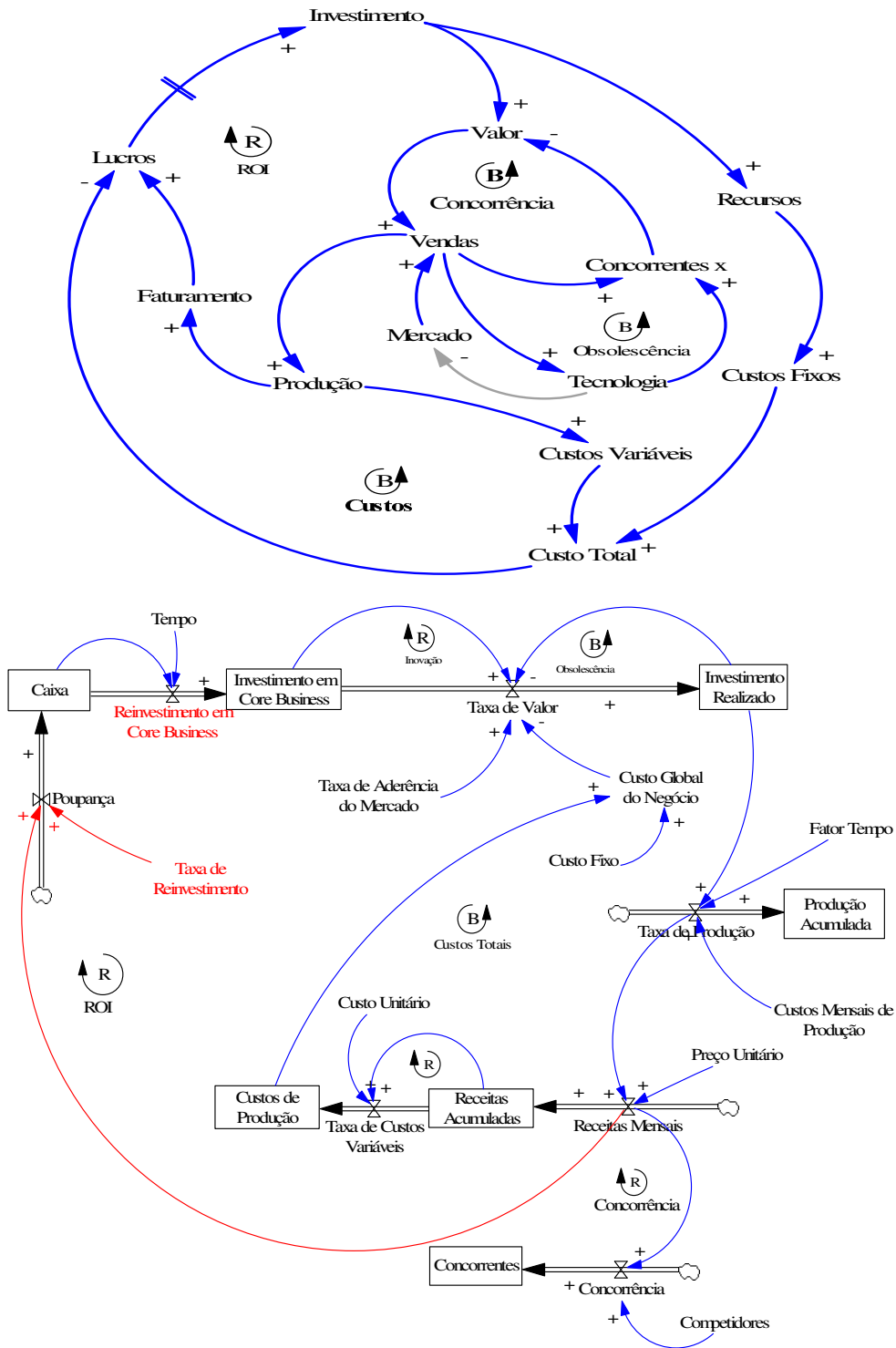


Figura 37: Modelo de simulação com a política de reinvestimento em Core Business  
 Fonte: O autor.



Variável	Unidades	Equação
Caixa - C	Dinheiro	$C(t) = \int_0^t [P(t) - ICB(t)] dt + C(t_0)$
Poupança - P	Dinheiro/Month	$P(t) = RM(t) * TrI(t)$
Taxa de re-Investimento - TrI	Dmnl	
Reinvestimento em Core Business - RCB	1/Month	$RBC(t) = C(t) * Tempo(t)$
Tempo	1/Month	
Investimento em Core Business - ICB'	Dinheiro	$ICB'(t) = \int_0^t [RCB(t) - V(t)] dt + ICB(t_0)$

Quadro 10: Variáveis incluídas com a política de reinvestimento

Fonte: O autor.

A organização extrai de parte de suas receitas, recursos para a aplicação em suas atividades centrais. Com essa política consegue, ainda na fase de estabilidade, manter e possivelmente aumentar seu volume de vendas. Essa teoria é suportada por diversos estudos de “marketing”, que dizem que manter clientes é menos dispendioso que conseguir novos (KOTLER, 1998). Na figura 39 observa-se o comportamento obtido com a simulação dessa política de aplicação de recursos em atividades centrais da organização. Nesse estudo adotamos uma suposição de 1 % das receitas em reinvestimento.

O modelo deve ser submetido ao teste de verificação de unidades a fim de comprovar a adequação de suas equações. A figura 38 apresenta o resultado satisfatório realizado com auxílio das ferramentas do *software* de modelagem.

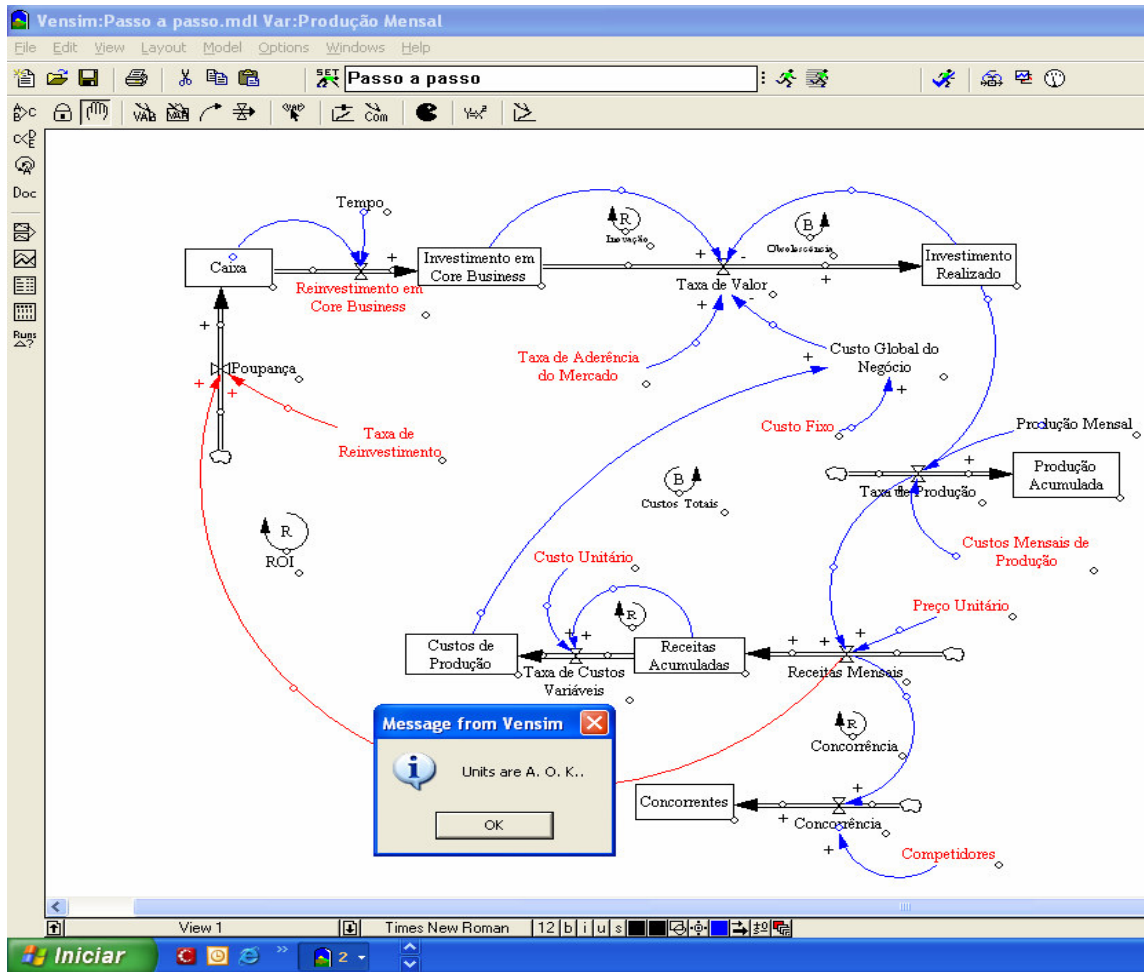


Figura 38: Teste de consistência dimensional no modelo  
 Fonte: O autor.

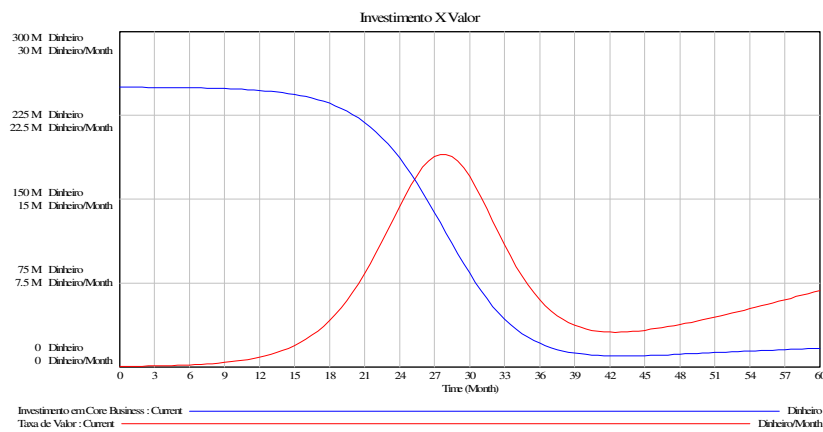


Figura 39: Simulando Valor a partir do reinvestimento em “Core Business”.  
 Fonte: o autor.

Diferentemente das simulações anteriores, onde a Taxa de Valor apresentava o comportamento de *overshoot* ou colapso, nessa nova simulação a curva retoma uma leve ascensão. Essa tendência também pode ser observada na figura 40 que se refere a Taxa de Produção.

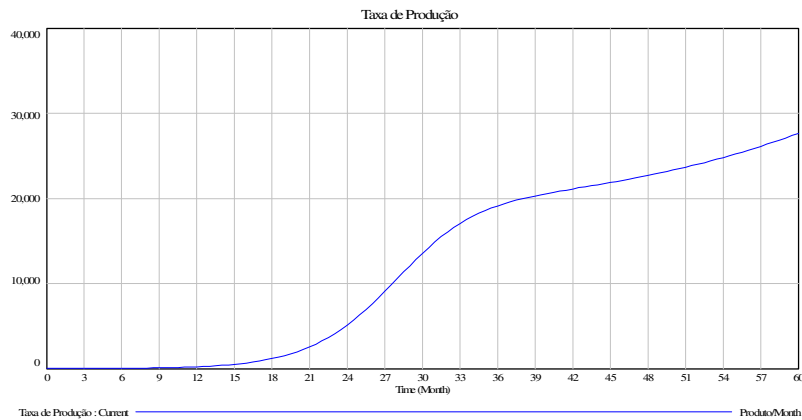


Figura 40: Simulando a Taxa de Produção a partir do reinvestimento em “Core Business”.  
Fonte: o autor.

A hipótese foi desenvolvida a partir da combinação de modelos existentes, como observado na figura 23 da página 84, bem como, dos conceitos capturados ao longo pesquisa exploratória apresentada no capítulo 3.

A variável taxa de valor, traduzida em unidades monetárias por período de tempo, apresenta um comportamento dinâmico de crescimento com *overshoot*. Essa representação permite aos gestores premeditar, com maior eficácia os impactos de seus produtos no mercado, como também, a reação que o mercado e os concorrentes podem apresentar diante de novos produtos e inovações.

Dessa forma parece razoável aceitar a métrica de valor como unidades monetárias divididas por unidades de tempo:

$$V = \frac{\$}{t}, \text{ onde}$$

\$ representa o investimento em atividade centrais da organização;

E  $t$  representa o escoamento do valor ao longo do ciclo de vida do produto.

O esforço realizado rendeu uma estrutura aparentemente simples e óbvia, porém, foi possível explorar aspectos importantes dentro de um processo produtivo, como a aplicação de recursos em atividades centrais e seus possíveis impactos no desempenho da organização. O próximo passo é verificar a sensibilidade e o realismo do modelo.

## 5 APLICAÇÃO DO MODELO EM UM ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a aplicação do modelo em um estudo de caso real desenvolvido a partir dos dados de uma empresa de manufatura de motores para veículos de passeio. Ilustra, principalmente, a reprodução do comportamento real com as simulações obtidas e traz a luz do conhecimento em engenharia de produção uma visão diferenciada do comportamento e do fluxo de Valor dentro das organizações que produzem bens duráveis.

Os produtos fabricados na empresa em estudo podem ser classificados como:

- a) industrial - são utilizados na produção de outros bens;
- b) duráveis - sobrevivem a ocasiões de múltiplo uso;
- c) partes e materiais - bens que são agregados a um produto final (KOTLER, 1998).

A empresa executa a usinagem dos componentes principais, adquire diversos componentes, tais como: parafusos, cabos, conectores, bombas hidráulicas etc. de seus fornecedores e desenvolve a montagem e testes do produto final.

As linhas de usinagem são dispostas em centros automatizados, controlados por programas de computador e a montagem dos componentes, mesmo apresentando um nível menor de automatização, segue um fluxo balanceado pela demanda do cliente e de uma peça por vez (*one piece flow*).

Com o propósito de preservar o anonimato da empresa, alguns detalhes não serão apresentados, porém, mantendo a profundidade necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

Os passos adotados seguem a metodologia descrita no capítulo 3, a saber:

- a) articulação do problema;
- b) formulação de uma hipótese dinâmica;
- c) formulação de um modelo de simulação;
- d) testes do modelo;
- e) avaliação de políticas alternativas.

## 5.1 ARTICULAÇÃO DO PROBLEMA

No caso estudado a empresa foi projetada para trabalhar rigorosamente dentro dos princípios do sistema Toyota de produção, tornando-se uma referência nessa abordagem. Entretanto, após o término do ciclo de vida do produto, a empresa mesmo com todos os indicadores do seu *Balanced Score Card* apresentando resultados positivos, não foi capaz de manter os seus clientes e seus volumes de vendas.

A indústria automotiva, em função da alta competitividade do ramo, apresenta uma velocidade acentuada na necessidade de mudança e, conseqüentemente, no tempo de ciclo de vida dos diversos modelos de automóveis.

Diferentemente dos conceitos implantados por Ford, com as linhas de produção e a produção em massa, de que os carros poderiam ter qualquer cor, desde que fossem pretos, vimos que a introdução de novos concorrentes, bem como, inovações tecnológicas, mudou em muito as expectativas dos compradores. Essas mudanças determinaram a necessidade de segmentar e micro-segmentar os mercados, tornando mais precisa a definição da faixa de clientes que se deseja alcançar com a oferta de produtos (ANDREOU, 2003).

No capítulo 2 foi verificado que o Valor dentro de um processo produtivo está relacionado diretamente entre os esforços demandados para a obtenção do Produto e as expectativas funcionais que se busca nesse produto.

A questão que se deseja levantar com esse estudo, está relacionada com o conhecimento que os gestores precisam dominar a respeito do negócio em que estão inseridos e o momento e a direção que devem dar para seus investimentos.

### 5.1.1 Seleção do tema

O gráfico apresentado na figura 41 retrata a taxa de produção da empresa, desde o lançamento, em janeiro de 2000 até a parada de produção, em junho de 2007 e serve de base para a determinação do problema em estudo. Mesmo com o cuidado de trilhar os princípios do sistema de produção enxuta, reduzindo os custos e mantendo um controle rigoroso nas variáveis de produção, eliminação de desperdícios, qualidade, estoques e prazos de entrega, ainda assim não foi possível garantir a continuidade dos negócios. O comportamento da taxa

de produção caracteriza a situação problemática que se busca capturar com o modelo proposto.

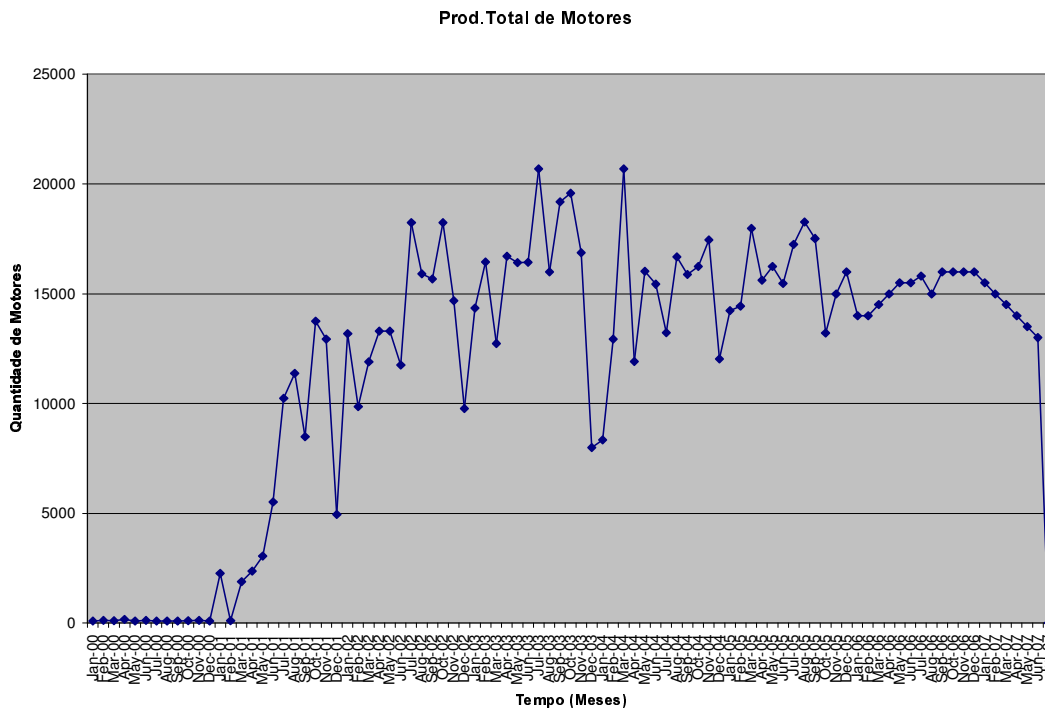


Figura 41: Dados reais da produção de motores para veículos  
Fonte: o autor.

### 5.1.2 Variáveis chave e conceitos desenvolvidos

Variáveis chave:

- Quantidade de Produtos fornecidos mensalmente;
- Investimento inicial da empresa;
- Tempo do ciclo de vida do produto;
- Preço de Venda do Produto;
- Custo Unitário.

Conceitos desenvolvidos:

- Taxa de Valor;
- Taxa de Reinvestimento;

### **5.1.3 Horizonte de tempo**

Os dados de produção demonstram que o ciclo total de vida do produto foi de 78 meses, logo ajustaremos a simulação para compreender esse período de tempo.

### **5.1.4 Definição dinâmica do problema**

Conforme mencionado no capítulo 3, a empresa após um investimento inicial, apresenta um período de crescimento nos volumes de vendas, até atingir um determinado patamar, por volta de 15000 unidades por mês. Esses volumes se mantêm, até a parada de produção. No estudo em questão, não houve mais nenhum investimento significativo, principalmente em mudanças tecnológicas, que pudessem atrair a atenção dos mesmos ou de novos clientes.

Salientando que em se tratando de uma empresa baseada no sistema de produção enxuta, que buscava o cumprimento dos princípios delineados no capítulo 3.5, cujo foco principal é a entrega de valor para o cliente, a questão problemática que se pretende levantar é, exatamente, onde ou quando os clientes deixaram de receber o valor almejado e partiram para outros produtos concorrentes.

O comportamento do ciclo de vida do produto, independentemente da abordagem adotada pela organização, não mudou em relação aos padrões conhecidos, justificando o esforço em explicar conceitualmente e matematicamente esse fenômeno através de um modelo de simulação.

## **5.2 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO**

O modelo desenvolvido ao longo do capítulo 3, será posto em prática, a partir dos dados reais de investimento, taxa de vendas, custos variáveis de produção, preço de venda dos produtos gerados na empresa em estudo.



Apenas para efeito comparativo, os dados de vendas do produto foram introduzidos no software de simulação Vensim, através do recurso de “look up” e o gráfico representado na figura 42 demonstra o comportamento real de vendas da empresa.

No caso em estudo a Taxa de Vendas e a Taxa de Produção são iguais. Como se trata de uma empresa regida pelo sistema Toyota de Produção, a empresa adota uma política de atendimento da demanda interna e externa denominada de *Make-to-order*, onde os pedidos dos clientes disparam a produção dos itens que deverão ser entregues. Não há estoques de produtos acabado (LIN; SHAW, 1998 apud NAZARENO, 2003).

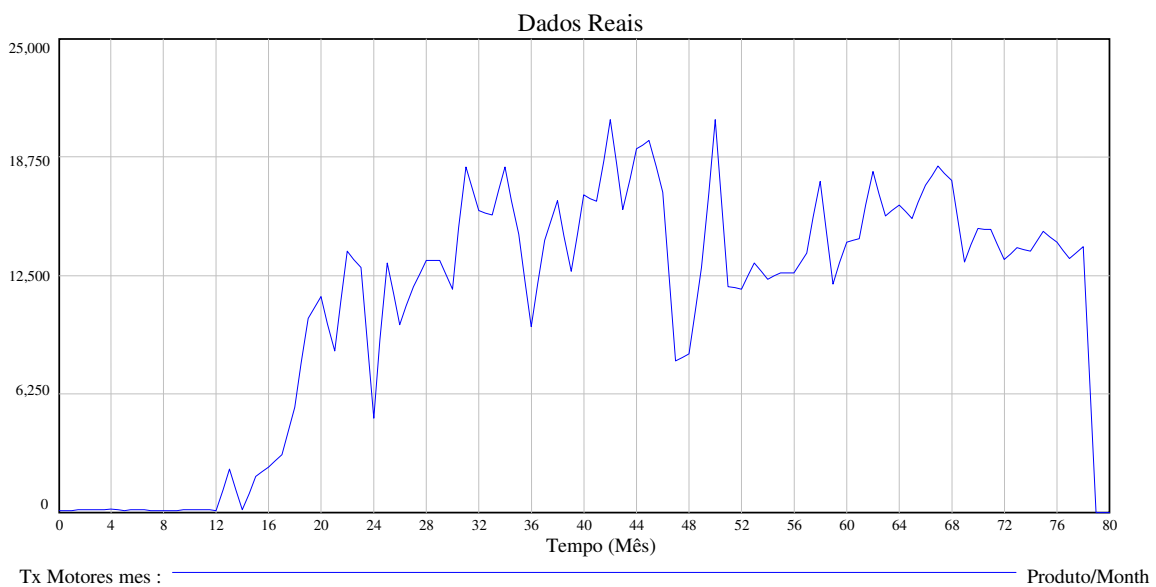


Figura 42: Dados reais de produção introduzidos no programa de simulação Vensim  
Fonte: o autor.

### 5.2.1 Suposições e Informações Iniciais

O quadro 11 apresenta as suposições e informações iniciais, obtidas a partir dos dados reais da empresa com as quais serão verificados os resultados de simulação e compatibilidade do modelo proposto com a realidade.

Variável	Dados Iniciais	Comentários
Investimento Inicial	\$500.000.000,00	
Investimento em “core business”	50 % do investimento inicial	Cerca de 250 milhões investidos em desenvolvimento do produto
Preço Unitário	\$1000,00	
Horizonte de Tempo	78 meses	Período em que houve produção na empresa estudada.
Custo Unitário	20% das receitas	Custos de aquisição dos componentes e Matérias-Prima para a produção de um motor.

Quadro 11: Suposições e informações iniciais.

Fonte: o autor.

## 5.2.2 Testes no modelo

**Reprodução de Comportamento:** O modelo dinâmico desenvolvido no capítulo 4.2.4., como também a formulação descrita no capítulo 4.2.5. continua válida e a partir dos dados do quadro 11, uma simulação foi conduzida sendo que os resultados obtidos encontram-se representados na figura 43 que se segue.

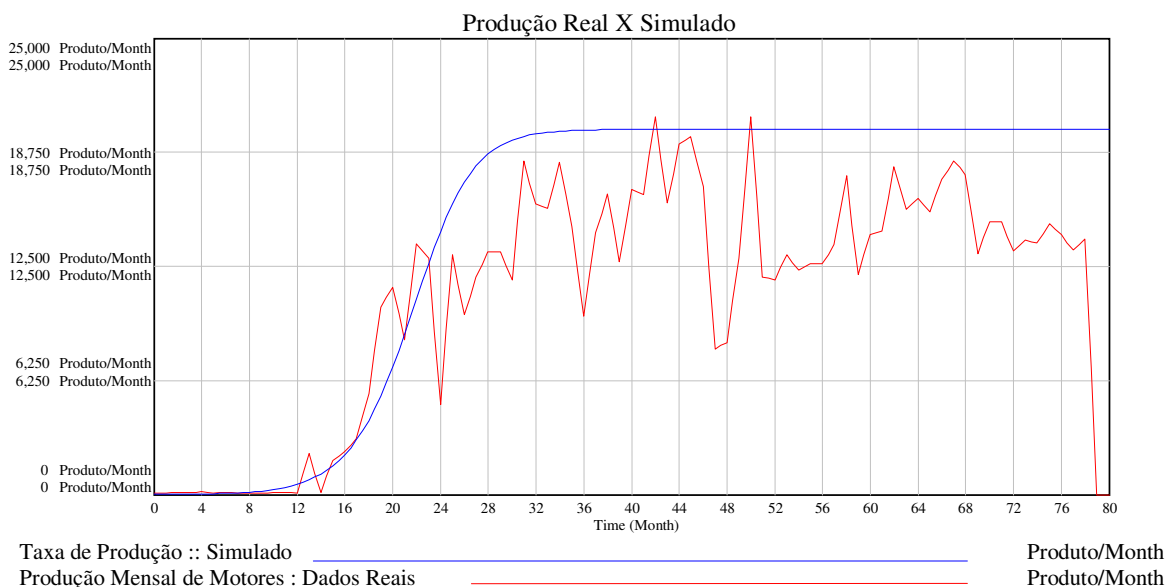


Figura 43: Análise comparativa entre o simulado e dados reais de produção.

Fonte: o autor.

Esse comportamento obtido, como demonstrado anteriormente, é denominado em Dinâmica de Sistemas de *S-shaped*, e pode-se observar que a simulação, apesar de não capturar os efeitos oscilatórios dos dados reais, apresenta a mesma tendência da curva, ao longo do horizonte de tempo determinado. A fim de verificar a habilidade do modelo em reproduzir o comportamento de uma situação real, os dados serão comparados estatisticamente através de uma métrica denominada  $R^2$ , apresentada no capítulo 2, seção 2.3.4, página 29.

A métrica  $R^2$ , segundo comenta Sterman (2000), é um dos métodos mais utilizados para essa finalidade. Mede a fração de variância entre a série de dados reais e simulados. Caso o resultado obtido seja  $R^2=1$ , significa que o modelo replica integralmente a realidade.

$$R^2 = \frac{\sum (x - \bar{x}) * (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 * \sum (y - \bar{y})^2}} \quad \text{equação 1, fonte: Stevenson (2001).}$$

Onde:

X representa os valores individuais de produção obtidos na simulação;

$\bar{X}$  = média dos valores de X;

Y representa os valores individuais de produção reais;

$\bar{y}$  = média dos valores de y.

Após extrair os dados do modelo no Vensim, tanto os dados simulados, como também os dados reais e efetuar os cálculos, o resultado obtido foi 0,85. Pode-se dizer que o modelo apresenta um grau de relacionamento entre as duas séries de dados de 85%.

Tomando-se em conta que as variações de produção podem ser ocasionadas por diversos fatores, que não foram considerados na construção do modelo, tais como: paradas de produção devido a quebras de máquinas, feriados, compensações de horas não trabalhadas, falta de componentes, quedas e aumentos no volume de vendas devido a sazonalidade, apenas para citar algumas fontes de oscilações, consideramos satisfatória a reprodução de comportamento obtida com o modelo proposto.

- **Consistência dimensional:** Um dos testes mais básicos que se pode realizar em um modelo, é verificar se as unidades de medida especificadas apresentam consistência com as diversas interações das variáveis consideradas. Erros nas unidades de medida revelam importantes falhas no entendimento da estrutura ou no processo decisório que se busca modelar (STERMAN, 2000).

O software empregado para realizar a simulação, possui uma ferramenta que realiza esse teste, permitindo ao criador do modelo, verificar a consistência, durante o desenvolvimento do projeto.

Seguindo o caminho: *Model – Units Check*, automaticamente é recebida uma resposta, informando o resultado da verificação. Na figura 44 é demonstrado o resultado satisfatório obtido na construção do modelo.

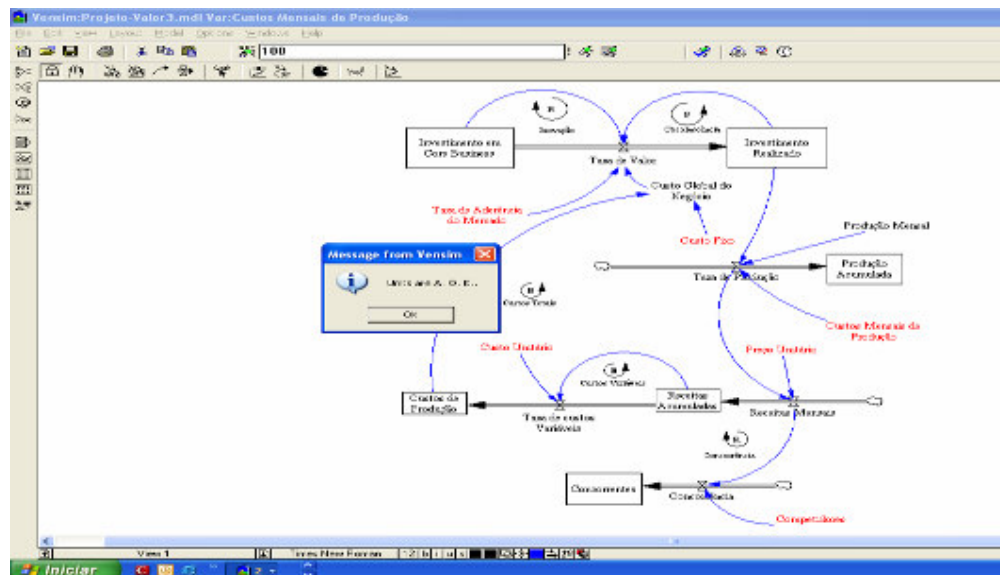


Figura 44: Teste de consistência Dimensional satisfatório

Fonte: o autor.

### 5.3 FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS ALTERNATIVAS

A proposição de uma política de reinvestimento nas atividades centrais da organização deve render a possibilidade de vislumbrar um crescimento e manutenção desse crescimento de forma sustentável.

Essa colocação parece extremamente óbvia, porém, somente a partir de um entendimento claro a respeito do valor a que a empresa se propõe entregar é que se pode saber onde e quando investir.

No caso em estudo a preocupação com “valor”, visto que se tratava de uma empresa com base no sistema de produção enxuta, fazia parte da cultura organizacional. Resgatando o conteúdo do capítulo 3.5. sobre os princípios do sistema Toyota de Produção, podemos tentar verificar em qual, ou quais desses princípios a empresa deveria conduzir esforços mais intensos, a fim de garantir a longevidade esperada.

O produto gerado pela empresa destinava-se a equipar veículos de passeio. Os compradores desse tipo de produto, quando satisfeitos, tendem a realizar uma nova aquisição de um modelo mais novo. Entretanto, esperam encontrar uma inovação motivadora. A montadora, para a qual o produto era vendido, desenvolveu uma alternativa, tecnologicamente superior, em um concorrente.

O que se observou na empresa é que as linhas de produção, apesar da alta tecnologia aplicada para produção de motores em série, não permitia flexibilidade para produzir outros motores tanto geometricamente diferentes, como também, com outras soluções em materiais e periféricos.

Com essa análise, destacamos que a empresa deveria se preocupar com o primeiro princípio do sistema Toyota apresentado por Liker (2000):

**- Fundamental as decisões gerenciais em uma filosofia de longo prazo.**

Provavelmente reunindo as equipes e gerentes, para uma visão de valor, o problema da chegada do fim do ciclo de vida do produto teria sido trazido a luz de todos e a busca de soluções que, logicamente, necessitariam de investimentos, poderiam ser criadas.

Dentre as possíveis soluções, podemos presumir que mudanças nas linhas de produção, permitindo produzir uma variedade maior de modelos, diferentes tanto em geometria, quanto em matérias-primas, seria uma das principais alternativas.

O quadro 12 demonstra dados da produção mundial de automóveis de passeio. Esses dados mostram o crescimento do setor e, segundo um relatório de um instituto europeu de pesquisa, a grande preocupação dos fabricantes, motivados pelas discussões ambientais, é aumentar a produção de veículos, de forma sustentável, reduzindo a emissão de carbono e resíduos sólidos na atmosfera (SMMT – 2007). O mesmo relatório ainda aponta que o controle e redução do impacto ambiental, através de operações mais eficientes quanto ao uso dos recursos naturais, bem como, o investimento em tecnologia são fatores críticos que devem ser considerados no desenvolvimento de soluções industriais.

País	Ano					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Japão</b>	8619	8478	8720	9017	9757	9944
<b>Alemanha</b>	5123	5145	5192	5350	5399	5709
<b>China</b>	1091	2019	2316	3931	5233	6381
<b>EUA</b>	5019	4510	4230	4321	4366	3924
<b>Coréia do Sul</b>	2651	2768	3123	3357	3489	3723
<b>França</b>	3283	3220	3227	3113	2728	2554
<b>Brasil</b>	1520	1505	1863	2010	2092	2388
<b>Espanha</b>	2267	2399	2403	2098	2079	2196
<b>Índia</b>	706	908	1178	1264	1472	1708
<b>Reino Unido</b>	1630	1658	1647	1596	1442	1535
<b>Total dos Países Apresentados</b>	<b>31909</b>	<b>32610</b>	<b>33899</b>	<b>36057</b>	<b>38057</b>	<b>40062</b>
<b>Outros Países</b>	10357	10397	11411	11992	13038	12980
<b>Total</b>	<b>42266</b>	<b>43007</b>	<b>45310</b>	<b>48049</b>	<b>51095</b>	<b>53042</b>

Quadro 12: Produção Mundial de Automóveis (x 1000 unidades)  
 Fonte: International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2007)

Para simular o impacto de uma política de busca de soluções tecnológicas focadas na manutenção do cliente, incluímos no modelo um *loop* que denominamos de ROI, *return on investment*. As fórmulas matemáticas apresentadas na seção 4.2.6 continuam válidas.

Assumimos que a empresa poderia aplicar 1% das suas receitas nessa política de desenvolvimento das atividades centrais, focadas na manutenção do cliente.

Realizamos um novo teste de consistência dimensional, a fim de verificar a validade do modelo sob este aspecto e apresentamos o resultado satisfatório na figura 45.

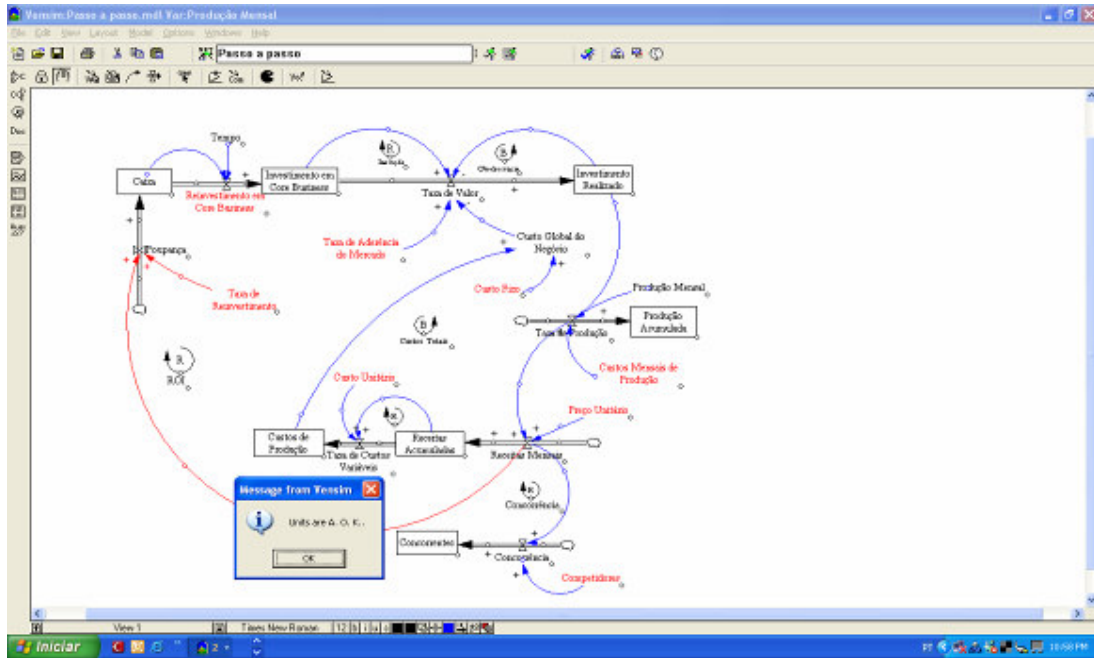


Figura 45: Teste de consistência Dimensional satisfatório, após inclusões  
 Fonte: o autor.

A figura 46 demonstra o comportamento da taxa de produção após a aplicação de um investimento de 1% em atividades de “core business”. Lembrando a figura 22, apresentada no capítulo 4, página 81, percebe-se uma similaridade com a curva D, onde, Forrester apud Serman (2000) comenta que essa é uma característica das empresas que conseguem uma tendência de crescimento a longo-prazo.

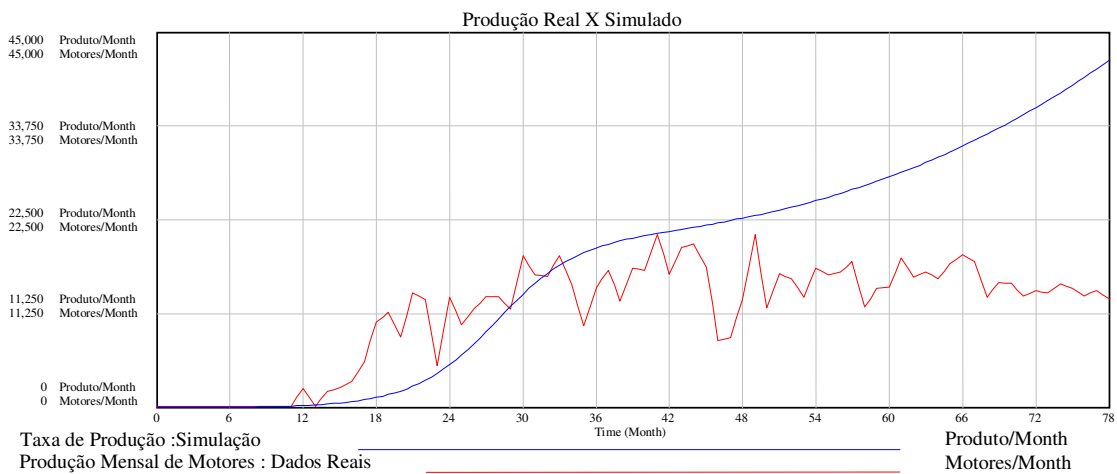


Figura 46: Política de investimento em “core business” simulada e dados reais de produção.  
 Fonte: o autor.

Checkland e Poulter (2006) comentam que somente tomando parte no processo de construção de um modelo, na prática, que realmente se pode compreender e aproveitar os benefícios do método de modelagem. Modelos, como pesquisado anteriormente, são respostas provisórias para um problema e, como ilustra Sterman (2002), *todos estão errados*. Explica que, de fato, modelos raramente conseguem capturar toda a complexidade em que o se inserem, logo, traduzindo um pouco melhor, sempre é possível melhorar a abrangência do modelo.

Uma das propostas da pesquisa é desenvolver uma métrica que propicie aos gestores do sistema produtivo, condições de verificar o andamento do fluxo de valor ao longo da dinâmica do processo.

No capítulo 2 exploramos um trabalho de Neely (1997) no qual aponta uma série de recomendações que auxiliam na avaliação de uma determinada métrica. O esforço que se segue busca comparar a métrica proposta neste capítulo, com os tópicos apresentados anteriormente. Os itens em negrito serão apontados no capítulo 6, como fontes para pesquisas futuras:

- 1 - O trabalho proposto deriva da estratégia da organização;
- 2 - A abordagem de Dinâmica de Sistemas é de fácil entendimento;
- 3 - A realimentação e o tempo fazem parte do processo, porém a precisão depende das bases de dados acerca do negócio;**
- 4 - A métrica desenvolvida é baseada em quantificações que podem ser influenciadas ou controladas pelo próprio usuário, ou ainda, em cooperação com mais agentes;
- 5 - O modelo reflete o processo de negócios. Ex.: tanto fornecedores e clientes podem estar envolvidos na definição da medição;**
- 6 - A definição de valor tornou a metas mais clara e específica;
- 7 - O problema proposto é relevante;
- 8 - A abordagem de Dinâmica de Sistemas fecha o ciclo, através de “*loops causais*”;
- 9 - A métrica é claramente definida;
- 10 - Os gráficos desenhados demonstram visualmente o impacto do valor;
- 11 - A política proposta busca a melhoria;
- 12 - A proposta se demonstrou consistente;
- 13 - O modelo permite uma rápida realimentação;
- 14 - O modelo tem um propósito explícito;
- 15 - As fórmulas e os dados precisam estar explícitos para a simulação do modelo;



**16 - Com o aprofundamento do aprendizado é possível tornar o modelo mais endógeno desenvolvendo melhor as relações matemáticas implícitas no sistema;**

17 - Os dados utilizados são automaticamente coletados, fazem parte do processo;

18 - O modelo é simples e consistente;

19 - O comportamento problemático fornece a tendência necessária;

20 - O modelo, se bem aplicado, fornece informações;

**21 - A estrutura busca a exatidão, porém, esse aspecto carece de continuidade e aprofundamento dos conceitos;**

22 - O processo é objetivo.

Seria de extrema presunção se imaginássemos que encontraríamos uma resposta definitiva acerca do valor dentro de um processo produtivo. Entretanto, as respostas obtidas com a estrutura representada ao longo deste capítulo, de maneira muito simples, demonstram aderência com as recomendações apresentadas. Também se pode observar a necessidade de gestores e equipes de trabalho dominar, ou pelo menos, estarem munidos de informações a respeito do negócio em que estão envolvidos.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

O desafio a que se propôs essa pesquisa, além de prover uma definição para o valor dentro de um processo produtivo, também está em aplicar a ferramenta de modelagem em Dinâmica de Sistemas.

Agregar esses três pilares fundamentais do projeto: modelos, dinâmica de sistemas e valor; abre um caminho interessante de pesquisa em engenharia de produção, pois permite desenvolver respostas a problemas que fazem parte da rotina em organizações responsáveis pela produção de bens duráveis. Trata com a complexidade do assunto de uma forma simplificada, porém, com a profundidade necessária para lidar com o todo, dentro de um ambiente totalmente controlável onde o processo decisório pode ser mais bem compartilhado.

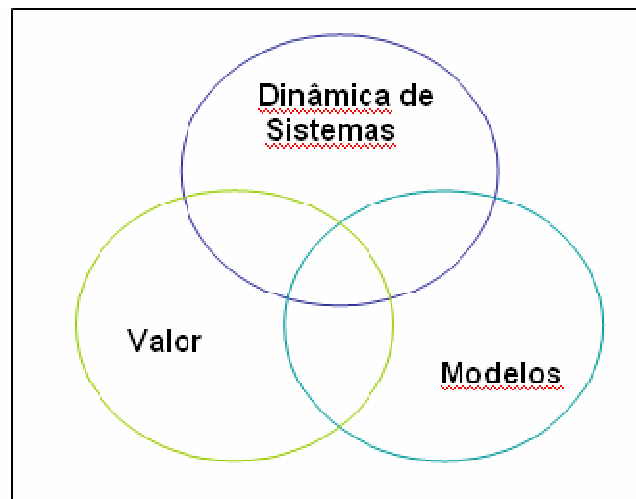


Figura 47: Integração das áreas pesquisadas  
Fonte: o autor.

### 6.1 REVISÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo central enunciado no capítulo foi: Explorar e propor uma sistemática para a mensuração de valor global, gerado por uma organização. Analisando os resultados obtidos, bem como, o aprofundamento na pesquisa, consideramos que o objetivo central do trabalho foi alcançado. Os diversos ângulos do tema foram verificados e observou-se que, apesar da

abrangência da expressão valor, se pode obter um senso comum a respeito do termo. Também se deve ressaltar que a escolha pelo caminho da modelagem em dinâmica de sistemas, abre uma possibilidade de visão ampla dos diversos fenômenos que envolvem a organização.

Dois fatores intrínsecos às organizações, porém, que não costumam ser considerados com a importância necessária, a saber: o tempo e a influência dos diversos modelos mentais, puderam ser explorados de maneira mais eficiente com a prática adotada.

A forma com que se buscou atingir os objetivos específicos do trabalho, que revisamos a seguir, cria uma base melhor de compreensão para a crença acerca do objetivo central.

**Objetivo 1:** Formalizar o conceito qualitativamente através de uma pesquisa exploratória, demandou uma ampla revisão bibliográfica nas bases de dados, focando a gestão de operações e rendeu uma base conceitual importante para futuras pesquisas.

**Objetivo 2:** Formalizar o conceito causalmente: O modelo embasado em informações reais de produção e a análise da estrutura que determinam o comportamento dinâmico de valor reforçam as reações sistêmicas de causa e efeito, presentes no fluxo de valor dentro um processo produtivo. Lembrando que a relação de causalidade é condição básica para a modelagem. No capítulo 4 foi desenvolvido o diagrama de enlaces causais que serviu de base para a construção da hipótese dinâmica apresentada.

**Objetivo 3:** Através da quantificação das relações causais, estabelecer as interações dinâmicas das variáveis e, seguindo os princípios de modelagem em “Dinâmica de Sistemas”, construir um modelo de simulação que reproduza o comportamento dos modos de referência pesquisados anteriormente. O diagrama de enlaces causais com fluxos e estoques apresentado no capítulo 4, na medida em que foi traduzido em termos quantitativos com o auxílio do *software* Vensim, criou um sistema de equações diferenciais que permitiu a simulação avaliação do comportamento dos dados reais utilizados como referência.

**Objetivo 4:** Formalizar o conceito matematicamente: A versão final do sistema de equações criado e apresentado passo-a-passo nos capítulos 4 e 5, cumprem o quarto objetivo específico.

**Objetivo 5:** Aplicar a hipótese desenvolvida na simulação de dados reais de produção em uma empresa do ramo automotivo, a fim de testar a sensibilidade do modelo e a sua capacidade de reproduzir a realidade. Com a reprodução do comportamento pesquisado, através da taxa de produção utilizada como referência, consideramos satisfatória a resposta desenvolvida através do modelo proposto.

Como mencionado anteriormente, a modelagem em dinâmica de sistemas permite conduzir a experimentação indireta, ou seja, verificar o impacto de mudanças no sistema, através de um modelo do sistema, sem que a realidade seja alterada. Assim sendo, é possível efetuar os testes que forem necessários, em um ambiente virtual, com menos riscos para a empresa a fim de adquirir a maturidade necessária antes de se proceder com qualquer intervenção no sistema real. Nesse contexto, a verificação do modelo, partindo de um estudo de caso, promove uma credibilidade maior na proposta.

## 6.2 CONTRIBUIÇÃO

A pesquisa conduzida procurou cobrir, dentro do campo da engenharia de produção e sistemas, em especial com foco em gestão de operações, estudos sobre a relação do “valor” e seus aspectos dinâmicos. Com isso observou-se que o assunto é tipicamente tratado de forma qualitativa, o que provavelmente deve-se à abrangência do conceito.

No trabalho desenvolvido pôde-se definir uma proposta de resposta visual para esse conceito, ao se estabelecer um comportamento do “valor” e seu impacto na taxa de produção, como indica a figura 48.

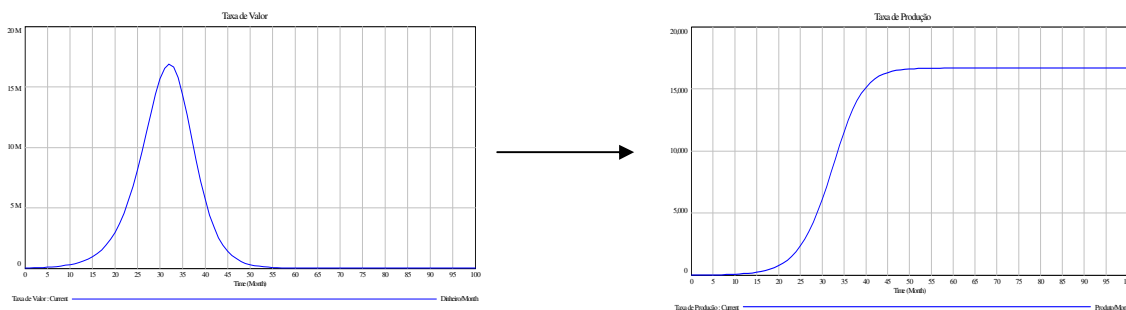


Figura 48: Comportamento do Valor e o impacto na Taxa de Produção

Fonte: o autor.

O ciclo de vida do produto é determinado por uma expectativa gerada com o lançamento de uma inovação, sob o ponto de vista do cliente. Essa expectativa apresenta um crescimento rápido, atingindo seu ápice, que representa a cobertura do mercado a que se destina o produto e esse valor é consumido ou torna-se obsoleto, a partir do desenvolvimento de novas soluções para as expectativas geradas.

Pesquisas anteriores (BASS, 1969) apresentam modelos matemáticos que reproduzem o ciclo de vida do produto a partir das informações mercadológicas do produto. Entretanto, não determinam uma relação direta com o conceito de “valor”. A contribuição deste projeto é trazer a luz de futuras pesquisas essa visão diferenciada acerca do comportamento dinâmico do Valor.

### 6.3 LIMITAÇÕES

A abrangência do tema é muito extensa e seria inviável um trabalho que buscasse esgotar o assunto, pois, certamente perder-se-ia o foco em engenharia de produção e sistemas.

Diante desse desafio a pesquisa se restringiu aos sistemas produtivos, onde a expressão “agregar valor” encontra-se extremamente difundida, porém, carecendo de um esclarecimento, bem como, uma representação, não somente qualitativa, mas também quantitativa.

Da mesma forma, buscar englobar o valor nos diversos tipos de produtos e mercados, também esbarraria em uma diversidade que seria proibitiva em função da disponibilidade de tempo e recursos para tal pesquisa. Logo, optou-se por trabalhar com a produção de bens duráveis, destinados a produção de outros bens, no caso veículos de passeio.

A pesquisa se limitou à reprodução do comportamento de vendas de uma única empresa, considerando os dados de forma determinística. Não foi considerada nenhuma aleatoriedade no modelo desenvolvido.

### 6.4 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nas limitações apresentadas, abre-se uma lacuna para pesquisas futuras, visando ampliar o conceito para outros tipos de produtos e mercados, bem como, verificar a aplicação em outros ramos da indústria.

Também cabe ressaltar alguns aspectos abordados ainda na fase de verificação do modelo, capítulo 4, onde se verificou a necessidade de uma pesquisa quantitativa mais aprofundada. Nesse aspecto, podemos citar os seguintes pontos a melhorar:

- a) precisão dos dados, através da utilização em empresas com maior longevidade e que permitam reunir e explorar uma quantidade maior de dados e informações;

O modelo proposto se limitou ao estudo de uma única empresa e que teve suas atividades encerradas. Para continuidade dos estudos e uma coleta maior de dados, o trabalho deve se estender a outras empresas, possivelmente, de outros ramos da indústria, permitindo uma maior precisão das informações.

- b) envolvimento de uma cadeia maior de agentes do sistema, tais como: fornecedores, funcionários e clientes;

Ampliar a abrangência da pesquisa, consultando e explorando um número maior de pessoas na melhoria do modelo. Esse trabalho pode ser realizado com funcionários das empresas pesquisadas, bem como, com outros pesquisadores que desejem tomar parte nesse desenvolvimento.

- c) ampliação das fronteiras do modelo, tornando-o mais endógeno;

Tornar o modelo mais endógeno significa capturar a interação das variáveis e agentes representados no modelo. A dinâmica de sistemas busca uma explicação endógena do fenômeno. Logo, ampliando a pesquisa e melhorando a qualidade das informações será possível compreender e controlar variáveis que no modelo proposto foram tratadas como exógenas.

- d) definir dinamicamente e fisicamente as unidades inseridas no modelo para ajustes do fator tempo;

As variáveis: Taxa de Aderência do Mercado (TAM), Custo Unitário (CU) e Fator Tempo (FT), apresentam unidades de 1/Month e carecem de um aprofundamento da pesquisa para que o modelo se torne mais realístico.

## REFERÊNCIAS

ACKOFF, Russel L. **Planejamento empresarial**. trad. de Marco T. de Freitas. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 114 p.

ANAND, Gopesh; WARD, Peter D. Fit, flexibility and performance in manufacturing: coping with dynamic environments. **Production and Operation Managements Society**, v. 13, n. 4, p. 369-385, winter 2004.

ANDREOU, Andreas N; GREEN, Annie; STANKOSKY, Michael. A Framework of Intangible Valuation Areas and Antecedents. **Journal of Intellectual Capital**, v. 8, n. 1, 2007.

BASS, Frank M. A New Product Growth for Model Consumer Durables. **Management Science**, v. 15, n. 5, January, 1969.

BASSO, Jose L. **Engenharia e análise do valor**. São Paulo: IMAM, 1991. 194 p.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**. trad. de Francisco M. Guimarães. 3. ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 1977. 351 p.

BESSEGATO, Lupércio F. **Modelos e modelagem**. 2007. Notas de aula. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://bessegato.sites.uol.com.br/PUC/modelos.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2008.

BOOMER, Gary L. The 10 rules of technology management. **Accounting Today**. 2006. Disponível em: <[www.webcpa.com](http://www.webcpa.com)>. Acesso em: 26 mai. 2006.

BROWNING, Tyson R. Analysing the Systems Underlying an Enterprises. **Incose-Insight**, International Council of Systems Engineering. v. 6, n. 2, January 2004.

BRYANT, L.; JONES, D.A.; WIDENER, S.K. *Managing Value Creation within the Firm: An Examination of Multiple Performance Measures*. **Journal of Management Accounting Research**. v. 16, n. 4, p. 107-131, 2004.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 242 p.

CHECKLAND, Peter; POULTER, John. **Learning for Action – a short definitive account of Soft Systems Methodology and its use for Practitioners, Teachers and Students.** John Wiley & Sons Ltd. Chichester-England, 2006, 200 p.

CHURCHILL JR., Gilbert A.; PETER, J. Paul. **Marketing: criando valor para o cliente.** São Paulo: Saraiva, 2000.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas valuation – calculando e gerenciando o valor das empresas.** São Paulo: Makron Books, 2002.

CYERT, Richard M.; MARCH James G. **A Behavioral Theory of the Firm.** 2<sup>nd</sup> ed. Malden-USA: Blackwell, 1992. 252 p.

DAVIDSON, Willian H. Beyond re-engineering: The three phases of business tranformation. **IBM Systems Journal**, v. 32, n. 1, p. 65, 1993.

DELL'ISOLA, Alphonse J. **Value Engineering- Practical Applications... for Design, Construction, Maintenance & Operations.** Kingston-MA-USA: RSMeans, 1997. 427 p.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e informação qualitativa: aportes metodológicos.** 2. ed. Campinas: Papirus, 2004. 135 p.

DENTON, D. Keith Measuring Relevant Things. **International Journal of Productivity and Performance Management.** ABI/INFORM Global 544, 3, p. 278. 2005.

EVANS, James R. **Production/Operations Management: Quality, Performance and Value.** 5 ed. St. Paul-MN: West Publishing Company – 1997. 789 p.

FERNANDES, Amarildo da Cruz. **Scorecard Dinâmico: em direção à integração da dinâmica de sistemas com o balanced scorecard.** 2003. 320 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa.** 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FLETCHER, Tom; McCLINTOCK Scot Integrating Value Engineering into the Quality Management Framework. **Quality Congress. ASQS - Annual Quality Congress Proceedings.** 2004; 58, ABI/INFORM Global, p.553.



GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2002.

GARCIA, Maria J.G.F. Em busca do conceito de valor. **Cadernos de Semiótica Aplicada**, São Paulo. v. 1, n. 2, dez. 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 159 p.

GONZALES, Javier P. et al. Assessing value in platformed product family design. **Research Engineering Design**, Cambridge, v. 13, p. 30-41, 2001.

HARPER, Douglas G.; BERNOLD, Leonhard E. Success of supplier alliances for capital projects. **Journal of Constructing Engineering and Management**, v. 131, n. 9, p. 979-985, Sept. 2005.

HOLBROOK, Morris B. **Consumer value: a framework for analysis and research**. London: Routledge, 1999. 203 p.

JACOBS, Buce I.; LEVY, Kenneth N. On the Value of Value. **Financial Analysts Journal**. v. 44, n. 4, p. 47, Jul/Ago, 1988, ABI/INFORM Global.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **Balanced Scorecard- Indicadores que impulsionam o desempenho empresarial**. 3. reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 126 p.

KANT, Immanuel. **Crítica da razão pura**. trad. de Valério Rohden e Udo Balbur Moosburger. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 415 p.

KIRCHHOFF, Bruce A.; MERGES, Matthias J.; MORABITO, Joe A Value Creation Model for Measuring and Managing the R&D Portfolio. **Engineering Management Journal**, v. 13, n. 1, 2004.

KOTLER, Philip. **Princípios de marketing**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ed. Prentice Hall, 1998.

KUMAR, Rakesh; VRAT, Prem. Using computer models in corporate planning. **Long Range Planning**, Great Britain, v. 22, p. 144-120, 1989.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

LEVITT, Theodore Market Myopia. **Harvard Business Review**. September-October-1975.

LIKER, Jeffrey K. **The Toyota Way – 14 management principles from the world’s greatest manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.

LJUNG, Lennart. **System Identification: theory for the user**. 2<sup>nd</sup> ed. Upper Saddle River, USA: Prentice Hall, 1999. 609 p.

LOOSEMORE, M.; HSIN, Y. Y. Customer-focused benchmarking for facilities management. **Facilities – ProQuest Science Journals**, v. 19, n. 13/14, Nov/Dec 2001. p. 464.

MACMILLAN S.; PRETORIUS P. J. Back to basics - a systems approach to better decision making. **South Africa Journal of Industrial Engineering**, Pretoria, v. 16, n. 1, p. 69-82, Pretoria, Maio, 2005.

MAGALHÃES, Rogério Antonio Lagoeiro de. Valor, essência e aparência e o conceito da mais-valia extraordinária. **Economia**. Niterói (RJ), v. 5, n. 1, p. 67-97, jan./jun. 2004.

MICHELON, M. J. et al. A criação do conhecimento corporativo promovido pelos fluxos de informação gerados na implantação do planejamento estratégico. **Revista Produção On Line**. v. 6, n. 1, abr., 2006.

MILES, Lawrence D. **Techniques of value analysis and engineering**. Published by Eleanor Miles Walker. 3<sup>rd</sup> ed. Madison – USA, 1989. 350 p.

MOTOR Industry Facts. **The Society of Motor Manufacturers and Traders Limited**, London, April, 2007.

NAYLOR J. B.; NAIM, M.M.; BERRY, D. Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, v. 62, p. 107-118, 1999.

NAYAK, Nitin et al. Core Business Architecture for a Service-Oriented Enterprise. **IBM Systems Journal**. v. 46, n. 4, 2007.

NAZARENO, Ricardo R. **Desenvolvimento e aplicação de um método para aplicação de sistemas de produção enxuta**. 2003. 167 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

NEELY, Andy et al. Designing performance measures: a structured approach. University of Cambridge, Cambridge, UK, **International Journal of Production and Operations Management**, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1997.

NEELY, Andy; BOURNE, Mike. Why measurement initiatives fail. **Measuring Business Excellence**, v. 4, n. 4, p. 3-6, 2000.

NEELY, Andy. The Search for Meaningful Measures. ABI/INFORM Global: **Management Services**. p. 14, Summer 2007.

NOCETI FILHO, Sidnei. **Fundamentos sobre ruídos parte III: ruído branco e ruído rosa**. Disponível em: <<http://www.linse.ufsc.br/~sidnei/RuidosParte-III.doc>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

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; trad. SCHUMACHER, Cristina. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

PEREIRA Filho, Rodolfo Rodrigues. **Análise do valor**. São Paulo: Nobel, 1994. 186 p.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 318-25, 1995.

PIRES, Eginardo. **Valor e acumulação**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

RAPPAPORT, Alfred. Ten Ways to Create Shareholder Value. **Harvard Business Review**, p. 159, Sept. 2006.

RENTES, Antonio C. **TransMeth – proposta de uma metodologia para condução de processos de transformação de empresas.** 2000. Tese (Livre docência) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2000.

RING, J. Intelligent enterprises. **Incose-Insight**, International Council of Systems Engineering. v. 6, n. 2, January, 2004.

ROCHA, Ruth. **Minidicionário enciclopédico escolar.** 9. ed. São Paulo: Scipione, 1996.

ROEVER, Carol. Arguments for focusing on our core business. **Business Communication Quarterly**, v. 62, n. 2, June 1999.

RYAN, Harley E.; TRAHAN, Emery A. The Utilization of Value-Based Management: An Empirical Analysis. **Financial Practice and Education.** Spring/Summer, 1999.

SAKURAI, Michiharu. **Gerenciamento integrado de custos.** São Paulo: Atlas, 1997. 279 p.

SANTANA, Charles N. de. **Programação matemática.** Notas de aula. Março, 2007.

SANTOS, Joel J. **Análise de custos:** remodelando com ênfase para sistema de custeio marginal, relatórios e estudos de caso. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 231 p.

SCHIER, Carlos Ubiratan da Costa. **Custos industriais.** Curitiba: IBPEX, 2005. 189 p.

SENGE, Peter. **A quinta disciplina:** arte e prática da organização que aprende. São Paulo: Best Seller, 2000. 441 p.

SHEARER, L.; KULAKOWSKI, B. T., GARDNER, J.F. **Dynamic modeling and control of engineering systems.** 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey-USA: Prentice Hall, 1997. 375 p.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Ciro Pereira da. **A terceirização responsável:** modernidade e modismo. São Paulo: LTR, 1997. 134p.

SIMON, Herbert. **Comportamento administrativo**: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1970, 277p.

SLYWOTZKY, Adrian J. **Migração do valor**: como se antecipar ao futuro e vencer a concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 337 p.

SOBRIO, Andrea; KELLER, Martina Market Analysis-Networked Healthcare-Integration through Sustainable Value Creation. **Journal of Medical Marketing**. v. 7, n. 2, p. 102-113, 2007.

SOUSA, George W.L. "Impact of alternative flow control policies on valuestream delivery robustness under demand instability: a system dynamics modeling and simulation approach". 2004. Tese de Doutorado - Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.

SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção. **Harvard Business Review**, Set./Out. 1999.

STERMAN, John D. **Busyness dynamics**: system thinking and modeling for a complex world. Irwin McGraw-Hill, 2000.

STERMAN, John D. All Models Are Wrong: reflections on becoming a systems scientist. **Systems Dynamics Review**, v. 18, n. 4, p. 501-531, Winter, 2002.

STEVENSON, Willian J. **Estatística aplicada a administração**. São Paulo: Harper e Row, 1981.

TEIXEIRA, Paulo H. **Como gerenciar a terceirização**. Blumenau: Nova Letra, 2006. 232 p.

THEODORSON, George A.; THEODORSON, Achilles G. **A modern dictionary of sociology**. London: Methuen, 1970.

THE UK AUTOMOTIVE Sector Sustainability Report: the Society of Motor Manufacturers and Traders Limited. London, October, 2007.

TIGRE, Paulo Bastos. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, n. 3, Jan-Jun. 1988.

THOMPSON, K. N.; COE, B.; LEWIS, J.R. Gauging the Value of Supplier's Products: Buyer-Side Applications of Economic Value Pricing Models. **The Journal of Business & Industrial Marketing**. ABI/INFORM Global, v. 9, n. 2, p. 29-40, 1994.

WATSON, Gregory H. Putting Value Back into Engineering. **ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings**. – ABI/INFORM Global, 59, p.163, 2005.

WITTIG, B; WRIGHT, D. Why intelligent enterprises? Current Indicators of Insufficient Enterprises. **Incose-Insight**, International Council of Systems Engineering. v. 6, n. 2, Jan., 2004.

WOLMAN, Abel G. Measurement and Meaningfulness in Conservation Science. **Journal of Conservation Biology**. Society for Conservation Biology. v. 20, n 6, p. 1626-1634, December, 2006.

WOMACK, James P. Value Streaming Map. **Manufacturing Engineering**. v. 36, n. 5, p.145, 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

## ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DA LITERATURA PESQUISADA

O anexo A apresenta uma classificação da literatura pesquisada, cobrindo as três principais áreas da revisão bibliográfica realizada: Valor, Dinâmica de Sistemas e Sistemas e Modelagem.

Fonte	Valor	Dinâmica de Sistemas e Sistemas	Modelos	Outros
ACKOFF, 1975			◆	
ANAND & WARD, 2004		◆		
ANDREOU, GREEN & STANKOSKY, 2007	◆			
BASS, 1969			◆	
BASSO, 1991	◆			
BERTALANFFY, 1977		◆		
BOOMER, 2006				◆
BROWNING, 2004		◆		
BRYANT, JONES & WIDENER, 2004	◆			
CERVO, 2002				◆
CHECKLAND & POULTER, 2006			◆	
CHURCHILL & PETER, 2000				◆
COPELAND, KOLLER & MURRIN, 2002	◆			
CYERT & MARCH, 1992				◆
DAVIDSON, 1993				◆
DELL'ISOLA, 1997	◆			
DEMO, 2004				◆
DENTON, 2005				◆
EVANS, 1997	◆			
FERNANDES, 2003		◆		
FERREIRA, 1999	◆			
FLETCHER & McCLINTOCK, 2004	◆			
GAITHER; FRAZIER, 2002				◆
GARCIA, 2003	◆			
GIL, 1996				◆
GONZALES, 2001	◆			
HARPER & BERNOLD, 2005				◆
HOLBROOK, 1999	◆			
JACOBS & LEVY, 1988	◆			
KAPLAN & NORTON, 2004				◆
KANT, 1983				◆

Fonte	Valor	Dinâmica de Sistemas e Sistemas	Modelos	Outros
KIRCHHOFF, MERGES & MORABITO, 2004	◆			
KOTLER, 1998	◆			
KUMAR & VRAT, 1989		◆		
LAKATOS & MARCONI, 2003				◆
LEVITT, 1975				◆
LIKER, 2004	◆			
LJUNG, 1999		◆		
LOOSEMORE & HSIN, 2001				◆
MACMILLAN & PRETORIUS, 2005			◆	
MICHELON, PILATTI, LIMA & CARVALHO, 2006	◆			
MILES, 1989	◆			
NAYLOR, NAIM & BERRY, 1999	◆			
NAYAK, 2007	◆			
NAZARENO, 2003				◆
NEELY, 1997				◆
NEELY & BOURNE, 2000				◆
NEELY, 2007				◆
NONAKA; TAKEUCHI, 1997				◆
OHNO, 1997	◆			
OLIVEIRA, 2002		◆		
PEREIRA FILHO, 1994	◆			
PIOVESAN & TEMPORINI, 1995				◆
PIRES, 1979	◆			
RAPPAPORT, 2006	◆			
RENTES, 2000			◆	
RING, 2004		◆		
ROCHA, 1996				◆
ROEVER, 1999				◆
RYAN & TRAHAN, 1999		◆		
SAKURAI, 1997	◆			
SANTOS, 2005	◆			
SCHIER, 2005	◆			
SENGE, 2000		◆		
SHEARER, KULAKOWSKI & GARDNER, 1997		◆		
SHINGO, 1996	◆			
SILVA, 1997		◆		
SIMON, 1970			◆	
SLYWOTZKY, 1997		◆		
SMMT, 2007				◆
SOBRIO & KELLER, 2007	◆			
SOUSA, 2004		◆		



<b>Fonte</b>	<b>Valor</b>	<b>Dinâmica de Sistemas e Sistemas</b>	<b>Modelos</b>	<b>Outros</b>
SPEAR; BOWEN, 1999	◆			
STERMAN, 2000		◆		
STERMAN, 2002		◆		
STEVENSON, 1981				◆
TEIXEIRA, 2006	◆			
THEODORSON & THEODORSON, 1970				◆
SMMT, 2007				◆
TIGRE, 1988			◆	
THOMPSON, COE & LEWIS, 1994	◆			
WATSON, 2005	◆			
WITTIG & WRIGHT, 2004		◆		
WOLMAN, 2006	◆			
WOMACK, 2006	◆			
YIN, 2005				◆

## **BIOGRAFIA RESUMIDA**

Eron Carlos Scheffer, nascido em 31 de dezembro de 1964 em Curitiba. Técnico em Mecânica pelo CEFET-PR, graduado em Administração pela FARESC. Atuou na indústria automotiva de 1983 a 2006, nas áreas de Sistemas da Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores e na indústria de Óleo e Gás de 2007 até o momento. Interesse especial em desenvolvimento de soluções para problemas de qualidade e gestão de processo a partir da Dinâmica de Sistemas e metodologia de análise e solução de problemas – MASP.

Comentários, críticas e sugestões são bem-vindas e podem ser enviadas para o endereço: [ecs8@ig.com.br](mailto:ecs8@ig.com.br).