

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO DE APOIO À APRENDIZAGEM DE GESTÃO DE CADEIA DE
SUPRIMENTOS UTILIZANDO A METODOLOGIA *SYSTEM DYNAMICS*.**

LUÍS SÉRGIO PAÇÓ LOPES

SÃO CARLOS
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO DE APOIO À APRENDIZAGEM DE GESTÃO DE CADEIA DE
SUPRIMENTOS UTILIZANDO A METODOLOGIA *SYSTEM DYNAMICS*.**

LUÍS SÉRGIO PAÇÓ LOPES

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini

SÃO CARLOS
2009

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

L864ma

Lopes, Luís Sérgio Paçó.

Modelo de apoio à aprendizagem de gestão de cadeia de suprimentos utilizando a metodologia system dynamics / Luís Sérgio Paçó Lopes. -- São Carlos : UFSCar, 2010. 232 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Gestão de suprimentos. 2. Logística. 3. Simulação. 4. System Dynamics. I. Título.

CDD: 658.7 (20^a)



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Luís Sérgio Paçó Lopes

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 22/05/2009 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini
Orientador(a) PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Alceu Gomes Alves Filho
PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Mahoel Fernando Martins
PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Marcel Andreotti Musetti
EESC/USP

Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo
UFG

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE

DEDICATÓRIA

À minha esposa Milena e aos meus filhos André e Henrique que, baseados no amor, na amizade e no respeito, sempre apoiaram o meu trabalho de pesquisa ao considerá-lo como importante atividade de nossas vidas.

Aos meus sogros Fani e Pedro, aos meus pais Mário e Suzete e ao meu irmão Mário por estarem sempre dispostos a me apoiar e orientar nas principais decisões de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dário Henrique Alliprandini, pela forma madura, inteligente e amiga com que orientou este trabalho de pesquisa.

Ao professor Reginaldo Santana Figueiredo pelo apoio inteligente e criativo na dissertação de mestrado e em outras atividades desenvolvidas no Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar.

A todos os professores do DEP-UFSCar e da EESC-USP que deram importantes contribuições para o desenvolvimento deste trabalho, em especial, o Professor Alceu Alves Gomes Filho e o Professor Edmundo Escrivão Filho.

A todos os funcionários da UFSCar, em especial, à Raquel e ao Robson pela sua competência e solicitude.

EPÍGRAFE

“Se sua empresa estabelece qualquer relacionamento com um produto, ela já faz parte de uma cadeia de suprimentos e seu sucesso se prende ao elo mais frágil dessa cadeia. Por quê? Porque a natureza da concorrência está passando da batalha clássica entre empresas para o confronto entre cadeias de suprimentos”.

David A. Taylor, 2005.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 Objetivos da Pesquisa | 22 |
| 1.2 Metodologia..... | 25 |
| 1.3 Justificativa e Contribuições..... | 27 |
| 1.4 Estrutura do Trabalho | 32 |
| 2 HISTÓRICO DA LOGÍSTICA E DA CADEIA DE SUPRIMENTOS | 33 |
| 3 GESTÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS..... | 41 |
| 3.1 Definições de Cadeia de Suprimentos, Logística e Gestão de Cadeia de Suprimentos | 46 |
| 3.1.1 A Dinâmica nas Cadeias de Suprimentos..... | 54 |
| 3.1.2 O equilíbrio entre a eficiência e a responsividade..... | 59 |
| 3.1.3 Objetivos conflitantes (<i>trade-off's</i>) e estratégia nas cadeias de suprimentos..... | 61 |
| 3.2 Avaliação do Desempenho de Cadeia de Suprimentos | 65 |
| 3.2.1 Introdução..... | 65 |
| 3.2.2 Modelo SCOR | 69 |
| 3.2.3 Avaliação do desempenho segundo Bowersox | 72 |
| 3.2.4 Métricas de Cadeia e Suprimentos segundo Lambert & Pohlen | 76 |
| 3.2.5 O Sistema Gerencial <i>Balanced Scorecard</i> | 86 |
| 4 METODOLOGIA SYSTEM DYNAMICS | 103 |
| 4.1 Histórico da Metodologia <i>System Dynamics</i> | 103 |
| 4.2 Fundamentos da Metodologia <i>System Dynamics</i> | 109 |
| 4.3 Aplicações da Metodologia SD em Cadeias de Suprimentos | 111 |
| 5 CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO | 116 |
| 5.1 Premissas para a Concepção do Modelo | 116 |
| 5.2 Requisitos para a Elaboração do Modelo | 121 |
| 5.2.1 Requisitos para a Gestão de Cadeia de Suprimentos (GCS)..... | 121 |
| 5.2.2 Requisitos para a simulação e para a metodologia <i>System Dynamics</i> (SD)..... | 123 |
| 5.2.3 Requisitos para a Gestão da Produção..... | 125 |
| 5.2.4 Requisitos para o <i>Balanced Scorecard</i> (BSC)..... | 132 |

| | |
|--|-----|
| 5.3 A Integração da GCS, SD e BSC..... | 133 |
| 5.4 Visão Geral do Modelo e o Mapa Estratégico..... | 135 |
| 5.5 Passos para a Elaboração do Modelo..... | 140 |
| 5.6 Características da Dinâmica e das Relações de Causa e Efeito na CS | 142 |
| 5.7 Descrição do Modelo e seu Funcionamento..... | 146 |
| 5.8 Pré-Requisitos para o Usuário na Aplicação e Simulação | 154 |
| 5.9 Experimentação do Modelo..... | 156 |
| 5.10 Resultados do Modelo de CS | 159 |
| 5.11 Considerações sobre a Validação do Modelo..... | 166 |
| | |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS..... | 173 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 180 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 185 |
| | |
| APÊNDICE | 188 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1.1 - Fluxograma das atividades de pesquisa | 27 |
| FIGURA 3.1 - Resposta de uma CS a uma oscilação de 10% nas vendas a varejo. | 58 |
| FIGURA 3.2 - Estrutura de tomada de decisões na cadeia de suprimento. | 64 |
| FIGURA 3.3 - Processos de negócios básicos do modelo SCOR 9.0. | 71 |
| FIGURA 3.4 - Níveis de detalhamento do SCOR. | 72 |
| FIGURA 3.5 - Modelo do valor para o acionista. | 73 |
| FIGURA 3.6 - Modelo de lucro estratégico. | 76 |
| FIGURA 3.7 - Tipos de processos de negócio entre empresas | 78 |
| FIGURA 3.8 - Geração de valor agregado (EVA) no relacionamento com o cliente. | 80 |
| FIGURA 3.9 - Geração de valor agregado (EVA) no relacionamento com o fornecedor | 81 |
| FIGURA 3.10 - Lucro e EVA na atividade de preparação de pedidos | 84 |
| FIGURA 3.11 - Lucro e Valor de Mercado da Cadeia de Suprimentos. | 85 |
| FIGURA 3.12 - O escopo do <i>Balanced Scorecard</i> | 91 |
| FIGURA 3.13 - Modelo genérico da proposta de valor. | 93 |
| FIGURA 3.14 - A Perspectiva dos Processos Internos. | 94 |
| FIGURA 3.15 - Estrutura de Medição do Aprendizado e Crescimento. | 97 |
| FIGURA 3.16 - O <i>Balanced Scorecard</i> como estrutura para ação estratégica. | 99 |
| FIGURA 4.1 - Simulação computacional aplicada a sistemas sócio-econômicos. | 115 |
| FIGURA 5.1 - Estratégia de Operações. | 126 |
| FIGURA 5.2 - Impactos mútuos entre os objetivos de desempenho. | 127 |
| FIGURA 5.3 - Retorno sobre os ativos e decisões estratégicas. | 129 |
| FIGURA 5.4 - Matriz conceitual de estratégia de operações. | 130 |
| FIGURA 5.5 - Perspectivas do BSC no modelo teórico. | 132 |
| FIGURA 5.6 - Concepção básica do modelo teórico de cada elo da CS. | 137 |
| FIGURA 5.7 - Mapa Estratégico do modelo teórico. | 139 |
| FIGURA 5.8 - Metodologia de Simulação. | 142 |
| FIGURA 5.9 - Modelo inicial de simulação em Powersim. | 145 |
| FIGURA 5.10 - Fluxo Físico de um Elo da Cadeia. | 148 |
| FIGURA 5.11 - Fluxo de Caixa de um Elo da Cadeia. | 149 |
| FIGURA 5.12 - Demonstração de Resultados do Exercício. | 150 |
| FIGURA 5.13 - Balanço Patrimonial. | 151 |
| FIGURA 5.14 - Ponto de Equilíbrio Contábil. | 152 |
| FIGURA 5.15 - Painel de Elaboração de Estratégia. | 153 |
| FIGURA 5.16 - Painel de Desempenho dos Elos e da CS. | 154 |
| FIGURA 5.17 - Painel de Estratégias: resultados. | 157 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 3.1 - Análise combinada da lucratividade..... | 82 |
| Tabela 3.2 - Medida de desempenho de aspectos financeiros estratégicos..... | 92 |
| Tabela 3.3 - Medidas de desempenho relacionadas aos clientes..... | 93 |
| Tabela 5.1 - Impacto dos investimentos nos objetivos de desempenho..... | 131 |
| Tabela 5.2 - Dados que mostram o Efeito Forrester..... | 143 |
| Tabela 5.3 - Valor dos Objetivos de Desempenho..... | 152 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 3.1 - Classificação dos estudos de GCS em escolas..... | 44 |
| Quadro 3.2 - Métricas típicas de desempenho..... | 74 |
| Quadro 4.1 - Técnicas e métodos de simulação aplicadas à GCS..... | 114 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| BSC | <i>Balanced Scorecard</i> |
| CLM | <i>Council of Logistics Management</i> |
| CRM | <i>Customer Relationship Management</i> |
| CS | Cadeia de Suprimentos |
| CSCMP | <i>Council of Supply Chain Management Professionals</i> |
| DOAR | Demonstração das Origens e Aplicações dos Recursos |
| DRE | Demonstração de Resultados do Exercício |
| ECT | Economia dos Custos de Transação |
| ESI | <i>Early Supplier Involvement</i> |
| EVA | <i>Economic Value Added®</i> |
| GCS | Gestão de Cadeia de Suprimentos |
| GSCF | <i>Global Supply Chain Forum</i> |
| ISM | <i>Institute for Supply Management</i> |
| JIT | <i>Just-in-time</i> |
| MIT | <i>Massachusetts Institute of Technology</i> |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| QFD | <i>Quality Function Deployment</i> |
| RAL | Retorno sobre os Ativos Logísticos |
| RBV | <i>Resource Based View</i> |
| ROA | <i>Return on Assets</i> |
| ROE | <i>Return on Equity</i> |
| SI | Sistemas de Informação |
| SC | <i>Supply Chain</i> |
| SCC | <i>Supply Chain Council</i> |
| SCM | <i>Supply Chain Management</i> |
| SCOR | Supply Chain Operations Reference Model |
| SD | <i>System Dynamics</i> |
| TCA | <i>Transaction Cost Analysis</i> |

RESUMO

Na década de 80 uma nova abordagem competitiva e gerencial denominada Gestão de Cadeia de Suprimento (GCS) inaugura um novo comportamento no âmbito das operações. Os avanços da logística, da tecnologia de informação e dos estudos organizacionais criaram as condições para que as organizações passassem a operar segundo essa nova visão, que, ao lado de novas oportunidades, fez também surgir uma série de questões ainda por responder. As organizações passam a ser geridas sob uma perspectiva mais ampla e suas operações contemplam uma maior integração entre seus fornecedores e clientes. Nesse sentido, conhecimentos adicionais tornam-se necessários para a utilização dessa nova perspectiva de gestão. Os gestores de Cadeia de Suprimentos (CS) precisam do apoio das novas formas de aprendizado organizacional para aprofundar a compreensão do funcionamento das CS e, assim, obter subsídios para a formulação de estratégias e as consequentes tomadas de decisão. É com esse intuito que o trabalho propõe a construção de um modelo teórico e de simulação de GCS. A experimentação do modelo de simulação proporciona o aprimoramento da opção por novas vias estratégicas por meio da aprendizagem gerencial sobre o desempenho efetivo de uma CS. As novas estratégias são definidas com a identificação das relações de causa e efeito que configuram a estrutura da CS e das ações que levam ao alinhamento estratégico das organizações que a integram. A aplicação, de forma coordenada, dessas ações leva à melhoria da competitividade, de forma sustentável, para as empresas e respectivas cadeias.

Palavras-chave: Gestão de Cadeia de Suprimentos. Logística. Simulação. *System Dynamics*.

ABSTRACT

In the 80's, a new competitive managerial approach, named Supply Chain Management (SCM), has begun an innovative behavior in the operation area. The advances of logistics, information technology, and organizational studies made up conditions for the organizations to operate according to this vision which, besides new opportunities, also created a series of questions to be answered. The organizations started being managed under a wider perspective and their operations contemplated a bigger integration among clients and suppliers. Therefore, additional knowledges were necessary if such new perspective of management would be used. Supply Chain (SC) managers need support from new ways of organizational learning to deep the understanding of SC operation and, this way, to receive helps for strategy formulations and decision making. This work intends to build a theoretical model and simulation of SCM. Experiment of simulation model betters the option for new strategies through managerial learning on effective performance of a SC. New strategies are defined with the cause-effect relationship to shape a SC structure and actions which take the strategic alignment of belonging organizations. A coordinated application of such actions betters the competitiveness, in a sustainable way, to the enterprises as well their chains.

Keywords: Supply Chain Management. Logistics. Simulation. System Dynamics.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XX as organizações obtiveram elevados aumentos de produtividade em função, principalmente, das inovações tecnológicas nos materiais, produtos e processos e do desenvolvimento dos sistemas de informação. Como consequência, a conquista de novos mercados tornou-se possível, dada a evolução dos sistemas logísticos e de informações e, ao mesmo tempo necessária, em função do aumento da concorrência.

Essa evolução trouxe um dos maiores desafios nesse ambiente globalizado: as novas regras da concorrência. Os novos consumidores tornaram-se cada vez mais exigentes e o ato de comprar deixou de ser uma decisão baseada apenas na tradição, no costume e na comodidade. O novo consumidor quer boas condições de preço, qualidade, confiabilidade e, muitas vezes, envolvimento ativo no projeto e na entrega de produtos específicos (BOWERSOX, CLOSS & COOPER, 2006, p.21).

O desenvolvimento acelerado da tecnologia, a redução do ciclo de vida dos produtos, o aumento da concorrência e da exigência dos consumidores implicaram novos desafios aos gestores de operações das organizações (CORRÊA & CORRÊA, 2004). A melhoria da qualidade, o aumento da produtividade, a rapidez no lançamento de novos produtos, a diminuição dos custos e dos prazos de entrega dos produtos e serviços aos clientes são exemplos das respostas que as empresas necessitam fornecer.

Diante desse ambiente extremamente competitivo, é preciso ser competente. E ser competente é ser capaz de atender mais rápido e melhor o consumidor. Com esse intuito, as organizações promoveram um universo de fusões, aquisições, parcerias e alianças em nome da obtenção de vantagens competitivas fundada na conquista e fidelização dos seus consumidores.

Atender rapidamente e de forma mais adequada significa não negligenciar a rapidez, a qualidade, a flexibilidade, a confiabilidade e o custo. Por meio da flexibilidade das operações, as organizações se adaptam a mudanças em termos de volume, reprogramação da produção e das entregas, da oferta de uma ampla variedade de produtos e do lançamento frequente de novos produtos. O fator tempo se insinua na rapidez de entrega e no cumprimento dos prazos combinados. A qualidade representa a conformidade em relação ao projetado e a adequação às necessidades dos consumidores. O fator custo é dado como consequência das estratégias propostas para esses diversos aspectos. Entretanto, o

maior desafio está no desenvolvimento das operações a custos competitivos concomitante à obtenção de desempenho satisfatório nos demais aspectos.

Neste cenário, inúmeras organizações tornaram-se adeptas de novas abordagens de gestão que prometiam melhorar a capacidade de enfrentar a competição intensa, contudo, verificou-se que estas requeriam muito tempo e esforço para que fossem implementadas em bases sustentáveis, além de não se adequarem a todas as situações (HAYES et al., 2008). Muitas organizações passaram por diversos programas de melhoria para tornarem-se empresas “classe mundial” por meio das atividades propostas pela manufatura enxuta (*lean manufacturing*), produção *Just-In-Time* e Desenvolvimento Rápido de Produto. Foram realizados *benchmarkings* do desempenho, processos de reengenharia, cortes de custos pelo processo de *downsizing*, programas de “qualidade total” e numerosas práticas de “terceirização.”

As novas abordagens para a melhoria de custos, qualidade, flexibilidade e resposta ao cliente demonstraram não ser suficientes. De modo geral, apenas um terço de todos os programas operacionais empreendidos foi considerado bem sucedido (HAYES et al., 2008).

Durante quase dois séculos, desde o surgimento das “unidades fabris”, preponderaram os esforços com foco na melhoria da eficiência a partir de ações promovidas internamente às organizações, principalmente por meio da redução dos custos operacionais. No entanto, para um bom número delas hoje, as ações sobre aspectos internos das organizações não têm implicado aumentos significativos da sua competitividade. Esse fato leva seus gestores a estudarem novos caminhos para a melhoria do desempenho e obtenção de vantagens competitivas sustentáveis (FISHER, 1997).

As empresas se deram conta de que já não é mais possível atender as crescentes exigências dos mercados de maneira isolada e sem contar com uma logística integrada de excelência. O enfoque passa da gestão de unidades operacionais singulares para a gestão de unidades operacionais interativas, segundo a qual são privilegiados fatores, extrínsecos à organização em si, que compõem um novo campo para a obtenção de vantagens competitivas. Os estudos e práticas que ocorrem em resposta a essa nova tendência são mais presentes nas empresas “*first movers*”, isto é, nas organizações que assumem a dianteira em termos de inovações em seus negócios e/ou que estão sujeitas a níveis mais elevados de concorrência.

Atualmente, o êxito das empresas está calcado no processo de criação de valor para o cliente e, nesse sentido, a logística surge como uma importante competência que, quando se torna parte fundamental da estratégia empresarial, deve ser administrada como uma competência central. A logística busca apoiar as operações de produção e marketing para satisfazer as necessidades do cliente e seu maior desafio, segundo esses autores, está em equilibrar as expectativas de serviços e os gastos de modo a alcançar os objetivos do negócio (BOWERSOX & CLOSS, 2001; CHRISTOPHER, 2007).

BOWERSOX & DAUGHERTY (1987) relatam que, ao longo do tempo, as organizações promoveram modificações na estrutura organizacional no que se refere à logística para criar condições para o desenvolvimento, a implantação e a avaliação de estratégias. Segundo esses autores as empresas experimentaram uma aglutinação de um conjunto de atividades sob a área de logística, a criação de cargos formais de profissionais responsáveis por essa área e a junção das áreas de suprimento e de distribuição física.

É assim que a logística também aparece como uma das mais novas e importantes fronteiras das empresas para obtenção de vantagens competitivas sustentáveis. Imbuídos dessa visão, autores como BOWERSOX & CLOSS (2001), dentre outros, relatam até mesmo a ocorrência de um “renascimento” da logística no período de 1980 a 1995. Esse renascer é acompanhado de inovações em inúmeros aspectos da logística, decorrentes de mudanças favoráveis de caráter regulamentar, da evolução da tecnologia de informação, da difusão do movimento em prol da qualidade, do desenvolvimento da gestão de relacionamentos e de uma visão inovadora em quase todos os aspectos da logística.

De certo modo, muito dessa retomada da logística relaciona-se a um novo entendimento da função produção. Esse reposicionamento parte da sua concepção como elemento estratégico e de vantagem competitiva para a empresa, pois, em síntese, como aventa SLACK et al. (2008), CS são antes de tudo interações entre operações e processos estratégicos para a empresa. Estes são mais alguns frutos dos trabalhos pioneiros de Skinner, da década de 60, nos quais este autor estabelece que a função produção é uma arma estratégica e competitiva e que é possível adotar uma visão de longo prazo para ela. De Skinner aos dias de hoje, eliminaram-se muitas convicções e tabus da área de operações e processos, tais como a necessidade de isolá-la da realidade maior do sistema empresa e do sistema dentro do qual está inserida a empresa. Antes de Skinner, a função produção era submissa ao marketing e às finanças, desempenhando um papel de apoio às necessidades das outras funções e a rele obrigação de produzir grandes quantidades de produtos a preços

mínimos, sem mão-de-obra qualificada e a custos cada vez mais baixos (CORRÊA & CORRÊA, 2004). Hoje, há uma maior integração entre os clientes e fornecedores no desenvolvimento e elaboração dos produtos por meio de uma logística ampliada e renovada.

Conforme relata BALLOU (2006), o pensamento do que representa a boa administração de logística evoluiu aceleradamente nos últimos anos. Este autor complementa as mudanças na estrutura das organizações, no que concerne à logística, relatando a ocorrência da introdução de atividades logísticas dentro dos processos produtivos e o exercício da gerência de atividades logísticas entre empresas, ainda que estas sejam, legalmente, organizações independentes.

Estas novas características estão relacionadas a uma nova abordagem de gestão, denominada Gestão de Cadeia de Suprimentos (GCS), que se apresenta com uma área de gestão que engloba as áreas de suprimento, produção e distribuição física com a finalidade de melhorar o atendimento das crescentes exigências do cada vez mais diversificado e mutável mercado consumidor. Essa nova abordagem requer uma gestão de relacionamentos baseada na coordenação, colaboração e confiança entre os seus integrantes, ou seja, engloba processos de gestão administrativa no âmbito interfuncional e interorganizacional.

Desde a década de 90, os estudos relacionados com essa nova tendência de gestão são cada vez mais presentes no meio acadêmico e a aplicação prática tem-se intensificado nas organizações públicas e privadas. Se em seus princípios, desde os anos 90, pesquisa e negócios mantiveram relações antagônicas no que se refere ao tema, o que agora se observa são amplas tentativas de unir o mundo dos negócios à explicação científica, de modo não só melhor compreender o processo, como também para desenvolver ferramentas aplicáveis para o seu gerenciamento adequado. Essa combinação entre academia e vida prática ressalta a relevância da temática diante de um ambiente cada vez mais competitivo. A batalha pelo domínio do mercado deixou de ser travada entre empresas rivais. Agora, a nova concorrência pressupõe cadeias de suprimentos *versus* cadeias de suprimentos (TAYLOR, 2005; CHRISTOPHER, 2007). O conceito de GCS desponta como uma nova forma de gestão que propõe a integração das organizações participantes cujo principal objetivo é o de agregar valor aos produtos ou serviços, melhorando, dessa forma, o desempenho global da cadeia de suprimentos para atender aos clientes cada vez mais caprichosos e voláteis.

BALLOU (2006 b) pondera que, embora haja muita divulgação sobre os benefícios da colaboração entre os membros da cadeia e da extensão do escopo da gestão de cadeia de suprimentos de forma a englobar atividades dentro da produção, os pressupostos teóricos da GCS não têm sido observados na prática das organizações.

FAWCETT & MAGNAN (2002) realizaram uma pesquisa com base em *survey* e em entrevistas de enfoque profundo, junto a 52 empresas norte-americanas com reputação de pioneiras na aplicação da abordagem de GCS, sendo 14 varejistas, 13 manufaturas, 12 fornecedores da primeira camada, 3 fornecedores de elos distantes e 9 prestadores de serviço. Esses autores constataram que poucas dessas empresas exploravam o potencial descrito pelos pressupostos teóricos de GCS: quase metade buscava ainda a integração entre as suas funções internas, um terço aproximadamente realizava esforços de integração junto, apenas, a fornecedores da primeira camada. Além disso, somente 11% agregavam a GCS à área de *marketing*, além de focar a integração com clientes importantes e apenas 8% integravam a GCS de forma sistemática em direção aos fornecedores e, também, aos clientes.

Nesse mesmo sentido, ALVES FILHO et al. (2004) realizam um levantamento bibliográfico de estudos que relatam pesquisas empíricas, relacionadas à GCS, no sentido de avaliar até que ponto os pressupostos mencionados pela literatura de GCS eram contemplados nas práticas de GCS da indústria automobilística européia, norte-americana e brasileira. Esses autores chegam à conclusão de que, apesar da ampla difusão e adoção das práticas de GCS, os pressupostos elencados podem ser apenas parcialmente verificados ou somente presentes em alguns segmentos das cadeias do setor automobilístico.

Os resultados encontrados pelas pesquisas empíricas são ratificados por CHRISTOPHER (2007, p. 266) que afirma que “*um importante obstáculo à mudança nessa área vital da administração é a estrutura organizacional arraigada e rígida que pesa sobre a maioria das empresas estabelecidas.*” Este autor explica, entretanto, que as demandas do mercado por melhores serviços, combinadas à concorrência intensificada, requerem mudanças do paradigma do modo como são pensadas as organizações.

Tais resultados mostram que a GCS ainda está sendo praticada nos moldes da antiga logística, sem alcançar os avanços apresentados pela literatura correlata que estabelece seus pressupostos teóricos. Estas considerações deixam clara a existência de importantes oportunidades de estudo e pesquisa, principalmente no que diz respeito a uma maior integração entre o conhecimento acadêmico e o conhecimento tácito dos profissionais

que atuam no âmbito da prática. O número de publicações sobre GCS tem crescido de forma acelerada em âmbito mundial, principalmente a partir de 2001, porém, constata-se que ainda existe um terreno fértil para novos estudos acadêmicos no sentido de procurar explicar, de forma clara e consistente, os novos conceitos e métodos para o planejamento, organização e controle das cadeias de suprimento. (PIRES, 2004; FIGUEIREDO, WANKE & FLEURY, 2006; NOVAES, 2007).

Na literatura atual sobre logística há unanimidade quanto à crescente importância da logística e da GCS tendo em vista a tendência à terceirização e a expansão das operações das empresas em âmbito mundial. Em estudo realizado pela empresa de consultoria *McKinsey & Company* estimou-se que por volta do ano 2020, 80% das mercadorias no mundo serão produzidas num país diferente daquele que irá consumi-las, contra 20% atualmente. (BALLOU, 2006 b).

As condições para que a evolução da GCS possa ocorrer de forma satisfatória estão calcadas na confiança e colaboração que deve existir entre os seus integrantes. Mas isso envolve o desenvolvimento de novas competências que, até então, não têm sido desenvolvidas, na medida em que a atual gestão de logística abrange o fluxo de produtos estritamente dentro das fronteiras das suas próprias empresas (BALLOU, 2006 b).

BALLOU (2006 b) argumenta que o avanço em relação à prática efetiva de GCS, provavelmente, ocorrerá quando os benefícios obtidos puderem ser mais bem medidos e as técnicas e ferramentas necessárias para o alcance desses benefícios forem aprimoradas.

BALLOU (2006 b) afirma que as futuras pesquisas devem auxiliar os gestores a lidarem mais especificamente com questões de GCS no sentido de desenvolver capacidade de negociação em termos de concessões, conciliações e compromisso, ou seja, treinamento em termos de gestão de relacionamentos. BALLOU (2006 b) ainda considera que há necessidade de desenvolvimento de conhecimento em comportamento organizacional e psicologia e que os profissionais educadores dessa área estão insuficientemente equipados para lidar com os novos aspectos requeridos pela abordagem de cadeia de suprimentos.

A questão principal, em paralelo às promessas de benefícios derivados da abordagem de CS, é que pouco tem sido oferecido em termos de desenvolvimento de ferramentas e competências necessárias para a obtenção desses benefícios. Os gestores de CS precisam receber treinamento em técnicas de trabalho em equipe, de construção de relacionamentos e desenvolvimento de confiança e credibilidade. Segundo BALLOU (2006 b), estes aspectos exigirão grandes esforços por parte dos profissionais acadêmicos e de

mercado e, também, das instituições relacionadas com essa área de conhecimentos, mas os retornos podem ser bastante significativos. BALLOU (2006 b) considera que as grades dos cursos de logística devem ser expandidas e convertidas em grades de GCS por meio da inclusão de disciplinas de gestão de relacionamentos, e de desenvolvimento de comprometimento entre os integrantes das CS. Segundo BALLOU (2006 b), estas mudanças exigirão grandes esforços por parte dos professores, pesquisadores e dos gestores das empresas, mas os resultados podem ser substanciais.

Este trabalho tem o intuito de desenvolver um modelo de simulação de forma a contribuir para o estudo mais aprofundado das CS a partir de uma melhor compreensão dos seus mecanismos de funcionamento. Consiste no desenvolvimento de um modelo conceitual de CS com base na utilização da metodologia *System Dynamics* e da simulação computacional. O aprendizado é obtido a partir da experimentação do modelo de forma a identificar o comportamento das organizações que compõem a CS em função das diversas estratégias por elas adotadas.

Nesse sentido, é um exercício que vem a se somar a outros e que se espera que contribua para a compreensão do comportamento das CS's. E, como todos os outros, implica escolhas e renúncias. A ênfase recai, então, sobre as interações dinâmicas que se dão nas CS em nível interorganizacional e seus aspectos estratégicos.

A simulação permite que o operador do modelo teste estratégias individuais com diversos níveis de coordenação e alinhamento e o impacto destas configurações estratégicas sobre todos os integrantes da cadeia. Dessa forma é possível identificar conjuntos de ações que levem a cadeia e seus integrantes a aumentar a probabilidade de obterem resultados satisfatórios, gerando assim, um aprofundamento em gestão de cadeia de suprimentos.

Mais explicitamente, a simulação apresenta-se como um recurso para auxiliar estudiosos, estudantes e a comunidade de administradores e gestores a melhor entenderem e aprenderem com o exercício e resultados obtidos.

1.1 Objetivos da Pesquisa

Diante da possibilidade de obtenção de significativos retornos derivados da adoção de ações estratégicas baseadas na abordagem de CS e da necessidade de desenvolvimentos de novas ferramentas e competências necessárias para a obtenção desses

benefícios, formulam-se os problemas que embasam este trabalho. Ao todo, são três as questões principais:

- Que ferramentas podem ser desenvolvidas para apoiar o desenvolvimento de competências na área de GCS?
- De que forma pode ser aprimorada a estratégia organizacional mediante as complexas questões relacionadas à GCS?
- De que forma se constroem os relacionamentos e a dinâmica das CS?

A primeira dessas questões enfatiza as problemáticas dos aspectos de variabilidade e de complexidade existentes na estruturação de cadeias efetivas. Ou seja, cadeias dotadas de eficiência e eficácia que beneficiam todos os seus integrantes. Essa ordem de questionamento perpassa os mecanismos de coordenação e de motivação para a colaboração entre organizações, dados os aspectos restritivos de confiança que ainda permeiam diversas redes, tais como as ligadas ao fator informação, em termos do que, quando e a quem informar, por exemplo. Em outras palavras, o objetivo é averiguar e propor alternativas para minimizar as lacunas que dificultam o entendimento das CS e a aplicação dos conhecimentos teóricos na prática cotidiana das organizações.

A segunda questão decorre da primeira e focaliza as diversas configurações que resultam de diferentes cenários nos quais as cadeias se inserem. As características intrínsecas das CS's, anteriormente aludidas, tornam seu estudo relativamente complexo e levam à constatação da necessidade do desenvolvimento de novas formas de medição do desempenho. Assim, tomando como base um modelo de avaliação de desempenho de CS será possível identificar que estratégias são mais adequadas para cada tipo de cadeia que se deseja construir. O foco é a aferição da efetividade estratégica em termos de fluxos da demanda, suprimentos e financeiro ao longo da cadeia. Para avaliar o desempenho estratégico nesses três quesitos e também em relação ao nível de satisfação dos clientes internos e externos é empregado o método do *Balanced Scorecard*, o modelo dos cinco objetivos de desempenho de Nigel Slack e ferramentas da contabilidade gerencial.

O método BSC permite uma visão abrangente tanto da adequação da estratégia adotada quanto da eficácia dos seus elementos constituintes, incluindo a questão

da aprendizagem e o desenvolvimento das competências pessoais e interpessoais para o entendimento e construção de estratégias apropriadas.

Nas CS, com grande probabilidade, existirão interesses conflitantes (*trade-off's*) entre seus integrantes. Nesse sentido, o que é proposto na terceira questão é que o melhor entendimento das potencialidades estratégicas e suas limitações permitiriam minimizar os confrontos de interesses divergentes e apresentar soluções que atenderiam os interesses de cada membro da cadeia, em uma perspectiva “ganha-ganha.” Tal dimensão é viabilizada pela compreensão da CS como um sistema, em que ações engendram consequências que afetam o todo e não somente as partes diretamente envolvidas numa situação antagônica.

Em termos gerais, a pesquisa tem como objetivo desenvolver um modelo conceitual de apoio à Gestão de Cadeias de Suprimentos, suportado por um modelo de simulação computacional de CS, baseado na metodologia *System Dynamics*. O estudo pode ser também entendido pelas etapas de seu desenvolvimento:

- Estudar o histórico da evolução da área de Logística até a Gestão de Cadeias de Suprimentos.
- Fazer revisão bibliográfica sobre a terminologia, os conceitos teóricos, as diversas classificações de CS e as atividades e novas habilidades requeridas aos estudiosos e profissionais de GCS descritas na bibliografia.
- Elaborar revisão bibliográfica sobre modelos de avaliação do desempenho de Cadeias de Suprimento encontrados na literatura.
- Apresentar a metodologia *System Dynamics* e breve revisão bibliográfica relacionada às suas aplicações no estudo de CS.
- Construir modelo de simulação computacional com a utilização do *software Powersim*, versão *Studio 2005*, de forma a representar o comportamento dinâmico das Cadeias de Suprimento.
- Estudar o comportamento de uma CS hipotética mediante a adoção de diferentes estratégias de forma individual e coordenada.
- Identificar estratégias que podem levar a CS a obter um melhor desempenho global e, ao mesmo tempo, um satisfatório desempenho dos seus integrantes.

Hipótese

Segundo vasta gama da literatura especializada, as hipóteses são respostas *a priori* de interrogações científicas que têm origens e inspiração nas mais variadas fontes, tais como a observação, os resultados de outras pesquisas, as teorias e, até mesmo, nas intuições. É quase consenso, todavia, que as hipóteses vinculadas a um sistema teórico consistente são as que possuem maior poder explicativo, maior homogeneidade e, portanto, maior possibilidade de generalização. De fato, como afirma GIL (2002, p.36), “*as hipóteses derivadas de teorias são as mais interessantes no sentido de que proporcionam ligação clara com o conjunto mais amplo de conhecimentos das ciências.*”

Nesse trabalho a hipótese central versa sobre a possibilidade do desenvolvimento de um modelo de CS, a partir de pesquisa teórica e por meio da utilização de simulação computacional.

A forma tradicionalmente utilizada para o estudo das questões relacionadas à GCS apresenta limitações como, por exemplo, a dificuldade de considerar sua característica essencialmente dinâmica. Além disso, na forma de estudo tradicional, há barreiras para a consideração de outros importantes fatores como a existência de inúmeras relações de causa e efeito e as defasagens temporais existentes entre as ações e suas respectivas consequências.

Almeja-se por meio deste trabalho que tais limitações possam ser minimizadas, ao possibilitar aos estudiosos ou profissionais de logística e cadeia de suprimentos o teste de diferentes estratégias individuais desenvolvidas de forma alinhada com a estratégia global da CS e identificando os resultados obtidos pelas respectivas organizações e pela CS como um todo.

1.2 Método

Este trabalho consiste em uma pesquisa teórica cujo objeto de estudo é uma Cadeia de Suprimentos hipotética. O principal objetivo é o desenvolvimento de uma nova forma de apoio ao aprendizado da gestão de CS por meio da elaboração de um modelo de simulação conceitual. Este modelo é composto por variáveis que procuram mostrar que tipos de ações são necessários para auxiliar na identificação de estratégias que resultem na formação de CS efetivas e sustentáveis.

O modelo deste trabalho é composto por uma estrutura formada por variáveis e suas inter-relações que representam, de forma simplificada, um sistema “real.” A construção de modelos, denominada modelagem, tem por objetivo testar teorias, verificar as relações existentes entre as variáveis e revelar o comportamento de um sistema no sentido de explicar determinados fenômenos.

A base da modelagem desenvolvida neste trabalho encontra-se no pensamento sistêmico, na utilização da metodologia *System Dynamics* e na simulação computacional com a utilização do *software* de simulação *Powersim* – versão *Studio 2005*.

A construção de um modelo de simulação computacional se dá partir de extenso estudo da bibliografia da área de logística, gestão da produção, gestão de cadeia de suprimentos e de métricas para CS. O ponto de partida do modelo é representado pela estrutura clássica de modelo de CS, nos moldes do modelo proposto por STERMAN (1984) para o *Beer Game*, que apresenta o “efeito Forrester” em função da sua estrutura e da forma como são tomadas as decisões de reposição de estoques.

Posteriormente, é desenvolvido um mapa estratégico para as empresas que constituem a CS baseado nas premissas do *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1997, 2004-b) e nos conceitos de objetivos de desempenho SLACK et al. (1993, 2002, 2008) e de matriz de estratégia de operações propostos por SLACK & LEWIS (2008).

Apoiado neste arcabouço teórico é construído um modelo de simulação computacional que apresenta, para cada estratégia adotada, o comportamento da CS sob inúmeros aspectos.

Dada a característica de intensa dinâmica e relativa complexidade do modelo desenvolvido, a metodologia *System Dynamics* se apresenta com significativa adequação e aplicabilidade. Primeiramente, pelo fato de possibilitar a representação do comportamento da CS como um sistema composto por estoques e fluxos, permitindo a identificação de relações de causa e efeito e, conseqüentemente, o aprofundamento do entendimento do comportamento da cadeia.

Em segundo lugar, partindo do conhecimento de importantes relações de causa e efeito, torna possível elaborar e testar diversos cursos de ação. Por último, por meio de aprendizado adquirido a partir de simulações do tipo “*o que acontece se...*”, é possível elaborar estratégias com maiores probabilidades de acerto em relação aos objetivos almejados. A FIGURA 1.1 apresenta as fases de desenvolvimento deste trabalho.

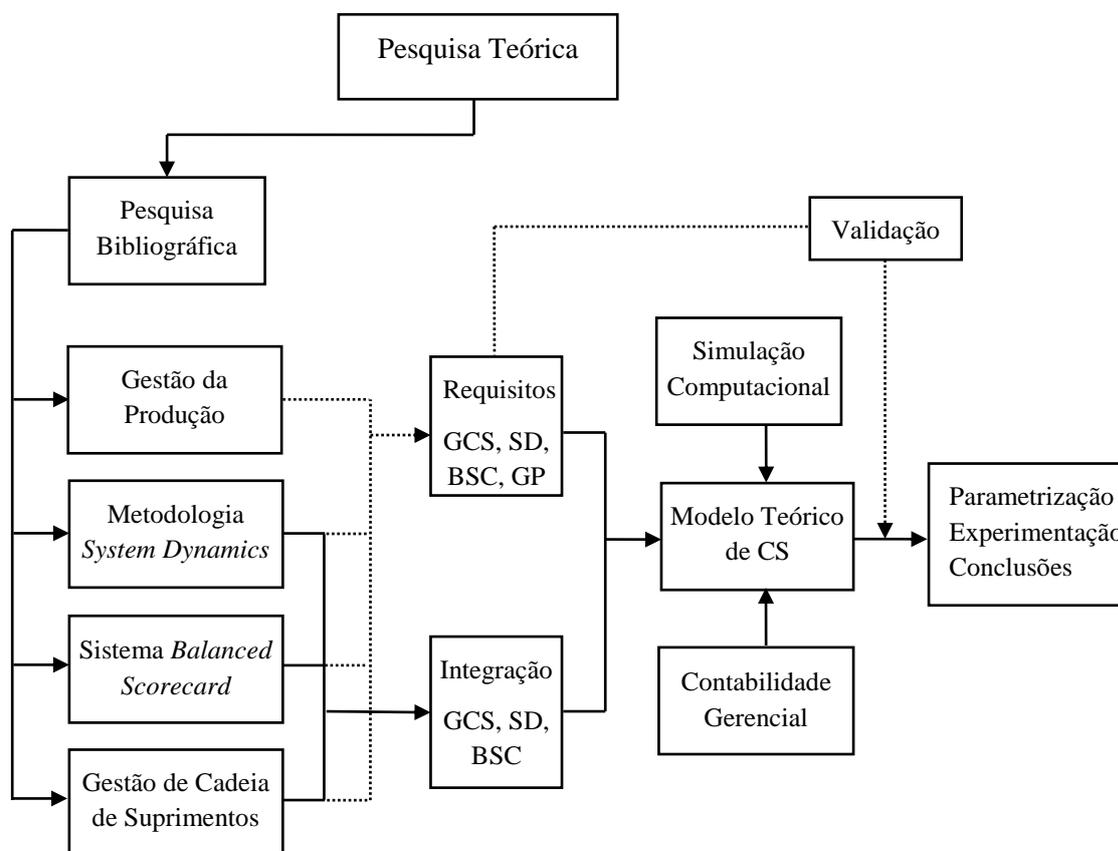


FIGURA 1.1 – Fluxograma das atividades de pesquisa

1.3 Justificativa e Contribuições

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) envolve o entendimento de complexas questões relacionadas à interação entre atividades de diversas áreas do conhecimento como administração, engenharia de produção, marketing, contabilidade gerencial, gestão de pessoas, logística, dentre outras.

A competência na GCS é considerada atualmente um importante fator de sucesso nas organizações. A GCS está recebendo cada vez mais atenção na literatura técnica, tornando-se um dos principais quesitos para a obtenção do desempenho “classe mundial” (BECHTEL & JAYARAM, 1997). O objetivo global da cadeia é que o seu cliente final tenha suas necessidades satisfeitas, torne-se fiel e se disponha a pagar pelos produtos e

serviços um valor que proporcione o almejado retorno dos investimentos feitos por toda a cadeia.

TAYLOR (2005) afirma que recentes pesquisas realizadas junto a executivos de empresas industriais revelam que mais de 90% destes qualificam como “muito importante” ou “fundamental” o gerenciamento da cadeia de suprimentos para o sucesso de suas empresas. Entretanto, somente 2% desses executivos afirmaram que consideram excelentes suas cadeias de suprimento e 59% ainda não traçaram nenhuma estratégia para solucionar os problemas existentes. Segundo TAYLOR (2005, p.15), infindáveis pesquisas revelam um mesmo padrão de comportamento. As empresas percebem que têm problemas em suas cadeias de suprimentos, mas não compreendem os problemas na sua totalidade, nem sabem como solucioná-los.

A constatação de que os problemas das empresas estão atrelados às decisões tomadas ao longo da cadeia de suprimentos é um primeiro passo para avançar na gestão das empresas e da CS. Um próximo passo a ser dado é o estudo do comportamento da CS como um todo, de forma que o comportamento das “partes”, representadas pelas empresas, seja entendido como consequência do comportamento do “todo”, ou seja, da cadeia de suprimentos.

TAYLOR (2005, p.39) afirma que o verdadeiro dilema não está exatamente na complexidade e na variabilidade em si próprias, mas sim na dificuldade em reconhecer os impactos negativos por elas causados e fazer as correções necessárias. Ao compreenderem a importância de enfrentar esses obstáculos e aprimorarem seus conhecimentos nesses aspectos, os profissionais envolvidos na GCS aumentarão significativamente suas chances de acerto nas tomadas de decisões. Para tanto, os gestores de CS devem ter discernimento para escolher as ferramentas e as ações mais adequadas.

Outros autores, como BOWERSOX & CLOSS (2001, p. 109), ratificam essas constatações ao considerar que os relacionamentos na cadeia de suprimentos estão entre as áreas mais complexas e menos compreendidas das operações logísticas. Esses autores afirmam, também, que está renascendo o interesse em relação à gerência de relacionamentos. Segundo eles, anteriormente predominava a preocupação com o desenvolvimento e posicionamento das relações entre o fornecedor e o cliente sob uma ótica de enfrentamento. Atualmente, as relações passaram a se basear na convicção de que as relações comerciais bem sucedidas ocorrem, com maior probabilidade, quando as empresas participantes cooperam entre si no planejamento e nas operações.

A necessidade do desenvolvimento de novas habilidades para o enfrentamento das novas questões relacionadas à GCS é ratificada por HAYES et al (2008):

“Apesar das novas tecnologias, as montanhas que os gerentes das cadeias de suprimentos devem cruzar antes de chegar à terra prometida representam uma jornada difícil e árdua, sendo provável que ela se estenda por muitos anos. A tecnologia pode facilitar as soluções, mas é o hábito, a prática, a confiança e a cultura – a infra-estrutura das cadeias de suprimentos – que determinam de forma final a habilidade de superar os desafios inerentes de coordenação das redes verticais.” (HAYES et al, 2008, p.191)

SPEKMAN et al. (2002) comprovam em sua pesquisa a importância do aprendizado como fator-chave para a melhoria de índices de desempenho focados no consumidor final. Estes autores destacam a necessidade de desenvolvimento de habilidades que promovam a troca de conhecimentos para o enfrentamento do dilema “cooperação” versus “competição”. Outro aspecto considerado importante é o desenvolvimento do aprendizado em três níveis: do indivíduo, da empresa a da cadeia de suprimentos. Além disso, apesar da dificuldade em estabelecer um equilíbrio saudável e ético na troca de informações, SPEKMAN et al. (2002) afirmam que uma estrutura flexível, com fronteiras mais “permeáveis”, representa um outro aspecto importante para a geração de aprendizado.

Segundo TAYLOR (2005), as organizações necessitam de profissionais que possuam capacitação relacionada com essas novas questões gerenciais, sendo que o trabalho em equipe é crucial para o gerenciamento das cadeias de suprimentos.

Segundo SPEKMAN et al. (2002), *“sob condições de intensa turbulência e incertezas, o compartilhamento de conhecimento e de formas que garantam sua ampla disponibilidade separarão os líderes dos seguidores.”*

Mas, segundo TAYLOR (2005), o maior desafio não é fazer seus funcionários trabalharem em equipe. O real desafio é fazer com que todas as empresas que integrem sua CS formem uma equipe maior que possa competir e ter sucesso nesse novo cenário. Assim, a simulação possibilita que as equipes multifuncionais, que constituem presença obrigatória nas empresas de sucesso, aprendam e garantam maior integração de suas estratégias na gestão das CS.

TAYLOR (2005, p.71) considera que a eficácia de um sistema depende da adequada gestão de três processos-chave: a compreensão, a previsão e o controle. A

compreensão oferece os esclarecimentos necessários para que se possa prever como o sistema comportará em relação às alterações em seus inputs. A previsão, por sua vez, possibilita o controle do sistema mediante a combinação de ajustes. A comparação entre os resultados previstos e os reais aprofunda a compreensão do sistema, permitindo que sejam feitas previsões mais exatas e melhore seu controle. Em relação a esses processos, TAYLOR (2005) ainda considera que:

“Dos três processos, a compreensão é indiscutivelmente o mais importante, porém o mais negligenciado. Na verdade, a ênfase é colocada na direção contrária: o controle é a preocupação principal; a previsão é utilizada apenas de acordo com a necessidade de melhorar o controle; e a compreensão é vista como um derivado circunstancial, não como um acionador de toda a sequência.” (TAYLOR, 2005, p.72)

Para estudar o comportamento da CS é necessário compreender que o todo é diferente da soma das partes, ou seja, o comportamento da CS não pode ser compreendido apenas como consequência direta das ações individuais das organizações integrantes. Para que seja estabelecida uma CS, as organizações devem considerar as consequências de suas ações sobre os demais integrantes e, conseqüentemente, sobre a própria cadeia. Sendo assim, as ações dos integrantes dependem das ações dos outros participantes e do próprio desempenho da CS. Provavelmente, o melhor desempenho da cadeia não é obtido a partir de ações que visam os melhores resultados individuais das empresas, mas sim, de resultados obtidos a partir de negociações coordenadas pelos gestores da cadeia. Ao buscar seu melhor resultado individual, uma organização pode causar impactos indesejados sobre as outras, prejudicando o desempenho da cadeia e, posteriormente, da própria organização que o causou. De forma análoga, ao buscar seu melhor desempenho, uma função interna da organização pode provocar influências indesejadas sobre as demais, levando a organização a resultados insatisfatórios.

Para estudar o comportamento da cadeia é necessário, portanto, o entendimento de como as interações entre os agentes afetam a cadeia. Por outro lado, as ações desses integrantes dependem das interações existentes entre as funções internas de cada organização.

O desenvolvimento de vantagens competitivas pelas empresas segundo a visão de CS não depende apenas da forma como seus gestores coordenam as ações tomadas pelas suas funções internas. Os gestores devem conhecer, por meio de um contínuo

aprendizado, os conjuntos de ações que levam, de fato, suas organizações a alcançarem seus objetivos. Porém, quando se trata de uma CS, o problema torna-se ainda mais complexo, pois além da necessidade de se obter uma estratégia da organização, é preciso que haja a formação de um conjunto de ações supraempresas que constituam uma estratégia que leve a CS a atingir, de forma global, seus objetivos.

Para alinhar as estratégias desenvolvidas internamente às organizações com as estratégias da cadeia é importante que os profissionais sejam capazes de identificar de que forma suas ações colaboram com o sucesso da cadeia.

A configuração de cadeia de suprimentos requer que os participantes adotem estratégias alinhadas, ou seja, que constituam uma estratégia global, havendo necessidade de estabelecimento de alianças baseadas na confiança. Partindo do pressuposto de que as organizações são partes constituintes da produção capitalista, e como tal, têm como ponto de partida e de chegada o lucro, ainda que não de forma imediata, pode haver situações de difícil solução na qual uma organização tenha de abrir mão da excelência de seus resultados para favorecer a cadeia como um todo. Esse contexto, a princípio, deixa a organização em situação desfavorável em relação a concorrentes que ajam de forma isolada na busca de resultados em curto prazo. Resta saber até que ponto esse sacrifício individual no curto prazo pode trazer benefícios compensadores no longo prazo.

Por fim, levando em consideração que um dos principais objetivos da GCS é o de agregar valor ao menor custo possível para os clientes finais, o aumento de eficiência e eficácia das cadeias pode representar um benefício social. Estes benefícios sociais podem não ser obtidos se não houver concorrência entre diversas cadeias de suprimento que produzam produtos ou serviços similares. Nesse caso, o ganho de poder decorrente das alianças desenvolvidas entre as organizações integrantes da CS pode levar à formação de uma “grande corporação”, ainda que informal, que agiria com poderes de monopólio. Neste caso o Estado deve adotar mecanismos previamente estabelecidos no sentido de fomentar a concorrência e inibir a formação de cartéis ou monopólios.

Como fruto deste trabalho, além do aprendizado obtido a partir da própria pesquisa, pretende-se desenvolver uma ferramenta útil para o ensino e a aprendizagem de questões inerentes às disciplinas da área de GCS, logística, planejamento estratégico e simulação computacional.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho constitui-se dos seguintes capítulos:

1. Introdução
2. Histórico da Logística e da Cadeia de Suprimentos
3. Gestão de Cadeia de Suprimentos
4. Metodologia *System Dynamics*
5. Concepção e Desenvolvimento do Modelo
6. Considerações Finais e Perspectivas

Em um primeiro momento, no capítulo 1, é feito um breve relato sobre as mudanças no ambiente empresarial que ocorreram ao longo das últimas décadas em termos de inovações tecnológicas, comportamento dos consumidores, ampliação da área de atuação das empresas, redução do tempo do ciclo de vida dos produtos, evolução dos sistemas logísticos e de produção. São relatadas, também, as conseqüentes mudanças, em termos das competências de gestão que se fazem necessárias para enfrentar tais mudanças. Em seguida, diante desse contexto, é apresentado o objetivo, a metodologia e a justificativa deste trabalho.

Na sequência, no capítulo 2, é apresentado um breve histórico da logística, a ampliação do seu escopo ao longo do tempo e as conseqüências dessas mudanças, em termos de gestão.

No capítulo 3 é realizada uma revisão bibliográfica sobre Gestão de Cadeia de Suprimentos, sendo apresentados conceitos, definições, as características dinâmicas de funcionamento e os métodos para avaliação de desempenho.

A metodologia *System Dynamics* utilizada como base para a elaboração do modelo de CS compõe o capítulo 4. Neste capítulo são apresentados o histórico da metodologia SD, os seus fundamentos e as aplicações voltadas para CS.

A caracterização da ferramenta proposta neste trabalho é realizada no capítulo 5 que engloba as premissas, os requisitos, a visão geral do modelo teórico, sua descrição detalhada e sua experimentação.

Por último, são tecidas as considerações finais, as limitações e propostas para a continuidade e aprofundamento do estudo realizado.

2 HISTÓRICO DA LOGÍSTICA E DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

É importante considerar que a cada época histórica corresponde uma forma de organização das operações produtivas e, os homens, no intuito de proverem sua subsistência, promoveram ao longo de sua existência uma infinidade de ações que delinearão as atuais formas de organização da produção.

Na busca pelo aumento da competitividade, as empresas experimentaram uma série de mudanças na forma de organizar seus sistemas de produtivos. Foram constantes as aplicações de técnicas e conceitos como “tempos e movimentos”, o uso de peças intercambiáveis, a linha de produção, a pesquisa operacional, a produção *just-in-time*, a reengenharia, o “movimento da qualidade”, os conceitos de manufatura enxuta, dentre os mais conhecidos. Porém, à medida que um grande número de empresas concorrentes aprimorava o desempenho de suas funções internas, as garantias de vantagens competitivas sustentáveis eram cada vez menos duradouras.

Nesta fase, as diferentes funções das empresas buscavam a melhoria de seus resultados de forma isolada. Antes da década de 50, as atividades de logística eram desenvolvidas de maneira puramente funcional, sem que existisse um conceito ou teoria formal.

Segundo BOWERSOX & CLOSS (2001, p.27), a falta de atenção dada à logística pode ser atribuída a três importantes fatores. O primeiro deriva da dificuldade em identificar a contribuição da função logística para o aprimoramento do desempenho total das empresas sem a disponibilidade de computadores, aplicativos e técnicas quantitativas que pudessem auxiliar nesse sentido. Um segundo fator, que teve início em meados da década de 50, era representado pela pressão pelo lucro em condições de mercados instáveis que leva à necessidade de contenção de custos e aumento da produtividade que não poderiam ser obtidos pela logística, segundo o pensamento dessa época. Um terceiro obstáculo, além da resistência natural a mudanças, era a forma de administração funcional que dificultava a integração entre as diversas funções das empresas e os procedimentos formais de contabilidade que, como exemplo, dificilmente poderia estimar o retorno financeiro obtido pela prestação de um melhor serviço aos clientes derivados dos investimentos feitos em logística.

Nos anos 70, a perda de vantagens competitivas em relação à indústria japonesa levou os norte-americanos a adotarem formas de administração baseadas na gestão

estratégica de suas operações produtivas, ou seja, em função da forma como pretendiam competir futuramente no mercado. Segundo CORRÊA & CORRÊA (2004), dessa forma, a partir de estudos pioneiros de Skinner e de contribuições de Robert Hayes, Steven Wheelwright, Terry Hill e Nigel Slack, surge o conceito de estratégia de operações. A ênfase reside em como os executivos de manufatura poderiam utilizar a área de operações como uma arma estratégica para o incremento da competitividade. Além disso, desenvolveram as noções de foco da organização e *trade-off's* como elementos centrais ao desenvolvimento das operações como instrumentos estratégicos.

A idéia é a de que uma empresa não se sobressai em todos os critérios de desempenho, cabendo aí uma estratégia focada, isto é, a criação de uma empresa focada em determinados processos e mercados que desempenha um conjunto limitado de critérios de desempenho, em detrimento de outros, e adequados ao atendimento de seus objetivos estratégicos. Todavia, demorou até os anos 70 para que esses novos conceitos de estratégia de operações tornassem o principal foco das atenções dos acadêmicos e profissionais práticos na área de operações.

É interessante observar também que antes da década de 70, o maior desafio das empresas era aumentar a capacidade produtiva para atender à demanda que era maior que a oferta. A partir da segunda metade da década de 70, ao contrário, as empresas passam, gradativamente, a se defrontar com um novo cenário, caracterizado pela existência de excesso de capacidade produtiva. Como consequência, na maioria dos setores produtivos, há um acirramento da concorrência e as empresas passam a se reestruturar para aumentar sua competitividade (CORRÊA & CORRÊA, 2004).

No início da década de 70, a estrutura organizacional das empresas, segundo BOWERSOX & DAUGHERTY (1987), se encontrava, em geral, no denominado Estágio I, caracterizado pela junção de um conjunto de atividades que eram importantes para a administração dos *trade-off's* inerentes à gerência de logística. As atividades de transporte eram administradas em conjunto com as atividades de estocagem e processamento de pedidos para o alcance das metas de custo de distribuição física. Da mesma forma, as compras, o transporte de suprimentos e os estoques de matérias-primas eram reunidos sob uma mesma área de coordenação.

No Brasil, durante a década de 80, houve forte recessão e elevadas taxas de inflação, aliadas ao fechamento da economia. Estes fatores tornavam o Brasil isolado do acirramento da concorrência e dos processos de inovação em tecnologia de informação que,

nos países mais avançados, constituíam a base para a adoção dos novos conceitos. Os ganhos reais obtidos com a melhoria da eficiência operacional em termos de produtividade, qualidade, eficiência logística etc., eram mascarados pelos elevadíssimos índices de inflação e pelos resultados obtidos por meio de operações financeiras. No Brasil, a partir de meados da década de 90, houve a queda da inflação e o aumento da concorrência internacional, derivada da abertura comercial, expondo as empresas brasileiras, da mesma forma, a essa nova realidade dentro da qual as empresas de outros países já haviam explorado os fatores internos na busca de vantagens competitivas.

Ao mesmo tempo, em função do aumento das exigências dos consumidores e da concorrência, as empresas passaram a estabelecer suas estratégias. As estratégias produtivas baseiam-se na melhoria dos seus objetivos de desempenho em termos de qualidade, flexibilidade, rapidez e confiabilidade de entrega, ao menor custo possível, de acordo com SLACK et al. (2002, 2006). A esses quesitos, DAVIS, AQUILANO & CHASE (1999) acrescentam a dimensão “serviços”. Esses autores estendem ainda mais essa lista, ao incorporar a velocidade e flexibilidade de introdução ou lançamento de novos produtos, a habilidade em lidar com as variações da demanda no longo prazo e o que pode ser denominado “sustentação”, ou seja, a capacidade de manter a atratividade dos produtos ainda que produtos e serviços inovadores adentrem os mercados.

Sob os auspícios desses fatores e também com a própria evolução do setor que, em última instância, responde pela introdução e sedimentação desses critérios, empresas manufatureiras passam a desenvolver atividades de serviços ao cliente no sentido de agregar valor aos seus produtos que rapidamente tendem a se transformar em “*commodities*” com o acirramento da competição em seus setores. A questão dos serviços é ampliada também pela constatação da crescente importância das prestadoras de serviços na economia dos países ainda nos anos 70.

Assim, a atenção dos pesquisadores é despertada para a gestão de operações de “serviços” e, não apenas, de “produtos tangíveis”, como até então. Com isso, houve necessidade do desenvolvimento de abordagens específicas da área de serviços decorrentes da maior interação com o cliente, da impossibilidade de estocagem de serviços, da simultaneidade produção/consumo, entre outras. Essas técnicas refletiram-se na manufatura na noção de serviços facilitadores, isto é, serviços complementares, cuja existência se justifica para consolidar as vendas de produtos tangíveis e diferenciar, por meio de valores,

os itens oferecidos por uma empresa dos de outra, contribuindo para enfrentar a “comoditização” dos produtos (SLACK et al., 2002).

A partir da década de 80, em função dos benefícios gerados pela administração de logística, as empresas deram um passo a mais em termos de estrutura organizacional. Executivos da alta administração passam a ser os responsáveis por duas áreas relevantes da logística e que possuíam gestões distintas: o suprimento físico e a distribuição física. Esta condição é denominada, por BOWERSOX & DAUGHERTY (1987), Estágio II da estrutura organizacional logística.

Em uma sequência lógica, na década de 80, na gestão de operações, predomina a área da “qualidade”, cuja principal idéia era a TQM (*Total Quality Management*), seguida pelos mecanismos de certificação de sistemas de qualidade como a ISO 9000. Nesse período os sistemas de manufatura obtiveram enormes avanços de qualidade, produtividade e, conseqüentemente, de redução de custos, além de afastarem momentaneamente o fantasma da “comoditização”. A filosofia do *just-in-time* e a necessidade de resposta rápida para atender os clientes mediante os reduzidos prazos de entrega requeridos passaram a exigir uma coordenação mais precisa entre todas as atividades das empresas. Os ativos compartilhados pela área de suprimentos e de distribuição física, tais como, frota de veículos, armazéns exigiam, por sua vez, uma cuidadosa coordenação para que pudessem operar com eficiência. Assim, a estrutura organizacional passou a dizer respeito a uma integração plena das atividades logísticas de suprimentos e de distribuição física e, conforme BOWERSOX & DAUGHERTY (1987), determinam a passagem para o denominado Estágio III.

BOWERSOX & CLOSS (2001, p.28) afirmam que um dos mais importantes propulsores do “renascimento” da logística foi a ampla adoção do gerenciamento da qualidade total nos mais diferentes segmentos industriais. As empresas foram forçadas a reestruturar seus sistemas logísticos para atender a uma vasta gama de diferentes expectativas dos clientes. Esses autores consideram também de grande importância para o desenvolvimento da logística as mudanças nos esforços de desregulamentação que ocorreram em muitos países, eliminando restrições em termo de serviços, preços e contratos de empresas de transporte. A partir da década de 80, o desenvolvimento da tecnologia de informação e a mudança de paradigmas nas relações comerciais que passam de uma ótica de enfrentamento para o estabelecimento de parcerias e alianças, no sentido de obter cooperação, foram importantes fatores para a melhoria das práticas de logística.

A grande maioria das empresas, até então, enfrentavam os obstáculos existentes com medidas restritas às suas fronteiras tradicionais por meio de aumento no volume de produção e na flexibilidade dos sistemas produtivos. A importância desses fatores internos em relação à obtenção de vantagens competitivas pelas empresas foi gradativamente decrescendo, levando-as, em meados dos anos 80, a buscarem uma perspectiva mais ampla. Essa nova tendência deve-se ao fato de que as vantagens competitivas foram aos poucos sendo anuladas em função da generalização da aplicação das técnicas e ferramentas que constituíam um conjunto de ações de fácil e rápida reprodução, anulando, dessa forma, a conquista de vantagens sobre a concorrência.

É importante observar que durante cerca de 200 anos, desde as primeiras importantes contribuições para o surgimento das “unidades fabris”, as técnicas de gestão de operações foram predominantemente voltadas para desenvolver ações de melhoria no âmbito interno das organizações.

Excepcionalmente algumas empresas, como a Ford, descobriram bem antes desse tempo a importância do desenvolvimento de uma rede de fornecedores. Segundo BOWERSOX et al. (2001, 2006), a empresa Ford apresentava como estratégia tornar-se totalmente auto-suficiente, chegando a possuir mais de 40 unidades produtivas em diversos países, incluindo minas de carvão, madeireiras, fábricas de vidro e até 2,5 milhões de acres no Brasil para a produção de borracha a partir do látex. Porém, barreiras econômicas, regulatórias e sindicais obrigaram a Ford a migrar da estratégia de verticalização para a coordenação dos relacionamentos com sua rede de fornecedores independentes. Já nessa época, a Ford, em última análise, foi obrigada a constatar que nenhuma empresa pode ser auto-suficiente.

Em termos de prática organizacional fica ressaltada a importância não só do aprimoramento das atividades e subsistemas internos, mas também, das funções realizadas no contexto do ambiente externo. A partir da década de 80, os avanços da logística e da tecnologia de informação criaram condições para que as empresas se organizassem, em âmbito mundial, de forma mais integrada em relação aos seus fornecedores e clientes. Em relação às operações, o processo decisório passa a considerar as interfaces das organizações com o ambiente externo, englobando os clientes, os fornecedores e a concorrência.

Esse novo contexto, representado por um cenário mais dinâmico e competitivo, exige das organizações o desenvolvimento de novas competências. Aspectos

como a adaptação das organizações ao ambiente e os ciclos de vida dos produtos e da organização ganharam importância.

Segundo BOWERSOX & CLOSS (2001), o processo universalmente adotado e que todas as empresas devem executar com êxito é o processo de criação de valor para o cliente e, dentre as várias competências necessárias para a criação de valor para o cliente, está a logística. Quando a logística se torna parte fundamental da estratégia empresarial, ela deve ser administrada como uma competência central, pois a logística existe para satisfazer às necessidades do cliente, apoiando as operações relevantes de produção e marketing. O maior desafio está em equilibrar as expectativas de serviços e os gastos de modo a alcançar os objetivos do negócio.

Conforme afirma BALLOU (1999), as empresas foram compelidas a explorar vantagens competitivas regionais representadas por menores custos de mão de obra, instalações e de capital, menores cargas tributárias, menores custos de matérias-primas, dentre outros fatores. De forma análoga, em relação à venda de seus produtos, as empresas passaram a ter acesso a novos mercados com base no comércio exterior. O acesso a novos mercados possibilitava ganhos de escala de produção, gerando economias de escala.

BALLOU (1999) afirma que, dessa forma, as empresas desenvolveram importantes vantagens competitivas em função da evolução dos sistemas logísticos, decorrentes do aumento da eficiência nas atividades de transporte, na manutenção de estoques e na gestão da tecnologia de informação.

Em contrapartida, as facilidades proporcionadas pela evolução dos sistemas logísticos expunham as empresas, novamente, a um aumento da concorrência, levando-as à necessidade de aumentar sua competitividade, como em um círculo vicioso.

Em decorrência, surge a necessidade de desenvolvimento de novas competências como a de administrar as áreas de interdependência e de desenvolver respostas estratégicas adequadas. As empresas chegaram à conclusão de que o alcance de seus objetivos depende, também, da qualidade com que são geridas as relações com seus clientes e fornecedores. As empresas iniciaram a busca de novas relações entre empresas, visando principalmente consolidar conhecimentos para desenvolverem suas estratégias de longo prazo dentro de um cenário mais amplo. Estes novos fatos levam a mudanças nas relações entre as empresas com a possível formação de redes, arranjos produtivos, cadeias de suprimento e canais de distribuição e de suprimento.

Na década de 90, com a evolução da informática e dos sistemas de telecomunicação, tornou-se possível a gestão das empresas com rápido e intenso processamento e troca de dados e informações. BOWERSOX, CLOSS & COOPER (2006) relacionam, por exemplo, a emergência da gestão da cadeia de suprimentos, sobretudo, aos avanços dos meios de informação.

Complementando a classificação das empresas elaborada por BOWERSOX & DAUGHERTY (1987), BALLOU (2006) propõe que as empresas que introduziram as atividades logísticas dentro dos processos de transformação de produtos teriam evoluído para um Estágio IV. Neste estágio de desenvolvimento organizacional, as empresas entendem a logística como algo abrangendo todas as atividades desenvolvidas entre as fontes de matérias-primas, ao longo da produção e até chegar ao consumidor final, incluindo as atividades do processo de transformação de produtos, tais como, programação da produção, gestão do estoque de produtos em processo, coordenação da programação *just-in-time* de entrada e saída, entre outras.

Otimistas, os autores afirmam que, com o avanço da informação, os esforços organizacionais, hoje, concentram-se em atingir o pedido perfeito, também conhecido como nível de desempenho “seis sigma”. Com isso, abandonam os erros do passado para atingir uma meta de entrega de produtos sem danos e de acordo com as especificações, na quantidade demandada e no tempo e local acordados, além de corretamente processados. Para eles a entrega perfeita é viável, na medida em que implica custos totais e comprometimento de capital inferior aos de um passado recente em que erros e falhas eram a norma.

A questão a ser enfrentada passa a ser, então, a necessidade de desenvolvimento de técnicas de gestão de um conjunto de diferentes organizações administradas por diferentes indivíduos. Segundo os novos paradigmas da área de logística, para que uma empresa obtenha sucesso com sustentabilidade, no ambiente competitivo atual e futuro, é necessária uma competente gestão da cadeia de suprimentos à qual pertence.

A expectativa dos integrantes da CS é que o consumidor final da cadeia tenha suas necessidades satisfeitas. Deseja-se que os clientes tornem-se fiéis e se disponham a pagar pelo produto e serviços um valor que dê o almejado retorno dos investimentos feitos por todos os interessados. Comprova-se que há benefícios significativos ao se gerir um conjunto de organizações, de forma coordenada, constituindo uma “cadeia” que, de forma alinhada, venha a satisfazer os consumidores finais.

Embora esse conjunto de empresas não possa ser considerado formalmente uma organização, BOWERSOX & CLOSS (2001) utilizam para denominá-lo o termo “mega-organizações” e afirmam que sua administração implicará novos desafios, mas, ao mesmo tempo, trará novas oportunidades de melhorias de eficiência, ainda não alcançadas por meio da adoção das estruturas organizacionais existentes.

Conforme proposição de BALLOU (2006), num Estágio V, as atividades logísticas são gerenciadas “entre” empresas da cadeia de suprimentos, embora estas sejam legalmente independentes. Para esse autor, essas denominadas “superorganizações” poderão ser mais facilmente administradas quando os esforços cooperativos proporcionam retornos maiores e com distribuição equitativa. Um requisito importante é a consciência das possibilidades e benefícios gerados pela cooperação.

Diante desse contexto, este trabalho busca o desenvolvimento de uma nova forma de apoiar o entendimento das novas questões relacionadas aos estágios mais avançados da logística sob a ótica de cadeia de suprimentos e a capacitação de pessoas para explorar novas fronteiras na busca dos tão prometidos benefícios.

3 GESTÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Na essência de algumas definições de organização, já se encontram as raízes ou as bases da relevância das relações entre organizações. STONER & FREEMAN (1999), por exemplo, são enfáticos na afirmação de que as organizações dependem uma das outras para obter os recursos de que necessitam. Os autores ratificam sua postura lembrando a necessidade dos fabricantes em geral de manter bom relacionamento com os fornecedores caso desejem concretizar seus objetivos.

De certo modo, é possível afirmar que décadas de tradição de planejamento estratégico individualista e as decisões isoladas de cada organização, sustentadas por uma visão de extrema competição entre empresas, solaparam as visões mais integradoras e interdependentes das organizações. A interdependência e a coordenação de esforços foram relegadas à esfera interna e à clássica definição de organização como a conjunção de esforços de indivíduos que, solitariamente, jamais atingiriam os objetivos a que se propõe uma organização.

Como afirmam FIGUEIREDO & ZAMBOM (1998):

“Em quaisquer formas de organização humana, nas quais as atividades são desempenhadas por partes interdependentes com o objetivo de produzir um resultado geral para o sistema, pode-se identificar estruturas de feedback e time delays que geram oscilações e amplificações indesejáveis para o planejamento e controle do sistema. Quando as atividades são controladas por um poder central e os tempos de espera são curtos, a amplitude do problema pode ser irrelevante. No entanto, quando os resultados das decisões ocorrem em tempo relativamente longo e o sistema não possui coordenação central, as consequências podem ser desastrosas ou levar o sistema a funcionar com deficiência crônica.” (FIGUEIREDO & ZAMBOM, 1998, p.39).

Cooperação e coordenação são, portanto, velhas palavras do mundo organizacional, que hoje retomam o seu legítimo lugar no universo dos estudos administrativos. Para aumentarem suas chances de sucesso, as empresas precisam considerar o surgimento dessa nova ordem e desenvolver antecipadamente as estratégias adequadas em relação ao novo cenário. Dentre as qualificações exigidas para obter sucesso nestes novos tempos estão, de acordo com NADLER et al. (1992), a adaptabilidade, a flexibilidade, a sensibilidade, a decisão e a rapidez. Todos esses atributos implicam estruturas

organizacionais diferentes dos modelos tradicionais. Estruturas em rede, enxutas e altamente especializadas são a tônica. As mais diversas formas de parceria requerem a colaboração como a nova fórmula de competição e obtenção de vantagens competitivas.

No Ocidente a formação de cadeias de empresas é analisada sob vários enfoques conceituais. O primeiro tem suas raízes no modelo japonês, constituindo agrupamentos verticais dominados por uma empresa. Este tipo de arranjo é impulsionado pela necessidade de estruturar uma cadeia de fornecedores derivado da implantação do conceito *Just in Time*. (FRUIN, 1992 apud FLEURY, 2000).

Uma segunda vertente sugere motivações de ordem microeconômicas, baseadas na Economia de Custos de Transação que tem sua origem no artigo “*The Nature of the Firm*” publicado por COASE em 1937 (WILLIAMSON, 1985 apud FLEURY, 2000). Segundo essa vertente, o estabelecimento de relacionamentos entre os participantes da cadeia produtiva tem como motivação a diminuição dos custos das transações existentes entre as empresas. A diminuição dos custos é dada pelo estabelecimento de relações de confiança mútua.

Um terceiro enfoque envolve as questões de poder, quando as cadeias de produção apresentam uma estrutura de comando (*governance*). Neste caso, uma ou mais empresas coordenam e controlam importantes atividades econômicas da cadeia e procuram dominar as atividades estratégicas e que agregam mais valor aos produtos. (FLEURY, 2000, p.72).

HALLDÓRSON, SKJØTT-LARSEN & KOTSAB (2003) advertem para o fato de que a gestão das relações entre empresas orientadas para os clientes requer um arcabouço teórico mais aprofundado. Estes autores argumentam que as discussões acadêmicas sobre a gestão das relações entre empresas exageram no preciosismo das definições dos conceitos, ao invés de explorarem as teorias de gestão de cadeias de suprimentos. Estes últimos autores propõem três abordagens teóricas para justificar a tendência à GCS: a análise da “Economia dos Custos de Transação” (ECT ou TCA), a Teoria das Redes de Empresas (*network perspective*) ou a Teoria da “Análise Baseada em Competências” (RBV).

BECHTEL & JAYARAM (1998), após realizarem uma análise da literatura sobre GCS, concluem que esse termo é frequentemente aplicado de forma inadequada e que poucos são os estudos que demonstram a utilidade desses conceitos. Entretanto os autores afirmam que podem relacionar um extenso número de empresas como, por exemplo, a

Xerox, Hewlett-Packard, Allied Signal Inc., Wal-Mart, Toyota, McDonald's e Pepsi, que adotaram os conceitos de GCS, obtendo resultados acima da média.

Essas observações corroboram com a visão de alguns estudiosos acadêmicos que sustentam que o avanço do conhecimento de CS está sendo liderado pelas empresas, ficando o meio acadêmico sem promover na velocidade necessária o suporte teórico (PIRES, 2004 p.21).

A partir de uma ampla pesquisa bibliográfica, BECHTEL & JAYARAM (1998) propõem uma classificação dos estudos de GCS em quatro principais escolas, conforme apresentado no QUADRO 3.1.

Observa-se que, independentemente do enfoque utilizado para explicar a origem da tendência à formação de cadeias, o modelo de competitividade está passando de uma competição entre empresas para uma competição entre as cadeias às quais elas pertencem. (PIRES, 2004; TAYLOR, 2005).

As empresas, hoje, não podem mais arcar com a falta de flexibilidade para reagir rapidamente às mudanças na demanda, nem com o fomento da disputa entre fornecedores para obter o preço mais baixo. A incerteza da continuidade dos negócios gerada pela competição por preços é outro fator que dificulta a realização de investimentos mínimos para atender à demanda por qualidade pelos clientes.

Devido a essa perspectiva de curto prazo, também pouca informação era trocada, o que acarretava toda sorte de problemas de abastecimento em decorrência de alterações da procura do consumidor final. Por outro lado, a tendência à “desverticalização” das organizações e o avanço da tecnologia de informação influenciam o planejamento estratégico das organizações que passam a ter novas opções de configuração e de gestão. A popularização da filosofia JIT e da noção de fábrica enxuta são alguns exemplos dessas opções.

Esses movimentos têm suas bases na concepção de concentração das organizações empresariais em suas “*core competences*” ou competências centrais, fato que aumenta a importância da interrelação entre empresas. Deve-se ter em mente, todavia, que esse não é o fim da chamada verticalização. Como alerta SLACK et al. (1999) esse tipo de decisão deve ser cuidadosamente analisado, pois seu potencial de impacto na estratégia organizacional é de longo prazo, envolve grandes investimentos e é um processo de difícil reversão.

QUADRO 3.1- Classificação dos estudos de GCS em escolas.

| Escolas da GCS | Características |
|---|---|
| Escola da Percepção da Cadeia Funcional | Reconhece a existência de uma cadeia de áreas funcionais. A CS é caracterizada como um fluxo de materiais desde os fornecedores de matéria prima básicas até os consumidores finais. Pode ser representada pelas indústrias de restaurantes e serviços alimentícios como, por exemplo, o McDonald's e a Pepsi. |
| Escola de Ligação/Logística | Esta escola difere da anterior pelo fato de investigar de que maneira as ligações entre as áreas funcionais podem ser exploradas com a finalidade de obter vantagens competitivas, especialmente na área de logística e transportes. A ênfase é dada nas ligações entre os integrantes da CS, concentrando-se no equilíbrio dos fluxos de materiais entre as áreas funcionais com o objetivo da redução de estoques. Esta escola parte do princípio de que as áreas funcionais aparecem em uma sequência que não pode ser mudada. O objetivo é o de obter o máximo de eficiência a partir desta sequência de funções. A indústria de móveis é uma representante dessa escola. |
| Escola de Informação | Destaca o fluxo de informações entre os membros da cadeia de suprimento, classificando-o como espinha dorsal para uma eficaz GCS. |
| Escola de Integração/Processo | A ênfase está na satisfação do cliente, não importando a configuração das áreas funcionais da cadeia. O tomador de decisões é livre para explorar configurações alternativas para a cadeia. O objetivo mudou da eficiência de uma cadeia de estrutura definida para a eficácia no atendimento. |

Fonte: BECHTEL & JAYARAM (1998)

Assim, a cadeia de suprimentos é a resposta, nos tempos atuais, ao acirramento da concorrência que se observa em todos os países. As cadeias de suprimento eficientes, eficazes e efetivas são resultantes do incentivo às parcerias e do planejamento e alinhamento estratégicos que se apóiam em medidas de desempenho, de diferentes

perspectivas e de curto e longo prazo, que orientam ações que levam ao alcance dos objetivos de cada integrante e da cadeia com um todo. As CS são fruto da globalização, da decorrente redução do ciclo de vida dos produtos e volatilidade crescente dos mercados. As empresas logo perceberam que não podiam sobrepujar esses elementos por meio de estratégias, planos e práticas isoladas. Esse é, literalmente, um caso em que a união faz a força.

O conceito de cadeias de suprimentos surge, assim, em parte, devido à importância derivada da informação e comunicação entre as empresas cada vez mais inseridas em redes cooperativas e colaborativas como estratégia de competição nesse mundo sem fronteiras. A informação e a comunicação gerariam sinergias e proximidade entre os elos da CS que resultam em aumento de competitividade para todos os envolvidos. Junto com a cooperação e coordenação, todos os integrantes da cadeia são beneficiados por um melhor desempenho. Se, em uma cadeia de suprimentos, as empresas buscam resultados de forma individualizada, provavelmente estas não terão os mesmos resultados que os obtidos por meio de ações coordenadas. CHOPRA & MEINDL (2004) são enfáticos ao afirmar que, dentro de uma CS, a ação isolada visando à lucratividade exclusiva de um único elo é contraproducente. Ocorrerá, em toda a CS, uma redução nos lucros.

Como avança SLACK et al. (2006), CHOPRA & MEINDL (2004), a chave do entendimento da CS é a identificação de seus elos que efetivamente contribuem para os objetivos de desempenhos realmente requeridos pelos consumidores, isto é, que agreguem valor, nos termos de GOLDACH (2003). SLACK et al. (2006) não exploram essa perspectiva. Em seu lugar, explicam que:

“Esta análise provavelmente mostrará que todos os elos da rede contribuem com alguma coisa, mas as contribuições não serão igualmente significativas. Cada parte da rede pode compreender o que é importante, mas nem todas as partes estão em posição de poder ajudar” (SLACK, 2006, p. 147).

Nessa nova perspectiva, a qualidade dos relacionamentos entre as empresas passa a ter crescente importância na determinação dos custos e da qualidade de suas operações. É nesse sentido que DAVIS, AQUILANO & CHASE (2001, p. 391) entendem o gerenciamento da cadeia de suprimentos como *“a habilidade de uma empresa de trabalhar com seus fornecedores para prover materiais e componentes de alta qualidade a um preço*

competitivo.” Como consequência, para os autores, em uma mesma indústria há diferentes tipos de cadeias em razão do nível de proximidade entre clientes e fornecedores. Complementando essa idéia, GOLDACH (2003), define o sucesso de uma cadeia de suprimentos como derivado das relações estabelecidas e da administração dos fluxos de materiais e informações por meio da coordenação dessas relações e das trocas de informação. Segundo GOLDACH (2003), a acelerada evolução da tecnologia de informação viabiliza o compartilhamento das informações e a coordenação das ações de gestão e de operações das organizações.

3.1 Definições de Cadeia de Suprimentos, Logística e Gestão de Cadeia de Suprimentos

Na literatura relacionada à logística, administração da produção e administração há diversas definições e terminologias relacionadas a *Supply Chain Management* (SCM). Na literatura acadêmica brasileira e nas traduções para o português de publicações estrangeiras predomina a denominação de Gestão de Cadeia de Suprimentos (BALLOU, 2006; BOWERSOX e CLOSS, 2001; CHOPRA e MEINDL, 2003).

De fato, na literatura acadêmica podem ser encontrados diversos termos utilizados para designar GCS, como por exemplo, “Redes de Operações Produtivas” (SLACK, 2002), “Gestão de Redes de Suprimento” ou “Gestão de Redes de Demanda” (CORRÊA & CORRÊA, 2004), “Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos” (BALLOU, 2006; RITZMAN & KRAJEWSKI, 2004; CHOPRA & MEINDL, 2003; CHRISTOPHER, 2007), “Gestão de Cadeias de Suprimentos” (SIMCHI-LEVI et al., 2003; BOWERSOX et al., 2006; PIRES, 2004), “Logística na Cadeia de Suprimentos” (TAYLOR, 2005), “Gerenciamento da Cadeia de Distribuição” (NOVAES, 2001). As diferenças e justificativas utilizadas pelos diversos autores são discutidas a seguir.

Alguns autores utilizam o termo *Supply Network* (SLACK, 2002; LAMMING et al., 2005; SLACK & LEWIS, 2008), traduzido como Rede de Suprimentos. Esta definição procura representar a rede como uma estrutura ampla e imbricada de relacionamentos não hierárquicos nem exclusivos, ou seja, elos de uma CS estão permanentemente em contato com membros de outras CS. De fato, para essa vertente, uma empresa pode participar de variadas CS, desde que essa polivalência não afete o seu desempenho, nem comprometa os das CS como um todo.

Para essa linha de pensamento, os fluxos de uma CS não são também unidirecionais, constantes e em volume perene e as atividades desenvolvidas não seguem uma ordem bem definida, ou seja, não obedecem a um formato linear, iniciado junto ao fornecedor e término no consumidor final. No âmago dessa concepção, em resumo, o termo rede é o mais apropriado e que melhor expressa a descrição da possibilidade de ligações entre empresas pertencentes a CS distintas, dos fluxos em várias direções e entre empresas pertencentes a elos não adjacentes (CHOPRA & MENDL, 2004).

Outra característica do termo rede reside na grande tendência em termos de coalizão interorganizacional. Conceitualmente, a organização em rede implica a união colaborativa em que empresas essencialmente independentes, dedicadas a um negócio, unem suas competências essenciais, ou seja, sua especialização, na produção de determinados bens e ou serviços.

A tecnologia de informação é o veículo e a garantia da confiabilidade e flexibilidade mútuas e pronta resposta às demandas ambientais e mudanças das expectativas do consumidor. As fronteiras dessas empresas tornam-se, assim, mais indefinidas à medida que membros de uma organização interagem intimamente com os membros de outra organização pertencente à rede.

“As organizações em rede representam arranjos flexíveis entre projetistas, fornecedores, produtores, distribuidores e consumidores, com cada firma sendo capaz de executar suas distintas competências e ao mesmo tempo trabalhar eficientemente com as outras empresas da rede.” (BATEMAN & SNELL, 2007, p. 278).

Uma versão ainda mais flexível da organização em rede é a rede dinâmica, também chamada modular ou virtual. Essa estrutura é composta por arranjos temporários entre os participantes que são montados e remontados de acordo com o ambiente e a concorrência. A coesão é dada por contratos que estipulam resultados determinados, o que permite a substituição de empresas com desempenhos não adequados. Esse é, talvez, o mais flexível e enxuto dos arranjos, pois a empresa contratante pode operar sem fábricas, equipamentos e instalações, subcontratando todas essas funções.

As organizações em rede não são isentas, todavia, de problemas. O dilema entre “fazer” e “comprar” se expressa sob a forma da incerteza em relação ao controle da produção. A dependência de contratos, negociações, conexões eletrônicas e coordenação intensiva lembra a época em que era interessante manter tudo sob o mesmo teto para

supervisionar diretamente e garantir o controle. Nesse cenário, as decisões de *single-sourcing* ou *multi-sourcing* são cruciais e auxiliam a definir a estratégia e a amplitude da rede. Se um elemento deixar de cumprir uma entrega, falir ou sofrer uma contingência, toda a rede pode ser temporariamente paralisada e prejudicada ou, no pior dos casos, entrar em colapso.

O termo rede parece se relacionar com o sistema de *multi-sourcing* e variedade de canais e empresas de distribuição. De fato, a rede propicia a mudança de fornecedores e distribuidores caso ocorram falhas nesses serviços. Além disso, cria uma espécie de estoque de segurança de forma que tais falhas sejam minimizadas pela transferência das entregas de um determinado fornecedor ou distribuidor para outro. Para minimizar as desvantagens desse sistema, tais como, o não comprometimento, a não garantia de qualidade, as dificuldades de comunicação ou a negligência em atualizar o processo desses fornecedores e distribuidores, a rede cria mecanismos que os seleciona e controla seu desempenho baseados nos critérios de excelência da manufatura (velocidade, flexibilidade, qualidade, custo e confiabilidade) e cria relacionamentos de longo prazo. Assim, o antagonismo original baseado na competição nas cotações por preço/custo em trabalhos de curto prazo, é substituído por relações de parceria e cooperação, garantidas e monitoradas pelos critérios dos objetivos das operações e pela perspectiva do relacionamento perene. O exemplo mais eloquente é o chamado consórcio modular, em que fornecedores, distribuidores e seus funcionários são incorporados e trabalham na planta da fábrica-cliente.

De certo modo, essa peculiaridade das redes se assemelha ao *Keiretsu*. O *Keiretsu* é uma instituição japonesa que congrega um grupo de fornecedores para um grande fabricante. Esse grande fabricante apóia financeiramente seus fornecedores mediante empréstimos ou mesmo participação acionária, o que implica continuidade da demanda por longo prazo.

Em contrapartida, espera-se que os membros do *Keiretsu* ofereçam excelência, *expertise* técnica e melhorias de qualidade ao fabricante. O *Keiretsu* é atualmente criticado por apresentar barreiras elevadas a novos participantes, o que diminui as oportunidades de inovação e pelo tratamento brando exercido pelo controlador (SLACK et al., 1997).

Assim, como os *Keiretsu*, as redes procuram manter um número reduzido de fornecedores e distribuidores particularmente confiáveis, o que impacta positivamente nos custos, ao reduzir e simplificar os trâmites das compras e expedição. Essa confiabilidade

pode ser ganha, para além de contratos de longo prazo, por meio de apoio, consultorias, oferta de auxílio e mesmo interferência para adequação dos processos do fornecedor ou distribuidor aos objetivos do contratante, um recurso similar à participação acionária encontrada nos *Keiretsu*. Mas, ao contrário desse, a rede não é fechada.

Embora possa privilegiar a estabilidade dos contratos de longo prazo, não hesita em recorrer ao mercado e substituir um elemento problemático ou que não valha à pena despender recursos para ajustá-lo às necessidades da CS.

Já o termo cadeia de suprimentos apresenta-se como a antítese do de rede de suprimentos. Como ilustração, cadeia implica a imagem mental de uma corrente, em que um elo está atrelado a outro não por uma sequência justaposta e independente, mas por uma junção ou encaixe.

A união e evolução da cadeia se fazem por amarrações sólidas entre as partes, o que denota uma interdependência profunda, distinta da encontrada nas redes. PIRES (2004) argumenta que o termo cadeia predomina na área de manufatura pelo fato de existir maior tendência à linearidade na execução de processos e/ou atividades e o contato com o cliente final tender a ser exclusivo. É nesse sentido que CHOPRA & MENDL (2004) advogam que a cadeia de suprimentos é o deslocamento sequencial de produtos e insumos de fornecedores para fabricantes e destes, para distribuidores e lojistas, até o consumidor final. Já o termo rede, segundo PIRES (2004), seria uma metáfora que parece representar de maneira mais aproximada a área de serviços como, por exemplo, numa situação em que um cliente adquire um pacote turístico e é atendido por uma rede de serviços, composta por empresas de transporte aéreo, hoteleiras, locadoras de veículos etc.

De acordo com BERTAGLIA (2005), integração, o termo chave para o entendimento do conceito como cadeia de suprimentos, é o responsável pelo conceito. Dele derivam a confiabilidade e a previsibilidade, elementos fundamentais para o seu funcionamento adequado. Integração significa, portanto, para o autor, que todos os elos devem atuar sempre como o planejado, sem surpresas. Nesse sistema, aparece o *single sourcing* e a utilização de um único fornecedor logístico para realizar todas as funções de transporte e de distribuição. Nas suas palavras:

“Dos fornecedores de matéria-prima, passando pelas fábricas, pelos sistemas de distribuição e chegando aos canais de vendas, tudo deve estar perfeitamente integrado. No mundo ideal, cada vez que alguém compra algo numa loja, a reposição deveria ser

automática, sem lapso de tempo e atrasos. Em outras palavras, informação deve fluir numa direção (o produto foi vendido) e o fluxo físico (o produto está sendo resposto) em outra (...). Os elementos do Supply Chain são totalmente interdependentes – a fábrica não pode produzir se não tiver os materiais a tempo, os fornecedores não podem entregar os materiais se não lhes forem pedidos, a distribuição não pode entregar os produtos se a fábrica não só produziu a tempo, e o setor de vendas, claro, não pode vender o que não existe. (BERTAGLIA, 2005, p. XIII-XIV).

A definição de Bertaglia expressa a idéia que consistentemente aparece em quase todas as definições cadeia de suprimentos. Essa idéia é a de coordenação e ou integração ao longo da CS das atividades relacionadas a bens e serviços para o consumidor. Nesse sentido, Bertaglia aproxima-se dos conceitos do *The Supply Chain Council* e do *The Council of Logistics Management*.

Uma visão simplificada, mas bastante coerente com o significado do termo cadeia, é a de CHRISTOPHER (2007):

“a cadeia de suprimentos poderia ser definida com precisão como uma rede de organizações conectadas e interdependentes, trabalhando conjuntamente, em regime de cooperação mútua, para controlar, gerenciar, e aperfeiçoar o fluxo de matérias-primas e informação dos fornecedores para os clientes finais.” CHRISTOPHER (2007, p.5)

Esse conceito, além de enfatizar a necessidade de cooperação e confiança entre os diversos elos da CS, sugere um aparato sistêmico em que o todo seria distinto e maior que a soma das partes. Essa definição é bastante similar à do *Institute for Supply Management* que descreve a cadeia de suprimentos como “o projeto e a gestão de processos contínuos de agregação de valor que perpassam as fronteiras organizacionais no sentido de atender as reais necessidades dos consumidores finais.” (tradução do autor).

Outro fator que leva à predominância do termo cadeia consiste na ampla assimilação e divulgação do termo favorecendo aspectos mercadológicos.

CHOPRA & MENDL (2004, p.3) apresentam uma definição bem abrangente da CS. Para os autores “a cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos direta

ou indiretamente no atendimento de um pedido de um cliente.” Para os autores, a CS não se restringe a fornecedores e fabricantes. Ao contrário, engloba também transportadores, depósito, varejistas e os próprios clientes. Essa variedade de atores significa que cada membro da cadeia executa diferentes processos em sua interação com os demais estágios. Em sua definição, CHOPRA & MENDL (2004) consideram ainda as funções internas de cada elo vinculadas às necessidades dos clientes, tais como, desenvolvimento de produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e atendimento ao cliente. Desse modo, o projeto de cadeia mais adequado depende das necessidades do cliente e da capacidade e papel de cada elo em atendê-lo.

Outra fonte de controvérsias entre os estudiosos é a distinção entre gerenciamento da logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. SIMCHI-LEVI et al. (2003, p.28), paradoxalmente, em seu livro denominado Cadeia de Suprimentos – Projeto e Gestão e perguntam: *“qual é a diferença entre a GCS e o gerenciamento da logística?”* A resposta, advogam os autores, *“depende de quem está abordando o assunto”*. Para eles, surpreendentemente, não há distinção entre GCS e gerenciamento da logística. SIMCHI-LEVI et al. (2003) entendem a CGS e a logística como a definida pelo Conselho de Gestão Logística norte-americano. Na sua definição de logística, o *Council of Logistics Management* (CLM), entidade formada por pessoas físicas em 1963 e que há mais de 40 anos realiza trabalhos de pesquisa relacionados à logística, em 1998, propõem que:

“Logística é a parte dos processos da cadeia de suprimentos (CS) que planeja, implementa e controla o efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações correlatas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes.”(CLM, 1998).

Desse modo, para SIMCHI-LEVI et al.(2003) a logística é:

“O processo de planejar, implementar, e controlar o fluxo e o armazenamento eficientes e eficazes de matérias-primas, produtos em processo, produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de origem ao ponto de consumo, com o propósito de se adaptar às necessidades dos cliente.” (SIMCHI-LEVI et al., 2003, p.28).

Em relação ao termo GCS, SIMCHI-LEVI et al.(2003) o definem como:

“Um conjunto de abordagens utilizadas para integrar eficientemente fornecedores, fabricantes, depósitos e armazéns, de forma que a mercadoria seja produzida e distribuída na quantidade certa, para a localização certa e no tempo certo, de forma a minimizar os custos globais do sistema. Ao mesmo tempo em que atinge o nível de serviços desejado.” (SIMCHI-LEVI et al., 2003, p.27).

Segundo os autores, três constatações são obtidas a partir dessa conceituação. A primeira delas refere-se ao impacto dos custos de todas as instalações da CS que desempenham papel ativo na produção para atender o consumidor final. Assim, o objetivo da CS eficiente e eficaz pode ser traduzido em termos de minimização desses custos. Por fim, têm-se as implicações estratégicas, enunciado complementar ao da definição de CS de BOWERSOX, CLOSS & COOPER (2006).

Para BALLOU (2006) a definição do *Council of Logistics* é uma excelente definição que evidencia a questão do fluxo. Sugere ainda que a logística é um processo que inclui todas as atividades importantes para disponibilizar os produtos/serviços onde e quando requisitados pelos clientes. Para esse autor, gerenciamento da cadeia de suprimentos capta a essência e ultrapassa a logística ao destacar as interações logísticas entre as funções marketing, logística e produção em uma empresa e dessas mesmas interações entre empresas distintas no âmbito da cadeia. BALLOU (2006) esclarece que:

“O gerenciamento da cadeia de suprimentos destaca as interações logísticas que ocorrem entre as funções de marketing, logística e produção no âmbito de uma empresa, e dessas mesmas interações entre empresas legalmente separadas no âmbito do canal de fluxo de produtos.” BALLOU (2006, p.27).

BALLOU (2006) reconhece ainda que oportunidades para melhorias dos custos ou serviços aos consumidores são concretizadas mediante coordenação e colaboração entre os integrantes desse canal nos pontos em que algumas atividades essenciais da CS podem não estar sob o controle direto dos especialistas em logística.

Já PIRES (2004) advoga a existência de uma distinção entre os dois termos. Para ele, a GCS tem sido muitas vezes confundida com a Logística, assim como a Logística é muitas vezes interpretada apenas como a atividade de transporte. Esse autor ratifica sua posição ao lembrar que determinados processos pertencentes à GSM, como o envolvimento dos fornecedores desde a fase de concepção de um produto (*Early Supplier Involvement* -

ESI) e a Gestão do Relacionamento com os clientes (*Customer Relationship Management - CRM*), não podem ser considerados como atividades logísticas. Na sua definição, uma CS é uma rede de organizações, autônomas ou semi-autônomas, que é efetivamente responsável pela obtenção, produção e liberação de um determinado produto e/ou serviço ao cliente. No seu entender, a cadeia remete a uma lógica dura, linear, de processos em ordem bem definida com o contato com o consumidor feito quase exclusivamente ao final da cadeia, mais ao estereótipo da manufatura e sua linha de montagem. Já a rede remete a uma estrutura mais complexa com uma relação típica dos processos do setor de serviço, em que o cliente não tende ser exclusivo do elo final, que, em si mesmo, é difícil definir como final.

Esse mesmo entendimento é encontrado em BOWERSOX, CLOSS & COOPER (2006) para quem a logística é um subconjunto e ocorre dentro da estrutura da cadeia de suprimentos. As decisões da CS determinam a estrutura na qual a logística ocorre. A logística é “*o trabalho exigido para movimentar o inventário dentro da cadeia de suprimentos*” (p. 21), sendo um processo gerador de valor por meio da configuração de tempo e localização do estoque. Assim, recebe a denominação de logística integrada e é fundamental para a conectividade efetiva da CS, ao combinar a gestão de pedidos, do estoque, do transporte, armazenamento, do manuseio, e da embalagem enquanto procedimentos integrados e contínuos em uma rede de instalações.

Com ênfase no ambiente turbulento da concorrência dos tempos atuais a definição de BOWERSOX, CLOSS & COOPER (2006, p. 21) de cadeia de suprimentos privilegia a questão estratégica da CS e dos seus elos. Para os autores, a GCS “*compreende empresas que colaboram para alavancar posicionamento estratégico e para melhorar e eficiência das organizações.*” Assim, para cada elo, o relacionamento da CS reflete a sua escolha estratégica. E a estratégia maior da CS como um todo “*é um arranjo de canal baseado na dependência reconhecida e na gestão de relacionamento.*” Nesse sentido, a GCS representa processos que “*atravessam áreas individuais dentro de empresas individuais e conectam parceiros comerciais e clientes para além das fronteiras organizacionais.*”

Uma visão bastante simplificada e básica da GCS é a de LEE & BILLINGTON apud WISNER, LEONG & TAN (2005) que descrevem a GCS como:

“... atividades de integração que ocorrem entre uma rede de instalações que adquirem matérias-primas, as transforma em bens intermediários e em produtos acabados, e entregam esses

produtos para os consumidores por meio de um sistema de distribuição” (tradução do autor).

Essa definição cresce em abrangência quando aliada a de um grupo de pesquisa dos EUA, o *Global Supply Chain Fórum* (GSCF), que entende GCS como “*a integração dos processos de negócios desde o usuário final até os fornecedores primários que provêem produtos, serviços e informações que agregam valor para os clientes e stakeholders.*”

Talvez a definição mais concreta seja a de TAYLOR (2005). Segundo ele, a CS é o conjunto de instalações de produção e armazenagem conectadas por redes de transporte.

Em 2005 o Conselho de Gestão Logística sofreu uma alteração em sua designação que ratifica a predominância da GCS sobre a Logística, tornando-se o *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)* e suas atuais definições para Logística e para GCS deixam claro suas interpretações.

“A gestão da logística é a parte da GCS que planeja, implementa e controla o fluxo eficiente e eficaz, direto e reverso, e a estocagem de mercadorias, serviços e informações correlatas, desde o local de origem até o ponto de consumo, de forma a atender os consumidores” (CSCMP apud BALLOU, 2006, tradução do autor).

“A GCS engloba o planejamento e a gestão de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição, trocas, e todas as demais atividades da Gestão da Logística. A GSM também inclui a coordenação e a cooperação entre os participantes da cadeia, os quais podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terceirizados e consumidores. Em essência, a GCS integra a gestão de suprimentos e da demanda no âmbito das empresas e da cadeia” (CSCMP apud BALLOU, 2006, tradução do autor).

3.1.1 A Dinâmica nas Cadeias de Suprimentos

A tecnologia de informação torna-se fundamentalmente importante para o desempenho da CS porque estabelece a comunicação de informações internas entre funções das empresas e externas com outros integrantes da cadeia. A tecnologia de informação dá suporte à coordenação da cadeia de forma que seus gestores tenham maior chance de acerto na tomada de decisões. É por meio dela que se dá o fluxo de informações. No entanto, esse

fluxo já permeia os demais. Os pedidos, por exemplo, são informações sobre a demanda imediata. No geral, todavia, as informações não fazem parte das transações, mas são meios para auxiliá-las e facilitá-las. O fluxo de informações ocorre na CS em qualquer momento, sem limitações quanto ao seu movimento e em volumes diferenciados. São informações sobre previsões da demanda, planejamento da produção, promoções, e todos os tipos de relatórios. Assim, uma informação pode difundir-se simultaneamente para qualquer membro da CS. Com isso, assegura que todos operem com as mesmas informações ao mesmo tempo. (TAYLOR, 2005).

Dentre as tecnologias de informação, elas, o destaque é a *Internet*, que em si mesma, constitui um mercado, um meio de produção e distribuição de informações e de serviços. Ao oferecer acesso em tempo real e a uma vasta gama de informações, a *Internet* viabiliza a tomada de decisões mais embasadas e aprimora a eficiência desse processo bem como propicia o alinhamento estratégico resultante dessas decisões às necessidades organizacionais e da cadeia como um todo por meio do contato direto com clientes e fornecedores.

De acordo com TAYLOR (2005, p.84) as informações podem em muitos casos substituir os estoques. É que a incerteza da demanda pode ser minimizada com a partilha de informações. Com isso, não há necessidade de estoques de segurança, uma vez que a troca de informações permite prever futuras mudanças na demanda, suprimento e caixa. Para TAYLOR, a substituição de estoques por informações é um aspecto fundamental para melhorias na CS. Essa afirmação é corroborada e complementada por SIMCHI-LEVI et al. (2003):

“os recentes progressos da tecnologia de informações e da comunicação (...) juntamente com o melhor entendimento das estratégias das CS, convergiram para uma abordagem inovadora que permitem à empresa atingir os dois objetivos simultaneamente. Ironicamente, o aumento do giro dos estoques, aliado a níveis de serviço quase perfeito, desarma um dos mais clássicos trade-off’s das operações.” (SIMCHI-LEVI et al., 2003, p.30).

A coordenação, alinhamento e cooperação pretendidos pela CS por meio dos fluxos, sobretudo o de informações, ainda é um ideal bastante distante. Diferentes estágios com objetivos distintos, ou seja, conflitantes, interferem na coordenação da CS e de seus fluxos. Por outro lado, mesmo a melhor comunicação pode acarretar desentendimentos.

Assim, a falta de coordenação pode, também, advir das diferentes interpretações que diversos tomadores de decisão de uma CS podem fazer a partir da análise de um mesmo conjunto de informações.

Diversos estudos e experimentos comprovam que, se os integrantes da CS buscarem maximizar seu desempenho de forma isolada, a cadeia não apresenta um resultado satisfatório. Ao desconsiderar o impacto de suas ações isoladas sobre outros integrantes da cadeia, os benefícios locais que um determinado curso de ação proporciona, podem implicar grandes prejuízos para a cadeia como um todo.

Considerar a cadeia de suprimentos como um todo, maximiza o lucro total da cadeia, o que poderá levar a lucros mais altos para cada empresa individual integrante da CS (CHOPRA & MEINDL, 2003, p. 343). Torna-se necessário coordenar esses movimentos para que cada item chegue ao local certo, no momento certo.

Segundo (TAYLOR, 2005, p.20), a complexidade inerente à sua estrutura e a variabilidade que apresentam seus fluxos são os dois principais aspectos que tornam a GCS uma atividade árdua. O desafio principal hoje em dia é que as cadeias de suprimentos atinjam coordenação, apesar do grande número de responsáveis e do aumento de variedade dos produtos. A complexidade da estrutura deriva do fato de que, atualmente, as CS quase sempre são compostas por estágios com dezenas ou até centenas de responsáveis diferentes. A estrutura da CS, constituída por estágios interdependentes, requer a difícil tarefa de que cada um destes leve em consideração o impacto que suas ações exercem sobre os demais estágios.

A variabilidade, por sua vez, decorre do aumento do *mix* de produtos, da diminuição do ciclo de vida destes e da distorção das informações que fluem pela cadeia. Entre os diversos estágios as informações são interpretadas de diferentes formas, sofrendo alterações segundo um processo de amplificação. A assimetria de informações, derivada de um compartilhamento parcial ou da incompletude destas, é uma das principais razões das oscilações dos fluxos entre os diversos estágios da cadeia. Como exemplo, quando não há troca de informações sobre a demanda real, à medida que os integrantes da CS se afastam em relação ao consumidor final, estes passam a elaborar suas programações de produção a partir dos pedidos e não mais da demanda do consumidor final.

Entretanto, os pedidos podem conter variações em relação à demanda real para promover ajustes nos estoques. Tais ajustes podem se dar no sentido de aumentar ou de

diminuir os estoques como estratégia de proteção física do sistema para enfrentar falhas da produção ou variações da demanda.

Além disso, como existe um intervalo de tempo entre a formulação do pedido e o efetivo recebimento deste (*lead time*), em geral, uma parcela dos pedidos pode corresponder a uma quantidade que visa suprir a demanda durante esse intervalo de tempo, não correspondendo a uma demanda real.

Muitas empresas observaram o “efeito Forrester” (*bullwhip effect*) que consiste na amplificação da previsão da demanda, em relação à demanda real, que se torna cada vez mais acentuada à medida que as empresas se afastam do consumidor final.

A Procter & Gamble (P&G), a Hewlett-Packard (HP), Barilla, dentre outros inúmeros fabricantes de roupas e alimentos, constituem exemplos clássicos citados por autores como (CHOPRA & MEINDL, 2003, SIMCHI-LEVI et al., 2003, BOWERSOX & CLOSS, 2001, BALLOU, 2006).

A Barilla, fabricante italiana de massas, constatou que os pedidos semanais feitos por um centro de distribuição local chegavam a aumentar mais de 70 vezes ao longo de um ano, sendo que as vendas semanais do centro de distribuição para os supermercados aumentavam menos de três vezes. Ou seja, a Barilla enfrentava uma demanda que variava muito mais que a demanda real dos clientes, levando-a a um aumento do estoque, a uma difícil gestão de capacidade produtiva, à deficiente disponibilidade de produtos e a uma consequente queda nos lucros.

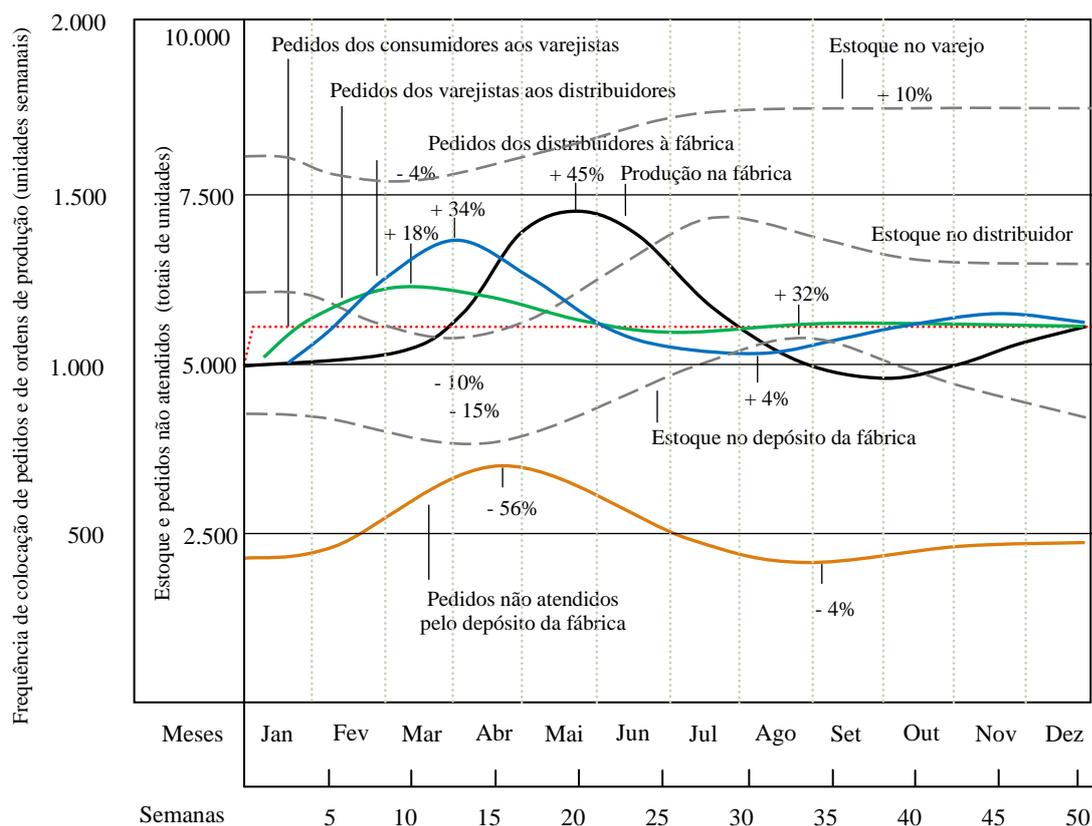
Este fenômeno foi inicialmente estudado por Jay Forrester, em seu clássico trabalho realizado na década de 60, quando simulou relações entre empresas de uma cadeia de suprimentos. A modelagem matemática e a simulação computacional constituíram a base técnica para os estudos de Forrester.

Apesar das pequenas oscilações na demanda por parte do consumidor final, os fluxos acabam sofrendo um processo de amplificação à medida que se afastam do consumidor final, resultando em demandas que apresentam grande variabilidade. Neste cenário, o aumento de 10% nas vendas de varejo levou o estoque do distribuidor a um aumento de 21% e o da fábrica a um aumento de 32%.

De forma análoga o estoque no varejo teve uma redução máxima de 4% em relação ao estado inicial, enquanto que o estoque do distribuidor atingiu uma queda máxima de 10% e o da fábrica ficou sujeito a uma redução máxima de 15%.

As oscilações da demanda prevista entre os diversos elos da cadeia implicam dificuldades de gestão da logística, da função produção, marketing e financeira, podendo levar a CS a um desempenho insatisfatório.

A FIGURA 3.1 mostra como todo um canal pode ficar sujeito a fluxos que apresentam grande variabilidade.



Fonte: FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1961.

FIGURA 3.1 - Resposta de uma CS a uma oscilação de 10% nas vendas a varejo.

Segundo FORRESTER (1961, p.15), o fluxo na cadeia de suprimentos é influenciado por três principais fatores: a estrutura organizacional da CS, o tempo adicional gasto para a tomada de decisões e para pôr em prática as estratégias adotadas e a amplificação da intensidade das ações que usualmente são adotadas na tomada de decisões em sistemas industriais e sociais. FORRESTER (1961) deixa claro que o seu trabalho representava apenas um ponto de partida no sentido de estudar a forma pela qual esses três

fatores poderiam se combinar para determinar o comportamento dos sistemas industriais e sociais.

Outro elemento da dinâmica das CS é o sistema *pull* e o sistema *push*, de particular relevância na prática do *Postponement* das CS. Essa visão facilita a análise global dos processos de CS ligados à demanda. Na fronteira *push-pull*, que recebe o nome de “ponto de desacoplamento” (*decoupling point*) está o ponto em que o fluxo de produtos deixa de ser puxado pelos clientes e passar a ser empurrado pelos fornecedores na CS. Na produção *push*, a produção tem caráter especulativo porque respondem a uma previsão e não a uma demanda real, sendo a produção estocada. É uma operação comum de serviços padronizados e da produção em massa, com grandes volumes, pouca variedade e qualidade consistente. Já, no sistema *pull*, a demanda no término do canal de distribuição “puxa” os produtos em direção ao mercado. Nesse caso a produção pode ser contra-encomenda, também denominada, “sob-pedido”. Junto com os produtos, o fluxo de insumos também é puxado.

O principal contraste do sistema *pull* (puxar) em relação ao sistema *push* (empurrar) é que, neste último, a produção é feita para estoque, sendo empurrada na cadeia e formando “estoques de segurança” (CHRISTOPHER, 2007). CHOPRA & MENDL (2003) salientam que a visão *pull/push* é um instrumento útil ao considerar as decisões estratégicas de projeto de CS. Essa visão permite ainda transferir responsabilidades de determinados processos para outros estágios da cadeia com vistas a torná-lo *pull* (puxado), permitindo maior previsibilidade da cadeia.

3.1.2 O equilíbrio entre a eficiência e a responsividade.

A organização e configuração das CS definem-se em função dos objetivos estratégicos de desempenho. É que diferentes tipos de mercados requerem níveis de serviços e de gerenciamento diferentes das CS. CS atuantes em uma mesma indústria ainda podem competir de modos distintos ao optarem por produtos inovadores ou funcionais. Grosso modo, as CS são enxutas ou ágeis em função das características dos cenários em que atuam. A primeira enfatiza a eficiência e a segunda, a flexibilidade e a responsividade. As CS enxutas, também chamadas eficientes, concentram-se, sobretudo, em ambientes estáveis, com demandas previsíveis. As CS ágeis, conhecidas ainda por responsivas, por sua vez, operam em panoramas turbulentos, em que a resposta pronta às variações constantes da

demanda é uma constante. Em termos de bens e serviços, as cadeias ágeis implicam os produtos inovadores, enquanto os produtos funcionais demandam cadeias eficientes, dada sua natureza de demanda previsível, raras mudanças, baixa variedade, preço estável, longos prazos de entrega e baixas margens.

O QUADRO 3.1 apresenta uma comparação entre as estratégias utilizadas nos dois tipos básicos de CS: a eficiente e a responsiva.

QUADRO 3.1 - Comparação entre cadeias de suprimento eficientes e responsivas.

| Estratégias | Cadeia Eficiente | Cadeia Responsiva |
|--|---|---|
| Objetivo principal | Suprir a demanda previsível de forma eficiente ao menor custo possível. | Atender à demanda rapidamente. |
| Estratégia de fabricação | Reduzir os custos através de alta utilização dos recursos (eficiência). | Manter reserva de capacidade para atender mediante oscilações da demanda. |
| Estratégia de estoques | Minimizar e promover alto giro de estoques para reduzir custos. | Manter estoques reguladores de componentes e produtos acabados para atender à demanda inesperada. |
| Estratégia de <i>lead-time</i> | Reduzi-lo sem sacrificar os custos. | Investir agressivamente na redução do <i>lead-time</i> . |
| Estratégia para fornecedores | Selecioná-los baseando-se em custo e qualidade. | Selecioná-los baseando-se na rapidez de entrega, flexibilidade (mix, novos produtos, oscilações de volume) e qualidade. |
| Estratégia de desenvolvimento do produto | Maximizar o desempenho com um custo mínimo por produto. | Criar modularidade que permita o adiamento da customização (<i>postponement</i>) do produto. |
| Estratégia de preços | Margens baixas porque o preço é impulsor do cliente. | Margens mais altas já que o preço não é o impulsor do produto. |
| Estratégia de transportes | Contar com meios de transporte mais baratos. | Contar com meios de transportes responsivos. |

Fonte: Adaptado de FISHER, M. L. *What is the right supply chain for your product?* Harvard Business Review, vol. 75 N. 2 (1997), p. 105-116.

Cadeias que geram valor, em geral buscam conjugar eficiência e eficácia. Eficácia é a medida de quão próximo se chega dos objetivos previamente estabelecidos. Eficiência é a relação entre o que obteve de *outputs* (resultados) em relação ao que se consumiu para a mesma produção. Assim, desempenho é o grau no qual sistemas físicos e econômicos, como as CS, atingem seus objetivos. Assim, esse conceito é muitas vezes associado à eficiência do sistema físico e a eficácia do sistema econômico (MARTINS & LAUGENI, 2005).

Baseando-se na dicotomia cadeia ágil e cadeia enxuta, CHOPRA & MEINDL (2003, p.51) consideram que o objetivo da estratégia da cadeia de suprimentos consiste na conquista do equilíbrio entre a “responsividade” e a “eficiência” da cadeia. A responsividade representa a habilidade da CS em responder a variações de volume de demanda, atender com *lead-times* curtos, lidar com ampla gama de produtos, produzir produtos inovadores e atender os consumidores com alto nível de serviço.

Se os objetivos em dado estágio da cadeia fossem complementares, não haveria a necessidade de integrar a gestão da cadeia de suprimentos. Cada estágio poderia ser gerido de forma independente e, ainda assim, seria possível um desempenho plenamente satisfatório. Entretanto, os gestores de cada estágio podem ter metas conflitantes ou metas, que embora semelhantes, em função da falta de coordenação, acabam provocando efeitos indesejados sobre os demais estágios.

Além desse possível efeito, quando os gestores tomam decisões individuais relacionadas com fatores como estoque, transporte, localização e capacidade das instalações e tecnologias de informação são frequentes as trocas justas/compensação de custos/objetivos conflitantes (*trade-off's*). Por essa razão, as consequências dessas decisões precisam ser cuidadosamente analisadas.

A CS eficiente apresenta ênfase na redução de custos, com grandes lotes de produtos padronizados, demandas previsíveis, transporte de cargas cheias, processos produtivos menos flexíveis etc.

3.1.3 Objetivos conflitantes (*trade-off's*) e estratégia nas cadeias de suprimentos.

De acordo com WRIGHT, KROL & PARNELL (2000), há tantos conceitos de estratégia quanto livros escritos sobre o tema. Uma visão bastante genérica diz que estratégia consiste no padrão de ações e decisões de uma empresa para alcançar sucesso e ter

receitas acima da média. A competitividade é alcançada quando uma empresa é bem-sucedida na formulação e na implementação de uma estratégia que gere valor. (HITT, HOSKINSON & IRELAND, 2007).

Cadeias com características diferentes apresentam diferentes estruturas em razão da indústria em que se inserem. Ágeis ou responsivas, funcionais ou inovadoras, é certo que os produtos, os processos e os clientes moldam CS com características diferentes.

Em cada um desses projetos, há uma série de *trade-off's* envolvidos. *Trade-off's* esses que, além de esperados, dada a diferença entre atividades e objetivos das cadeias, relacionam-se à questão da estratégia adotada por cada uma para competir em seus respectivos setores. O conceito de *trade-off* é um dos mais interessantes da área de operações. Se, em tempos idos significava literalmente que a seleção de uma opção implicava necessariamente no descarte de outra, hoje permite acomodar objetivos até então antagônicos em um mesmo produto, processo ou serviço. Mais especificamente, como colocam DAVIS, AQUILANO & CHASE (2001), estabelece-se uma hierarquia dentre as diferentes prioridades conforme a demanda do mercado. CORRÊA & CORRÊA (2004) argumentam que os *trade-off's* não têm uma natureza estática e que os critérios se alteram de diversas maneiras, não só por meio de decisões de mercado. Essa perspectiva não invalida, todavia, que em alguns aspectos, melhorias adicionais em uma ou mais áreas implique concessões em outras.

Um exemplo de RITZMAN & KRAJEWSKI (2003) ilustra esse tópico. Como afirmam os autores, citando uma pesquisa, realizada em indústrias, resultou no fato de que aumentos no grau de customização ou fabricação de produtos com projetos de alto grau de desempenho resultam em custos e preços maiores. A lição para os autores é clara: cabe às empresas escolherem o conjunto de prioridades a ser considerado. Implícito a essa escolha está o mercado no qual a empresa opera, suas necessidades, desejos e valores. Os autores também evidenciam que algumas concessões não são possíveis porque uma prioridade tornou-se uma exigência do mercado. E eles a denominam de credenciador de pedidos, um nome bastante sugestivo para uma idéia que equivale aos chamados critérios qualificadores de pedidos de HILL (1993).

CORRÊA & CORRÊA (2004, p.57) entendem os *trade-off's* como escolhas estratégicas em função das estratégias corporativas e operacionais determinados pelas empresas em relação ao público visado de seus produtos e serviços. Assim, essas escolhas implicam renúncias estratégicas ou, em suas palavras “*renuncia-se ao desempenho superior*

em um aspecto para privilegiar o desempenho em outro aspecto.” É disso que tratam os “*trade-off's*”.

Para CORRÊA & CORRÊA (2004), quando uma operação busca simultaneamente um alto desempenho em diversos critérios de desempenho conflitantes entre si, ocorre uma perda de “foco”. Para eles, quando uma operação não se mantém “focalizada” em uma seleção não conflitante de metas de desempenho, a consequência invariável é a queda dos níveis globais de desempenho. Os autores não negam que, em determinadas circunstâncias, como a falta de demanda, as operações são obrigadas a conviver com dois tipos de procura conflitantes. Os responsáveis, no entanto, devem estar cientes dos malefícios dessa ausência de foco nas suas operações.

SLACK et al. (2008) argumentam que a visão que limita a compensação de um critério às expensas de outro é ultrapassada. Para os autores, se, no curto prazo, as organizações não conseguem um elevado desempenho em todos os critérios, no longo prazo, um dos objetivos-chave da estratégia é melhorar todos os aspectos do desempenho de operações. Um exemplo é o caso de uma indústria com refugos constantes resultantes de erros e a necessidade de refazer peças e produtos com defeitos que representem cerca de 30 % dos custos dos produtos. Ao diminuir o número de defeitos e melhorar a qualidade, a empresa pode reduzir custos, melhorar a produtividade, diminuir o prazo de entrega e aumentar a confiabilidade.

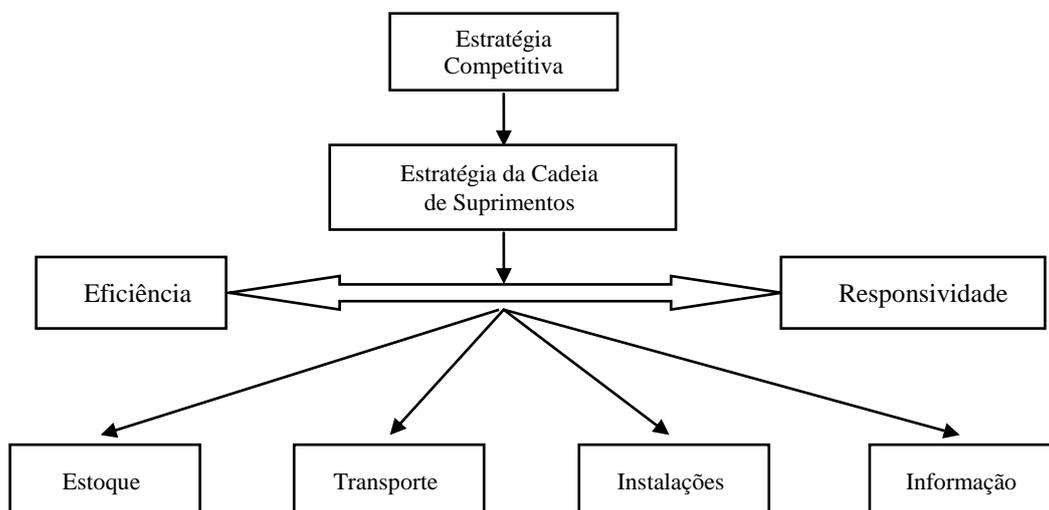
Não obstante a isso, nas cadeias de suprimento e nas operações internas ainda são muito presentes os objetivos conflitantes. Internamente podem ser observados diversos casos de *trade-off's*, sendo os mais comuns o custo em detrimento do *mix* de produtos, quantidade de estoques em relação ao nível de serviço ao cliente e a flexibilidade em relação à velocidade.

CHOPRA & MEINDL (2003), afirmam que todas as decisões de uma CS devem ser tomadas levando-se em consideração seu impacto nos custos de estoque, de instalações de processamento e de coordenação das operações, além do nível de responsividade oferecido aos clientes. Esses autores apresentam como principais *trade-off's* os seguintes:

- Custos de transporte *versus* estoque.
- Custos de transporte *versus* responsividade ao cliente.

O estoque é um importante fator da cadeia de suprimentos que afeta drasticamente a eficiência e a responsividade da cadeia. Níveis de estoque elevados levam ao aumento do custo do varejista, tornando-o menos eficiente, enquanto que níveis reduzidos de estoque farão com que o varejista seja mais eficiente, mas poderá comprometer sua responsividade. O estoque está presente em todos os estágios da cadeia e é o principal gerador de custos da cadeia. Pode-se também observar que estoque e tempo de fluxo são variáveis intimamente relacionadas.

Tomando como base o modelo apresentado na FIGURA 3.2 por CHOPRA & MEINDL (2004), as empresas utilizam quatro fatores-chave para alcançar os seus objetivos: estoque, transporte, instalações e informação.



Fonte: CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo, Pearson Education, 2004, p.52.

FIGURA 3.2 - Estrutura de tomada de decisões na cadeia de suprimento.

Em relação à atividade de transporte pode-se afirmar que esta exerce forte impacto na relação eficiência-responsividade de uma CS. A utilização de um modal de transporte mais rápido torna a CS mais responsiva, mas pode haver aumento nos custos de transporte, que reduz sua eficiência.

A localização das instalações como, por exemplo, depósitos de peças de reposição de máquinas fotocopadoras, podem proporcionar alto grau de responsividade se

forem numerosas e se estiverem estrategicamente próximas aos clientes. Ao contrário, um número reduzido de depósitos implica redução da responsividade, mas em contrapartida, há um aumento da eficiência.

A informação consiste em dados e informações a respeito do estoque, transporte, instalações e clientes que integram a cadeia de suprimentos. A informação constitui a base para a tomada de decisões que influenciam diretamente cada um dos demais fatores-chave, proporcionando aos gestores da cadeia a oportunidade para a determinação do equilíbrio entre eficiência e responsividade.

Os benefícios derivados de um eficaz sistema de informação são inquestionáveis. Entretanto é necessário que seja feita uma consideração da necessidade de maiores investimentos em ativos e da remuneração de profissionais qualificados que irão se utilizar desses recursos.

Em função da existência desses objetivos conflitantes, torna-se necessário encontrar uma forma de integração e equilíbrio na estratégia da cadeia de suprimentos.

3.2 Avaliação do Desempenho de Cadeia de Suprimentos

3.2.1 Introdução

Desde o trabalho pioneiro de Fayol, a mensuração do desempenho, sob o foco do controle, é uma das funções críticas da administração. Todavia, a definição de mensuração de desempenho e o seu conteúdo, isto é, o que medir, o que controlar e como fazê-lo ainda são objeto de discussões no universo acadêmico. De maneira geral, desempenho corresponde à *performance* efetiva de uma entidade organizacional, seja ela um indivíduo, seja um grupo de empresas atuando em conjunto. Objetivos e metas constituem o cerne da mensuração de desempenho. A mensuração é um mecanismo regulador e direcionador de ações e atividades dessas entidades para o alcance dos objetivos propostos. Nesse sentido, a mensuração do desempenho ocorre por meio de comparação com padrões previamente estabelecidos nos objetivos e metas. Esses padrões reafirmam o grau de satisfação ou apontam correções a serem feitas para tornar o desempenho consistente com as expectativas estabelecidas. O fator mais importante a considerar nessa questão é que, pela sua natureza, indicadores ou medidas de desempenho afetam profundamente o comportamento dentro e fora da organização.

Um indicador de desempenho avalia uma *performance* ao compará-la com um padrão interno à empresa ou dado pela concorrência. Hoje, há uma multiplicidade de indicadores. Cabe então ao responsável pelo GCS selecionar os indicadores mais adequados e críticos para o sucesso da CS e da empresa em si. TAYLOR (2005) argumenta que sólidas medidas de desempenho são uma das principais estratégias para o aprimoramento das CS.

CORRÊA & CORRÊA (2004) oferecem um *check-list* para boas medidas de desempenho. De acordo com eles, essas medidas devem ser derivadas da estratégia e alinhadas com as peculiaridades e prioridades competitivas da operação, simples de entender, de usar e claramente definidas e objetivas, prover retorno em tempo e de forma a rapidamente refletir as metas especificadas e ser, assim, relevante, pertencer a um ciclo completo e fechado de controle, focalizar melhoramento, contemplar propósito específico e definido e refletir tendências, ao invés de situações estáticas.

Para cadeias de suprimento, quatro índices correntes em operação podem proporcionar um *insight* inicial de seu desempenho, guardadas as devidas necessidades de ajustes para abranger a complexidade e variabilidade das CS. São eles: a produtividade, a capacidade, a velocidade de entrega e a velocidade do processo.

A produtividade de uma CS mediria a razão entre o valor total dos serviços ao cliente e o custo total do fornecimento a montante. Com isso mediria a eficiência com que as entradas resultam em valor para determinado nível de serviço, isto é, o quanto em unidades investidas resulta em unidades de níveis de serviço ofertado.

A capacidade, medida em unidades de saída por unidade de tempo, para a cadeia de suprimento, mensura a taxa ideal de saída, ou seja, de nível de serviço com base no qual a CS deseja produzir em condições normais e estáveis de demanda e corresponde ao nível para o qual esse sistema foi projetado. Como ocorre em empresas individuais, a capacidade operacional máxima da CS, só pode ser mantida por curtos períodos de tempo e ocorre quando todas as empresas operam eficientemente a plena capacidade. Nesse item fica clara a necessidade de extrema transparência e coesão entre os elos da CS. Uma falha individual ou uma tentativa individual de obter vantagens unicamente para si desequilibra toda a CS e inviabiliza o seu pleno funcionamento.

Uma terceira medida, a velocidade de entrega, apresenta duas dimensões de mensuração. A primeira é a quantidade de tempo decorrido entre o fornecimento dos insumos e suprimentos até a entrega do produto ao cliente. É uma espécie de *lead-time* (tempo de atravessamento) para Cadeias de Suprimentos. Cadeias eficientes com produtos

padronizados reduzem drasticamente seus *lead-times* ao produzir itens acabados para estoque. Em tais situações, os pedidos são atendidos prontamente com o estoque existente, praticamente limitando o *lead-time* ao tempo de separação e entrega dos pedidos.

A outra dimensão é a variabilidade do tempo de entrega. Muitos dos esforços feitos para melhorar os serviços ao cliente têm como objetivo minimizar essa variabilidade. Em muitos casos, a redução dessa incerteza é o principal item valorado pelo cliente e pelo consumidor. A incerteza desestrutura a CS, compromete seu cronograma, sua capacidade utilizada, aumenta estoques, entre outros fatores que afetam negativamente não só o consumidor final, mas, principalmente, a dinâmica da cadeia, sua eficiência e eficácia global de processo.

TAYLOR (2005) apresenta uma coleção de medidas baseadas em tempo, custo, eficiência e eficácia que podem ser entendidas como um refinamento das medidas citadas.

BALLOU (2006) propõe uma métrica para apresentar a contribuição da receita para as vendas resultantes do projeto logístico, batizada de RAL, isto é, “Retorno sobre Ativos Logísticos”, com metas a auxiliar a desenvolver um *mix* de atividades logísticas que obtém o máximo resultado possível ao menor investimento. Essa meta atende duas dimensões, a saber, o impacto do projeto do sistema logístico em termos de contribuição de rendimentos e o custo operacional e as necessidades de capital desse projeto.

Conhecer antecipadamente a receita adicional gerada por meio de incrementos de melhorias na qualidade do serviço logístico é, todavia, tarefa quase impossível. Não há como prevê-la com exatidão. Com isso, o nível de serviço ao cliente equivale a um valor-alvo em relação às vendas, num nível aceito pelo cliente. O objetivo logístico passa então a ser a minimização dos custos para o nível estabelecido de serviços, em detrimento da maximização do lucro ou retorno sobre o investimento. Isto ocorre, pois ao contrário dos lucros, os custos logísticos podem ser determinados com exatidão contábil. Tais custos podem ser de dois tipos: os custos operacionais e os custos de capital. Os custos operacionais como salários, despesas com armazenamento, despesas administrativas, entre outros, variam de acordo com as oscilações dos níveis de atividades.

Por sua vez, os custos de capital, representados por investimento em frota própria, construção de armazéns, compra de equipamentos, dentre outros, são gastos realizados uma única vez e não variam em função do nível de atividade. Se forem

conhecidas as receitas da empresa correspondente a cada nível de atividade logística, é possível saber o retorno sobre os ativos logísticos (RAL), dado pela expressão:

$$\text{RAL} = (\text{Contribuição para a receita} - \text{custos operacionais logísticos}) / \text{Ativos Logísticos.}$$

Os custos operacionais logísticos são as despesas realizadas para propiciar o nível de serviço logístico ao cliente. Os ativos logísticos correspondem ao capital investido no sistema logístico. O RAL deve ser maximizado com o passar do tempo.

“Quando o valor do dinheiro é elevado, maximizar o valor presente do fluxo de caixa ou maximizar a taxa interna de retorno institui uma representação mais adequada desse objetivo. Maximizar cumulativamente o retorno sobre o investimento ao longo do tempo é o segundo objetivo principal a ser concretizado para que sejam asseguradas a continuidade e o progresso da empresa no longo prazo.”
(BALLOU, 2006 p.44).

Até recentemente a base conceitual desenvolvida sobre medição de desempenho foi construída a partir de unidades de negócios vistas de forma isolada. Pesquisadores consagrados como MEREDITH & SHAFER (1999) alertam que as medidas tradicionais focadas, sobretudo, no desempenho financeiro estimulam decisões limitadas como a redução ou aumento de investimentos.

Com o advento das CS, surgiram algumas iniciativas para a revisão e readequação desse conhecimento sob a ótica da cadeia de suprimentos, ainda tímidas e sem grande expressão, encontradas em algumas em teses e dissertações. Segundo PIRES (2004), o desenvolvimento de métricas para cadeias ainda está por ser feito.

Como ilustração, ao contrário das unidades de negócio individuais ou as *holdings*, as CS não possuem relatórios contábeis padronizados, nem consolidados, tais como Demonstração de Resultados do Exercício (DRE), Balanço Patrimonial ou Demonstração de Origem e Aplicação dos Recursos (DOAR). Assim, indicadores relacionados a aspectos financeiros como custo, lucratividade e gestão dos ativos não são suficientes para abranger a complexidade das CS. Como já ocorre nas empresas individuais, as CS também precisam medir seu desempenho em outros aspectos.

Como as CS objetivam agregar valor para seus consumidores finais, torna-se imperativa a medição de desempenho dos aspectos relacionados aos serviços aos clientes. São eles a medição da disponibilidade, rapidez e confiabilidade das entregas, da variedade de produtos, da flexibilidade para lançar novos produtos e para superar oscilações de volume da demanda, entre os mais significativos.

Uma avaliação de desempenho adequada das CS deve refletir e abranger a complexidade dessas estruturas. Isso significa que melhorias nos processos na cadeia de suprimentos, beneficiando o desempenho total da cadeia de suprimento, nem sempre repercutem igualmente nos elos. Tome-se a variável custo, como exemplo. No todo da CS pode-se obter uma redução significativa. No nível de cada membro, todavia, o impacto é variável. Algumas empresas acompanham os resultados da CS. Outras apresentam aumento de custos. Esse fenômeno foi observado por SKJØTT-LARSEN (1999). De acordo com o autor, nas CS ágeis com contratos de entrega *just-in-time* ou nos sistemas de respostas rápidas, a GCS quase sempre implica necessidade de um dos elos incorrer em custos adicionais como, por exemplo, maior estoque, de modo a possibilitar a redução dos custos de estocagem e maior flexibilidade para a CS com um todo.

Por essa razão a avaliação das operações das CS requer um conjunto específico de medidas que identifiquem e compartilhem informações sobre o desempenho e custos entre as organizações integrantes.

A maneira mais adequada de se obter uma forma consistente de avaliação do desempenho dessa união sincronizada de organizações é o estabelecimento de medidas que reflitam a síntese coletiva e, ao mesmo tempo, isolem e identifiquem as situações individuais (BOWERSOX, 2006, p.39).

3.2.2 Modelo SCOR

O modelo SCOR (*Supply Chain Operations Reference Model*) é um modelo construído para descrever, comunicar, avaliar e melhorar o desempenho da GCS

O modelo foi inicialmente concebido por duas empresas privadas de consultoria dos EUA em 1996 que, posteriormente, se uniram a outras grandes empresas e fundaram o *Supply Chain Council* (SCC).

Segundo PIRES (2004), o SCOR é um modelo de referência de processos que contempla aspectos da “reengenharia de processos”, que se tornou popular nos anos 90, somados ao “*benchmarking*” e à “análise de melhores práticas”.

O SCOR usa medidas padrões para as atividades de cada processo de forma a permitir uma gestão mais precisa e objetiva e, principalmente, facilitar a transposição das práticas de sucesso identificadas para a empresa interessada.

O modelo SCOR é dividido em quatro níveis de detalhamento, sendo os três primeiros referentes a processos de projeto e o quarto ao processo de implementação.

No primeiro nível é definido o escopo e o conteúdo do modelo de referência a partir da definição dos cinco processos de negócio básicos do modelo. Neste nível a empresa traça seus objetivos de desempenho em relação à CS.

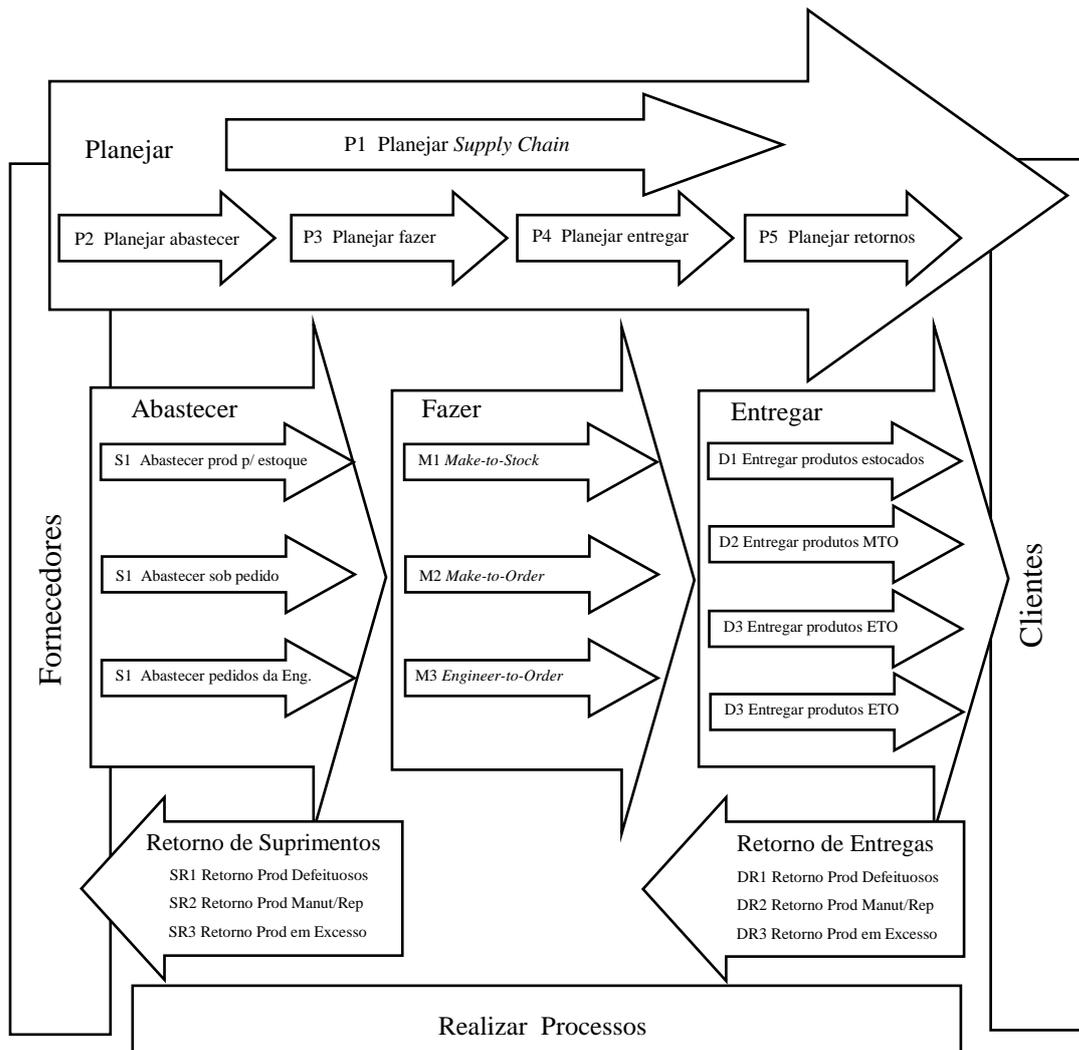
No segundo nível, a empresa pode ser “configurada” com base em 24 categorias principais de processos de forma a implementar sua estratégia de operações.

No terceiro nível a empresa realiza a decomposição dos processos de forma a definir sua habilidade para competir nos mercados onde deseja operar. Neste nível são definidos os elementos dos processos e suas respectivas métricas de desempenho, baseados nas possíveis atividades de *benchmarking* e das “melhores práticas”. Por último, no quarto nível, ocorre a etapa de implementação das práticas definidas de forma customizada para a empresa visando a obtenção de vantagens competitivas no ambiente dos negócios.

O modelo SCOR é focado em processos e em ferramentas de medição de desempenho. Antes de aplicar o modelo, a empresa deve definir as bases da estratégia com a qual irá operar no mercado. Embora não seja uma ferramenta para desenvolvimento de uma ampla estratégia de operações, modelo permite alinhar a estratégia de operações e a estratégia competitiva da empresa.

HUAN et al. (2004) afirmam que o modelo SCOR, proposto pelo SCC em 1996, ainda está em fase de inicial do seu ciclo de vida e ainda precisa de consistente estratégia para que seja amplamente aceito como modelo-padrão pelas empresas. Estes autores ainda consideram importante a inclusão do elemento “mudanças na gestão” na categoria de processo de planejamento do modelo SCOR.

O modelo SCOR propõe a existência de cinco processos de negócio básico, que são o planejar, o abastecer, o produzir, o entregar e o retornar conforme mostra a FIGURA 3.3.



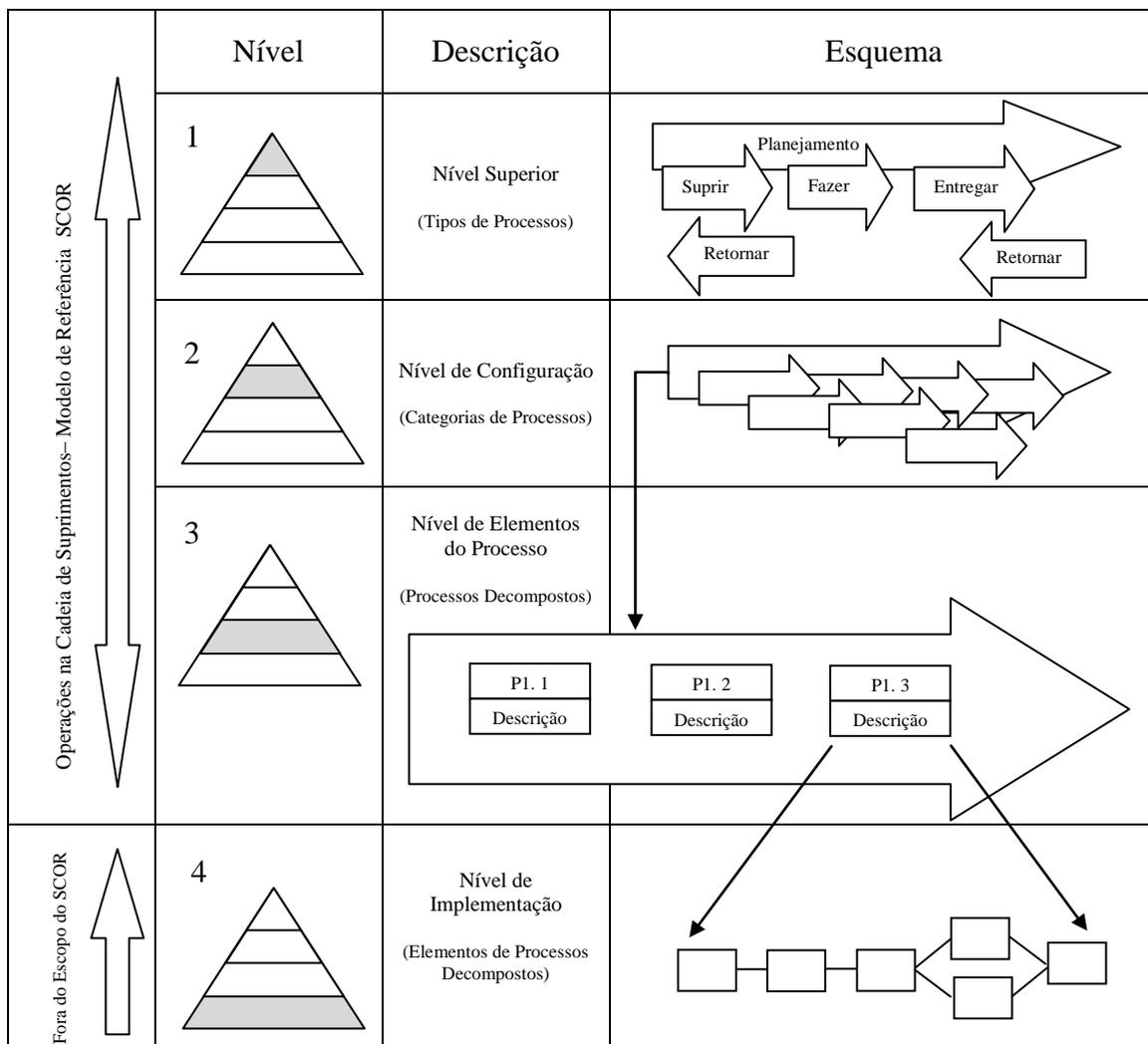
Fonte: Supply Chain Council – SCC - <http://www.supply-chain.org/> - acessado em 06-04-2009.

FIGURA 3.3 – Processos de negócios básicos do modelo SCOR 9.0.

Esta proposição visa proporcionar maior flexibilidade e agilidade de elaboração de estratégias pelo SCOR ao considerar as aceleradas mudanças que ocorrem na área de gestão de operações.

Tais mudanças, segundo HUAN et al. (2004), ocorrem em termos, principalmente, da rápida evolução da tecnologia de informação, de mercados cada vez mais voláteis, da integração para obter sincronia de operações e de ferramentas computacionais conectadas em rede para processar e comunicar mudanças nas decisões administrativas.

A FIGURA 3.4 mostra os níveis de detalhamento preconizados pelo modelo SCOR.



Fonte: adaptado do Supply Chain Council – SCC - <http://www.supply-chain.org/> - acessado em 06/04/2009.

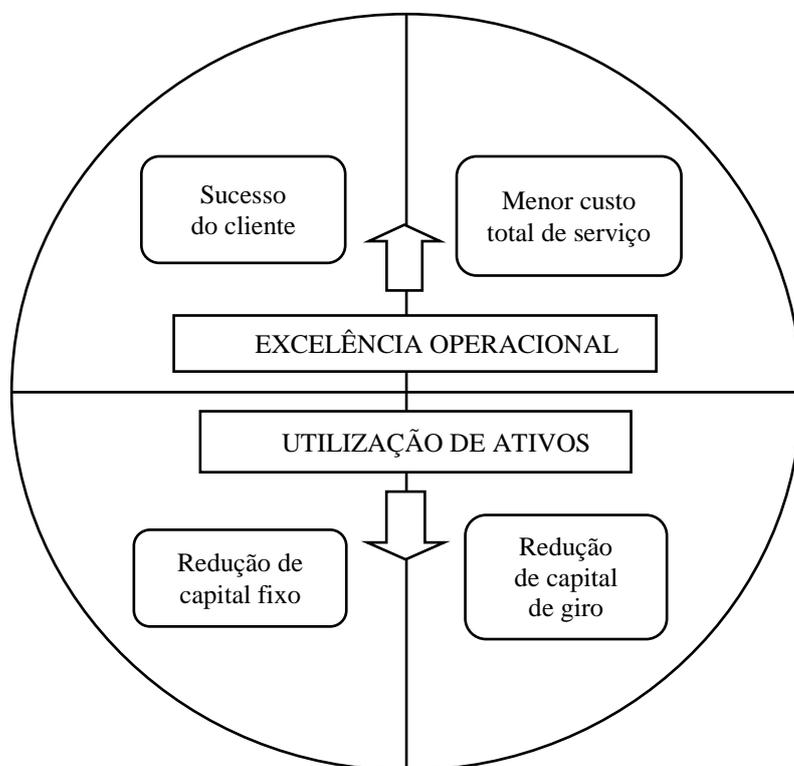
FIGURA 3.4 - Níveis de detalhamento do SCOR.

3.2.3 Avaliação do desempenho segundo Bowersox

Segundo BOWERSOX et al. (2006, p.448), um sistema eficiente de avaliação precisa englobar três objetivos: monitoramento, controle e direcionamento. O

monitoramento refere-se ao acompanhamento do desempenho do sistema após o estabelecimento de métricas apropriadas como, por exemplo, dados e informações sobre percentual de pedidos entregues de forma integral ou dentro do tempo previsto etc. O controle é realizado quando se tem padrões apropriados de desempenho relativos às métricas estabelecidas, indicando a necessidade de se fazerem correções. O direcionamento está relacionado à motivação das pessoas em função do alcance dos resultados almejados, pro meio de incentivos baseados em desempenhos globais.

BOWERSOX et al. (2006) afirmam ainda que o objetivo mais importante de um desempenho logístico superior é o de melhorar o valor para o acionista. A FIGURA 3.5 mostra o modelo de valor para o acionista proposto por BOWERSOX et al. (2006).



Fonte: BOWERSOX D. J., CLOSS, D., COOPER, M. Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos. São Paulo: Bookman, 2006, p.449.

FIGURA 3.5 - Modelo do valor para o acionista.

- Avaliação do desempenho logístico

Na dimensão da excelência operacional, as métricas-chave focalizam o atendimento aos clientes, de modo a contribuir para o sucesso destes e para a redução do custo total dos serviços.

O QUADRO 3.2 apresenta, como resultado de inúmeras pesquisas, as variáveis utilizadas para a medição do desempenho logístico podem ser classificadas em cinco grupos: custos, serviços aos clientes, qualidade, produtividade e gestão de ativos.

QUADRO 3.2 - Métricas típicas de desempenho.

| Custos | Serviços aos Clientes | Qualidade | Produtividade | Gestão dos Ativos |
|--|----------------------------------|--|--|---|
| Custo total | Taxa de atendimento | Frequência de danos | Unidades expedidas por empregado | Giro dos estoques |
| Custo unitário | Falta de estoque | Precisão da entrada de pedidos | Unidades por dispêndio de mão-de-obra | Níveis de estoque, número de dias de suprimento |
| Custo como porcentagem sobre as vendas | Erros no embarque | Precisão da separação / expedição | Pedidos por representantes de venda | Estoques obsoletos |
| Frete de recebimento | Entregas no prazo | Precisão da documentação / faturamento | Comparação com os padrões históricos | Retornos sobre os ativos líquidos |
| Frete de expedição | Pedidos não atendidos | Disponibilidade de informação | Programas de objetivos | Retornos sobre investimentos |
| Administrativo | Tempo dos ciclos | Precisão das informações | Índice de produtividade | Classificação do estoque (ABC) |
| Processamento de pedidos no depósito | Consistência nas entregas | Número das reclamações de crédito | Tempo de uso dos equipamentos | Valor econômico agregado (EVA) |
| Mão de obra direta comparação: realizado X orçado | Tempo de resposta às inquirições | Produtividade da entrada de pedidos | Produtividade de mão-de-obra do armazém | |
| Análise de tendência de custos | Precisão das respostas | Número de devoluções de clientes | Produtividade de mão-de-obra de transporte | |
| Lucratividade direta dos produtos | Pedidos completos | | | |
| Lucratividade por segmento de clientes | Reclamações de clientes | | | |
| Custo de estoque | Reclamações da força de vendas | | | |
| Custo de devoluções | Nível global de confiança | | | |
| Custo de danos | Nível global de satisfação | | | |
| Custo de falhas no serviço | | | | |
| Custo de pedidos não atendidos | | | | |

Fonte: BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.; COOPER, M. Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos. São Paulo: Bookman, 2006, p.450.

BOWERSOX et al. (2006) sugerem outras medidas, mais abrangentes, que podem ser adotadas para avaliar o desempenho logístico da cadeia como um todo:

- Tempo necessário para converter o dinheiro gasto com matérias-primas ou componentes em dinheiro correspondente à receita de vendas.
- Disponibilidade de estoque para atender vendas (dias).
- Razão entre o tempo em que o estoque fica ocioso e o tempo em que está sendo utilizado de forma produtiva.
- Percentual de itens nas prateleiras e em estoque.
- Custo total da cadeia de suprimentos.
- Tempo de resposta da cadeia de suprimentos (entre a constatação de uma importante alteração da demanda e o seu atendimento).

➤ Avaliação financeira

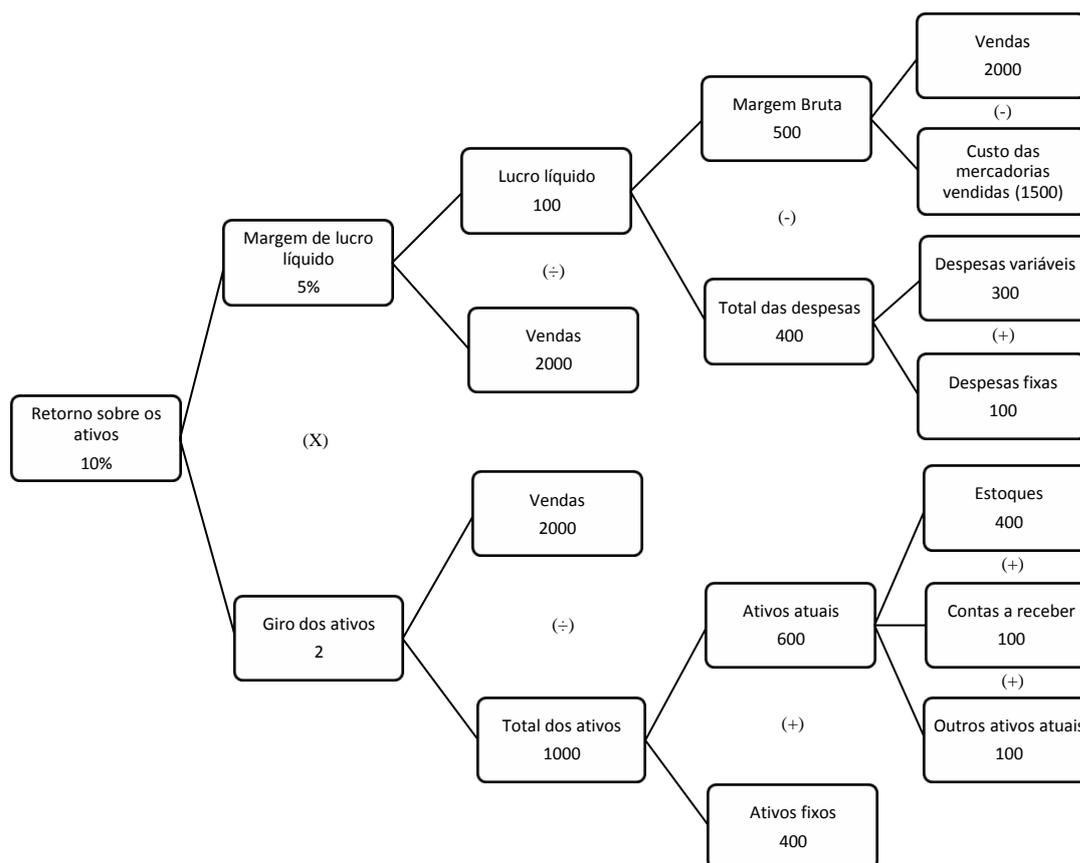
A utilização dos ativos refere-se às decisões sobre os investimentos em instalações de produção e de distribuição, equipamentos de transporte, manuseio de materiais e de tecnologia de informação. Sob este aspecto um melhor desempenho significa melhorias no fluxo de caixa, na liquidez dos ativos, no giro dos ativos e na lucratividade sobre o patrimônio líquido das empresas. O desenvolvimento de um orçamento e o processo de aprovação é de extrema importância para a administração da logística. Somente a partir de uma interação entre os gerentes individuais é que se pode desenvolver e programar orçamentos consistentes e realistas para que os objetivos logísticos sejam alcançados.

Aconselha-se elaborar uma análise de custos/receitas que pode seguir dois formatos: o da margem de contribuição e o do lucro líquido.

BOWERSOX et al. (2006), entretanto, sugerem o uso do Custeio Baseado em Atividades (ABC) como o método mais promissor de identificação e controle das despesas logísticas.

Embora o sistema de custeio e de apuração do lucro sejam aspectos importantes do controle financeiro, BOWERSOX et al. (2006) consideram que a medida mais importante do sucesso estratégico é o Retorno sobre o Investimento (*ROI – Return on Investment*).

A FIGURA 3.6 mostra o Modelo de Lucro Estratégico (*SPM – Strategic Profit Model*).



Fonte: BOWERSOX D. J., CLOSS, D., COOPER, M. Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos. São Paulo: Bookman, 2006. (465)

FIGURA 3.6 - Modelo de lucro estratégico.

3.2.4 Métricas de Cadeia e Suprimentos segundo Lambert & Pohlen

LAMBERT & POHLEN (2001) afirmam que é generalizada a idéia de que um sistema de medição de desempenho bem elaborado pode proporcionar um aumento nas chances de sucesso das CS.

Entretanto, estes autores argumentam que a maioria das medidas de desempenho, classificadas como métricas de cadeias de suprimentos, não são mais do que medidas de desempenho de logística com foco em atividades internas das empresas.

Os critérios existentes de medida de desempenho não são adequados para indicar como as empresas podem agregar valor ou gerar lucro em termos globais para as CS.

LAMBERT & POHLEN (2001) argumentam que as métricas, apresentadas como métricas de CS, não proporcionam uma visão sobre a qualidade com que são desenvolvidos os processos-chave de negócios e de que forma estes se demonstram eficazes para o alcance das necessidades dos consumidores.

Além disso, estes autores acrescentam que, na medida em que não é obtido o desempenho global da CS, as métricas propostas falham por não identificarem oportunidades existentes de aumento de competitividade, de agregação de valor para o consumidor e para os demais interessados na cadeia. Segundo estes autores, diversos são os fatores que contribuem para tal situação:

- Falta de uma visão sistêmica da cadeia.
- A dificuldade de obtenção de medidas de desempenho perante as inúmeras empresas integrantes da CS.
- A falta de coragem para compartilhar informações entre os integrantes.
- A inabilidade para obter dados sobre o desempenho dos produtos ou da CS em relação às necessidades dos consumidores.

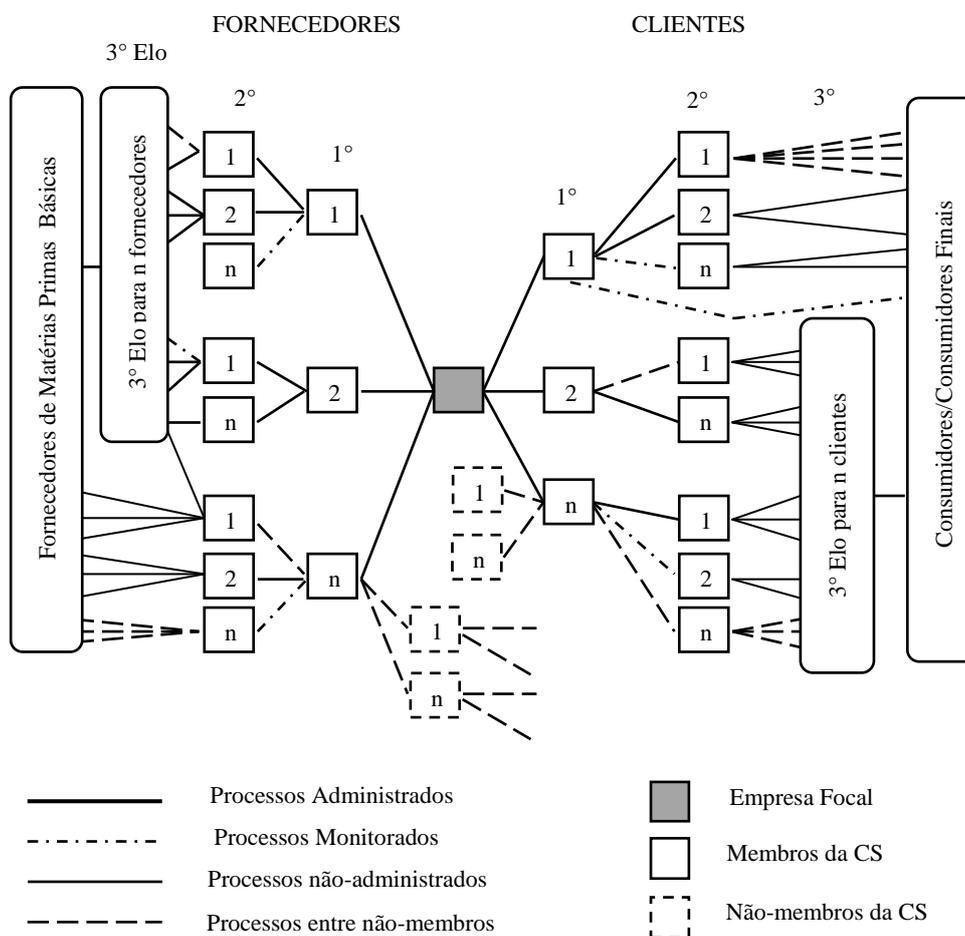
LAMBERT & POHLEN (2001) ressaltam a importância do desenvolvimento de um modelo específico de medição de desempenho para CS a partir de consistente revisão bibliográfica.

Estes autores consideram que a importância de métricas específicas para CS pode ser justificada pelos seguintes fatores:

- A falta de medidas que mostrem o desempenho ao longo de toda a CS.
- A necessidade de determinação da relação entre o desempenho das empresas e de toda a CS.
- A complexidade da gestão das CS.
- A conveniência do alinhamento das atividades e do compartilhamento das informações sobre o desempenho destas para o apoio da estratégia que leva a CS a atingir seus objetivos.
- A importância de alocar a responsabilidade e os benefícios resultantes de alterações funcionais dentro da cadeia.

- A exigência da diferenciação da cadeia para a obtenção de vantagens competitivas.
- A intenção de desenvolver a cooperação entre as funções internas de uma empresa e entre as empresas integrantes da CS.

A FIGURA 3.7 mostra um exemplo de mapeamento dos tipos de processos de negócio.



Fonte: Adaptado de Lambert, D.M., Cooper, M.C., Pagh, J.D. "Supply Chain Management: Implementation Issue and Research Opportunities" – The International Journal of Logistics Management. V.9 n°2 (1998) p.7 In: Lambert & Pohlen (2001).

FIGURA 3.7 - Tipos de processos de negócio entre empresas

LAMBERT & POHLEN (2001) propõem no final de seu trabalho um modelo para o desenvolvimento de métricas para cadeias de suprimento que apresenta sete etapas:

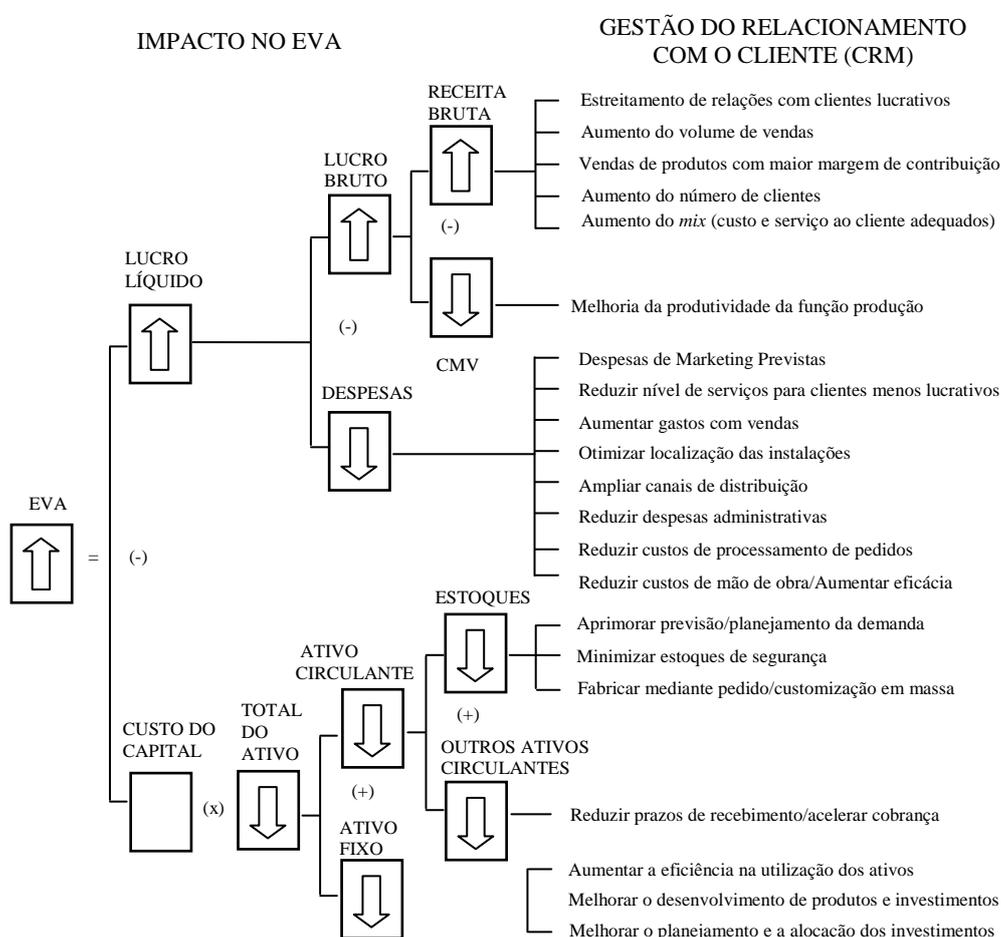
1. Mapear a CS desde o ponto de origem das matérias-primas até o consumidor final, identificando as relações mais importantes existentes.
2. Usar os processos de gestão de relacionamento com os fornecedores (SRM) e clientes (CRM), analisando cada relação diádica (cliente-fornecedor) e determinar onde pode ser melhorada a agregação de valor para a cadeia (aumentando a lucratividade e desenvolvendo vantagens competitivas sustentáveis).
3. Desenvolver parâmetros de perdas e ganhos financeiros para obter o efeito do relacionamento na lucratividade e valor para os “*shareholders*” das duas empresas.
4. Realinhar os processos e atividades da CS para atingir os objetivos de desempenho.
5. Estabelecer medidas de desempenho não-financeiras que alinhem comportamentos individuais com os objetivos e metas financeiras dos processos da CS.
6. Comparar o valor agregado para os “*shareholders*” e o “*valor de mercado*” das empresas participantes com os objetivos da CS, revisando os processos e as medidas de desempenho se necessário.
7. Refazer a sequência de passos anteriores para cada relação existente entre duas empresas da CS.

O modelo proposto por estes autores parte do mapeamento da cadeia através da definição dos tipos de processos de negócios desenvolvidos entre cada par de empresas.

A partir do mapeamento, o modelo de LAMBERT & POHLEN (2001) prescreve a análise de cada processo de negócio estabelecido entre duas empresas.

A análise deverá ser feita buscando identificar o impacto de cada atividade pertencente ao processo sob análise sobre o valor econômico agregado (EVA) e a lucratividade.

A FIGURA 3.8 mostra como pode ser calculado o impacto no valor econômico agregado (EVA) da melhoria dos processos de negócio (*Customer Relationship Management – CRM*) realizados com o cliente da empresa focal.



Fonte: Adaptado de Lambert, D.M., Pohlen, T. L. "Supply Chain Metrics" – The International Journal of Logistics Management. V.12 n°1 (2001) p.10.

FIGURA 3.8 - Geração de valor agregado (EVA) no relacionamento com o cliente

Na TABELA 3.1 é apresentada a estrutura da demonstração da lucratividade de forma combinada a partir da relação cliente-fornecedor.

Esta técnica de avaliação de resultados pode ser utilizada como base para o estabelecimento de negociações dos custos e benefícios resultantes das mudanças propostas para os processos de negócio.

TABELA 3.1 - Análise combinada da lucratividade.

| Análise combinada da lucratividade cliente-fornecedor | | | |
|--|---|--|---|
| Fornecedor | Cliente A | Cliente | Fornecedor A |
| Receita líquida (-) Custo da Mercadoria Vendida = Contribuição da produção Despesas variáveis (Mkt e Log) (-) Comissões s/ vendas (-) Transporte (-) Manuseio de materiais (-) Embalagens especiais (-) Processamento do pedido = Margem de Contribuição Gastos Fixos (-) salários (-) propaganda (-) Outros custos indiretos (-) custo financeiro do estoque = Margem de Contribuição (-) Custo dos ativos utilizados = Margem líquida | _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ | Receita (-) Custo da Mercadoria Vendida = Margem Bruta (+) Descontos e abatimentos Marketing Outros descontos Propaganda = Margem líquida Despesas variáveis (Mkt e Log) (-) Transporte (-) Recebimento (-) Processamento do pedido = Margem de Contribuição Gastos Fixos (-) salários (-) propaganda (-) custo financeiro do estoque = Margem de Contribuição (-) Custo dos ativos utilizados = Margem líquida | _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ |

Fonte: Adaptada de Lambert, D.M., Pohlen, T. L. “Supply Chain Metrics” – The International Journal of Logistics Management, 2001, v.12 n.1, p.13.

Estas negociações têm um importante papel: estabelecer decisões consensuais em relação aos “*trade-off's*” que provavelmente serão identificados.

Segundo LAMBERT & POHLEN (2001), as técnicas descritas devem ser aplicadas a todos os processos da cadeia de suprimentos, a saber:

- Gestão do relacionamento com os clientes.
- Gestão dos serviços aos clientes.
- Gestão da demanda.
- Atendimento de pedidos.
- Gestão do fluxo de produção.
- Desenvolvimento de fornecedores.
- Desenvolvimento e comercialização dos produtos.
- Gestão de contingências.

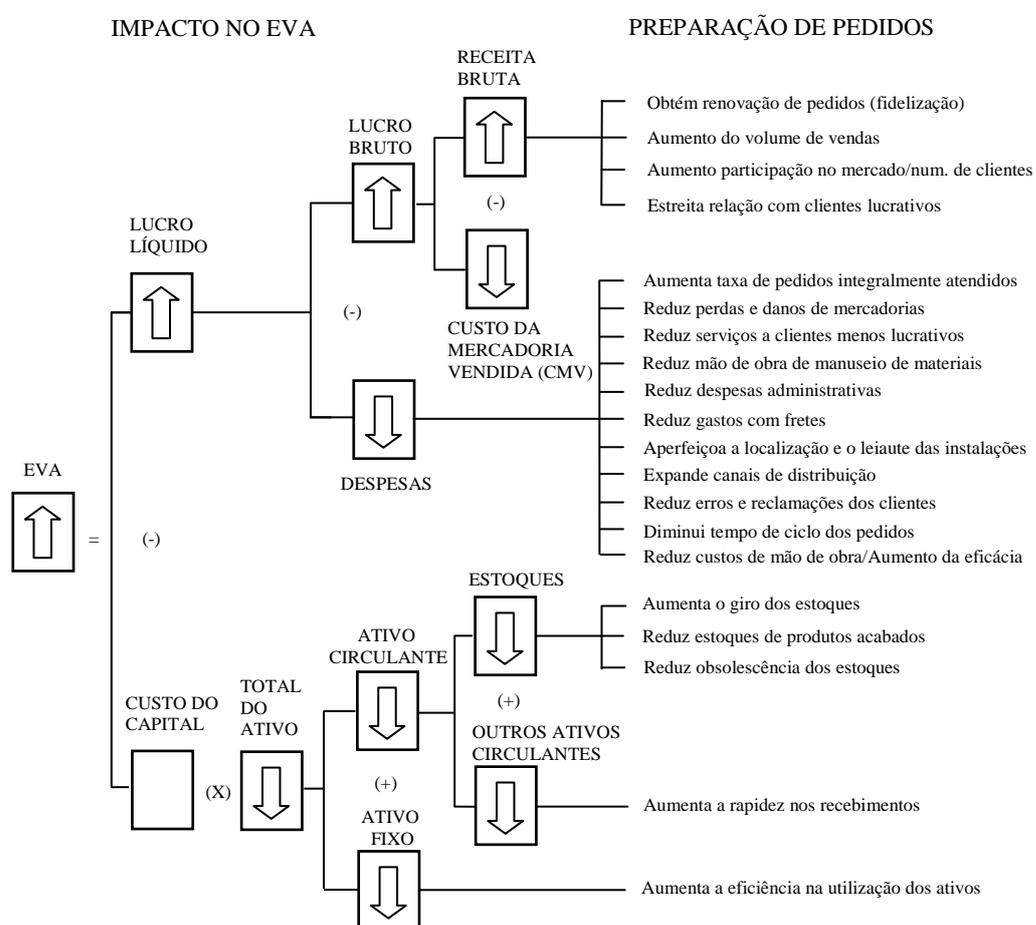
A Demonstração de Resultados e a avaliação do Valor Econômico Agregado, segundo estes autores, não são suficientes para garantir melhoria de desempenho da CS de forma alinhada. As métricas para CS devem ser aplicadas de forma mais detalhada até atingir as atividades em nível operacional.

Como exemplo, estes autores descrevem que o profissional que trabalha na preparação dos pedidos pode não saber o quanto o aumento na eficiência e acurácia do seu trabalho pode implicar aumento de lucros ou do EVA. Mas este profissional, ao reduzir o tempo e a taxa de erros na preparação dos pedidos, aumenta sua produtividade e, conseqüentemente, haverá redução de custos nessa atividade.

Ao reduzir a taxa de erros na sua atividade, haverá um aumento da rapidez no recebimento dos valores correspondentes aos pedidos dos clientes, além de reduzir os custos com devolução ou troca de mercadorias. A redução no “tempo de ciclo dos pedidos” pode proporcionar um aumento do volume de vendas, podendo proporcionar diminuição nos custos da mercadoria vendida (CMV). Medidas de desempenho individuais devem ser aplicadas aos objetivos específicos que levam ao aumento da lucratividade e do EVA para cada processo de negócio da CS. A FIGURA 3.10 mostra como melhorias na atividade de preparação dos pedidos podem influenciar a lucratividade e a geração de valor econômico agregado (EVA).

A conversão de melhorias não-financeiras no aumento dos lucros ou do EVA pode ser obtida por meio do uso da técnica de custeio ABC (*Activity-Based Costing*). O passo final do método proposto por LAMBERT & POHLEN (2001) é a comparação dos

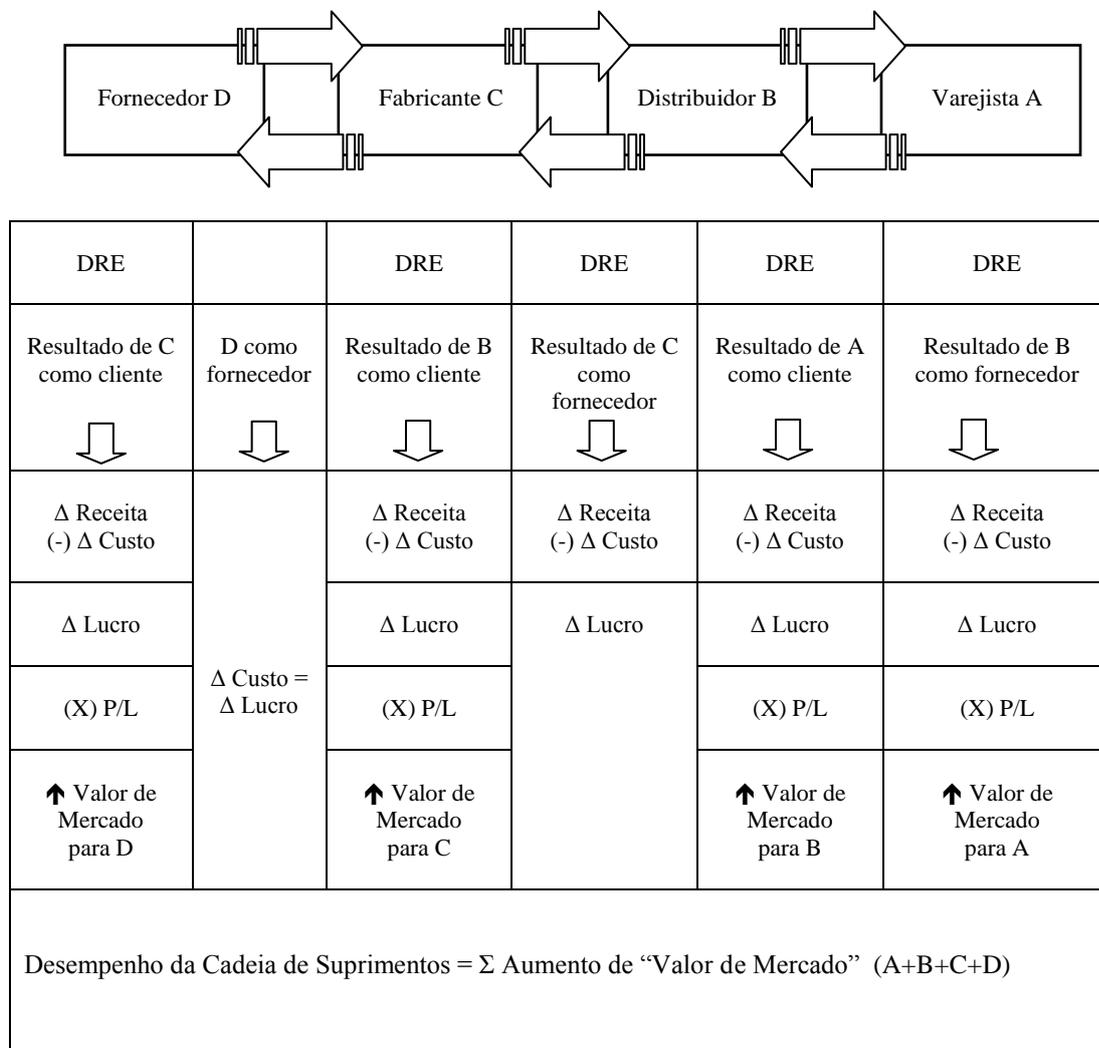
valores de EVA e da contribuição para o “valor de mercado” de cada processo entre empresas integrantes da CS. Analisando os processos de negócio desenvolvidos pelas empresas de forma diádica e, compreendendo o valor que estes agregam, torna-se possível o alinhamento dos processos na cadeia. Com a utilização desse modelo de avaliação de desempenho, os gestores da CS passam a ter uma visão compartilhada dos custos e benefícios dos processos desenvolvidos pelas CS. Os gestores das empresas conseguem compreender de que forma sua empresa pode colaborar com o aumento da competitividade e do valor econômico agregado de toda a cadeia.



Fonte: Adaptada de Lambert, D.M., Pohlen, T. L. “Supply Chain Metrics” – The International Journal of Logistics Management. V.12 n°1 (2001) p.13.

FIGURA 3.10 - Lucro e EVA na atividade de preparação de pedidos

Em nível tático e operacional esse conhecimento permite que sejam identificadas, de forma consensual, as ações que efetivamente levam à melhoria do desempenho da CS, como mostra a FIGURA 3.11.



Fonte: Adaptada de Lambert, D.M., Pohlen, T. L. "Supply Chain Metrics" – The International Journal of Logistics Management, 2001, v.12 n.1, p.14.

FIGURA 3.11 - Lucro e Valor de Mercado da Cadeia de Suprimentos.

Em seu trabalho LAMBERT & POHLEN (2001) propõem diversas possibilidades para futuras pesquisas:

- Testar o método proposto com base em processos de negócio utilizados na atualidade.

- Identificar barreiras existentes à implementação do método proposto.
- Desenvolver métricas não-financeiras para cada situação e associá-las ao desempenho financeiro das empresas participantes da CS.
- Identificar métricas-padrão, comuns às diversas CS.
- Criar método para estabelecer negociações equilibradas em termos de custos e benefícios entre as empresas da CS.
- Avaliar o desempenho da CS pelo método proposto, ao longo do tempo, para identificar os custos decorrentes da sua implementação e os benefícios que podem ser obtidos em longo prazo.

3.2.5 O Sistema Gerencial *Balanced Scorecard*

➤ Histórico do *Balanced Scorecard*.

Na década de 90, pesquisadores e executivos concordam que os métodos existentes para a avaliação do desempenho empresarial, apoiados em indicadores contábeis e financeiros estão se tornando obsoletos (KAPLAN & NORTON, 1997).

Diversos sistemas de mensuração de desempenho inovadores são propostos, contendo medidas de desempenho relacionadas a outros fatores como, por exemplo, prazo de entrega ao cliente, nível de qualidade, tempo de ciclo de pedidos, rapidez de desenvolvimento de novos produtos, dentre outros.

Nessa época o consultor de empresas David P. Norton e o acadêmico Robert Kaplan, apoiados por instituições de pesquisa e por executivos de diversas empresas, apresentam suas idéias para a criação de um sistema mais abrangente de medição de desempenho que passa a contemplar quatro perspectivas distintas: a financeira, a do cliente, a interna e a da inovação e aprendizado. Esse modelo de medição de desempenho apresenta um equilíbrio entre os objetivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, indicadores de tendências e de simples ocorrências e perspectivas internas e externas de desempenho. Por essa razão esse novo método é denominado “*Balanced Scorecard*” (BSC). De acordo com PADOVESE (2003), o pressuposto do BSC é que as empresas constroem metas estratégicas, mas não um sistema de seu acompanhamento no

dia-a-dia. Assim, o BSC viria preencher essa lacuna de acompanhamento cotidiano do desempenho estratégico da empresa.

O primeiro artigo publicado por KAPLAN & NORTON sobre esse sistema mais abrangente de medição de desempenho foi o “*The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance*” (*Harvard Business Review*, janeiro-fevereiro de 1992). A partir dessa data há um crescente número de estudos e aplicações desse sistema em diversas áreas da iniciativa privada e pública, tanto na área de produção como na área de prestação de serviços.

Conforme cresce a adoção do BSC, as empresas constataam que ele pode ser utilizado para traçar as estratégias de suas empresas no sentido de afastá-las do foco de curto prazo de redução de custos e da concorrência baseada em preço. Por meio do BSC essas empresas buscam a geração de novas oportunidades de crescimento com desenvolvimento de produtos e serviços personalizados e com alto valor agregado. Assim o BSC recebe especial atenção no sentido de vincular suas medidas às estratégias organizacionais, tornando-se um veículo para facilitar a tradução e implementação das estratégias. Conforme afirmam KAPLAN & NORTON (1997, p.20): “*o verdadeiro poder do BSC, todavia, ocorre quando deixa de ser um sistema de medidas e se transforma em um sistema de gestão estratégica.*”

Segundo KAPLAN & NORTON (2001), as organizações necessitavam de uma linguagem para a comunicação tanto da estratégia como dos processos e sistemas que contribuem para a implementação da estratégia e que geram *feedback* sobre a estratégia. Para eles, “*A resposta acabou sendo óbvia: Meça a Estratégia! Assim, todos os objetivos e indicadores do Balanced Scorecard – financeiros e não financeiros – devem emanar da visão e da estratégia da organização*” (KAPLAN & NORTON, 2001 p. 13).

Assim, a implementação do BSC ocorre em duas etapas, a saber, elaboração e difusão do BSC e a elaboração e acompanhamento dos indicadores. O processo de elaboração e difusão do BSC ocorre em quatro etapas. A primeira é a tradução da visão que procura tornar a missão e a visão da empresa compreensíveis para os gestores funcionais. Para tanto, são apresentadas como um conjunto integrado de objetivos, que descrevem direcionadores de sucesso. Igualmente, as diretrizes estratégicas são formuladas de modo claro e simples em termos operacionais, oferecendo orientação útil para os gestores.

A segunda etapa consiste na comunicação e no comprometimento. Essa etapa consiste na comunicação, por parte dos gestores, de suas estratégias em todos os níveis

hierárquicos. Com isso, liga os objetivos empresariais, departamentais e pessoais de modo a alinhá-los em um todo coerente. Na etapa de planejamento de negócios integra seus planos comerciais e financeiros. É nessa fase que as estratégias e iniciativas empresariais se transformam em indicadores para os planos funcionais para formar a base para alocar recursos e estabelecer prioridades. Por fim, o *feedback* e a revisão de foco, também denominados por KAPLAN & NORTON de aprendizado estratégico, focalizam o alcance das metas financeiras orçadas pela empresa, seus departamentos e funcionários tomados isoladamente.

Em 1993, KAPLAN & NORTON publicam um segundo artigo com o título “*Putting the Balanced Scorecard to Work*” (Harvard Business Review, setembro-outubro de 1993) que orienta de forma simplificada a elaboração do BSC e que traz uma importante lição: os indicadores de desempenho deveriam se concentrar no que é mais importante para a organização: a sua estratégia. As consequências da aplicação do BSC na gestão estratégica, gerando uma nova forma de pensar, levaram seus gestores a publicar um terceiro artigo denominado “*Using the Business Scorecard as a Strategic Management System*” (Harvard Business Review, janeiro-fevereiro de 1996) que serviu, juntamente com os artigos anteriores, de base para o livro “*The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*” (Harvard Business School Press, 1996). Uma primeira parte deste livro descreve o BSC como um sistema de medida de desempenho e uma segunda parte mostra como os executivos embutiram o BSC num novo sistema de “gestão” do desempenho estratégico.

O surgimento involuntário dessa nova forma de gestão estratégica deu origem ao termo “organização focada na estratégia” que serviu de título para o segundo livro de KAPLAN & NORTON, “*The Strategy-Focused Organization*” publicado no ano de 2001. Neste livro KAPLAN & NORTON listam cinco princípios para tornar uma “organização orientada para a estratégia”:

- Traduzir a estratégia em termos operacionais.
- Alinhar a organização à estratégia.
- Transformar a estratégia em tarefa de todos.
- Converter a estratégia em processo contínuo.
- Mobilizar a mudança por meio da liderança executiva.

O êxito do BSC se apóia em alinhamento e foco (KAPLAN & NORTON, 2004). O foco nos objetivos estratégicos distribuídos nas quatro perspectivas do BSC leva, quando da aplicação prática desse método, à necessidade de interligá-los em relações de causa e efeito. Segundo MEREDITH & SHAFER (2003), a estratégia descrita como um conjunto de hipóteses de causa e efeito que podem ser expressas em declarações é a premissa do BSC.

Da consideração dessas relações resultam diagramas denominados “Mapas Estratégicos”. Para elucidar o emprego dos Mapas Estratégicos, KAPLAN & NORTON publicam um quarto artigo “*Having Trouble with Your Strategy? Them Map It!*” (*Harvard Business Review*, setembro-outubro de 2001). A constatação da fundamental importância dos “Mapas Estratégicos” levou KAPLAN & NORTON a publicarem seu terceiro livro “*Strategic Maps*” pela *Harvard Business School Press* em 2004. As principais contribuições do livro “*Strategic Maps*” são:

- Fornece um modelo que descreve como se cria valor nas perspectivas dos processos internos e de aprendizado e crescimento.
- Proporciona maior clareza ao mostrar como os processos de criação de valor formam a dinâmica da estratégia.
- Mostra um novo modelo para descrever, medir e alinhar os três ativos intangíveis da perspectiva de aprendizado e crescimento, a saber: capital humano, capital da informação e capital organizacional com os processos e objetivos estratégicos da perspectiva dos processos internos.

O quarto livro de KAPLAN & NORTON, intitulado “*Alignment*” e publicado pela *Harvard Business School Press*, 2006, preocupa-se com a garantia do alinhamento estratégico de todas as unidades organizacionais, como diversas unidades de negócio e várias unidades de apoio.

Esse livro baseia-se na necessidade da administração corporativa comunicar as prioridades da administração central, por meio de um “Mapa Estratégico” e BSC corporativos, a cada unidade de negócios e de apoio, assim como ao conselho de administrativo e aos principais clientes, fornecedores e parceiros.

Além disso, esse livro orienta os gestores para a obtenção do alinhamento das pessoas e dos processos e sistemas gerenciais com a estratégia.

➤ O *Balanced Scorecard* como sistema de indicadores de desempenho.

O BSC foi inicialmente concebido como um sistema para a avaliação de desempenho de uma organização quando o Instituto Nolan Norton, unidade de pesquisa da KPMG, patrocinou um estudo de um ano em diversas empresas intitulado “*Measuring Performance in the Organization of the Future*”.

Traduz-se numa crítica à tradicional contabilidade financeira que trata como despesas todos os investimentos em capacitação dos empregados, em banco de dados, em sistemas de informação, em relacionamento com os clientes, em qualidade, em processos responsivos e em produtos e serviços inovadores.

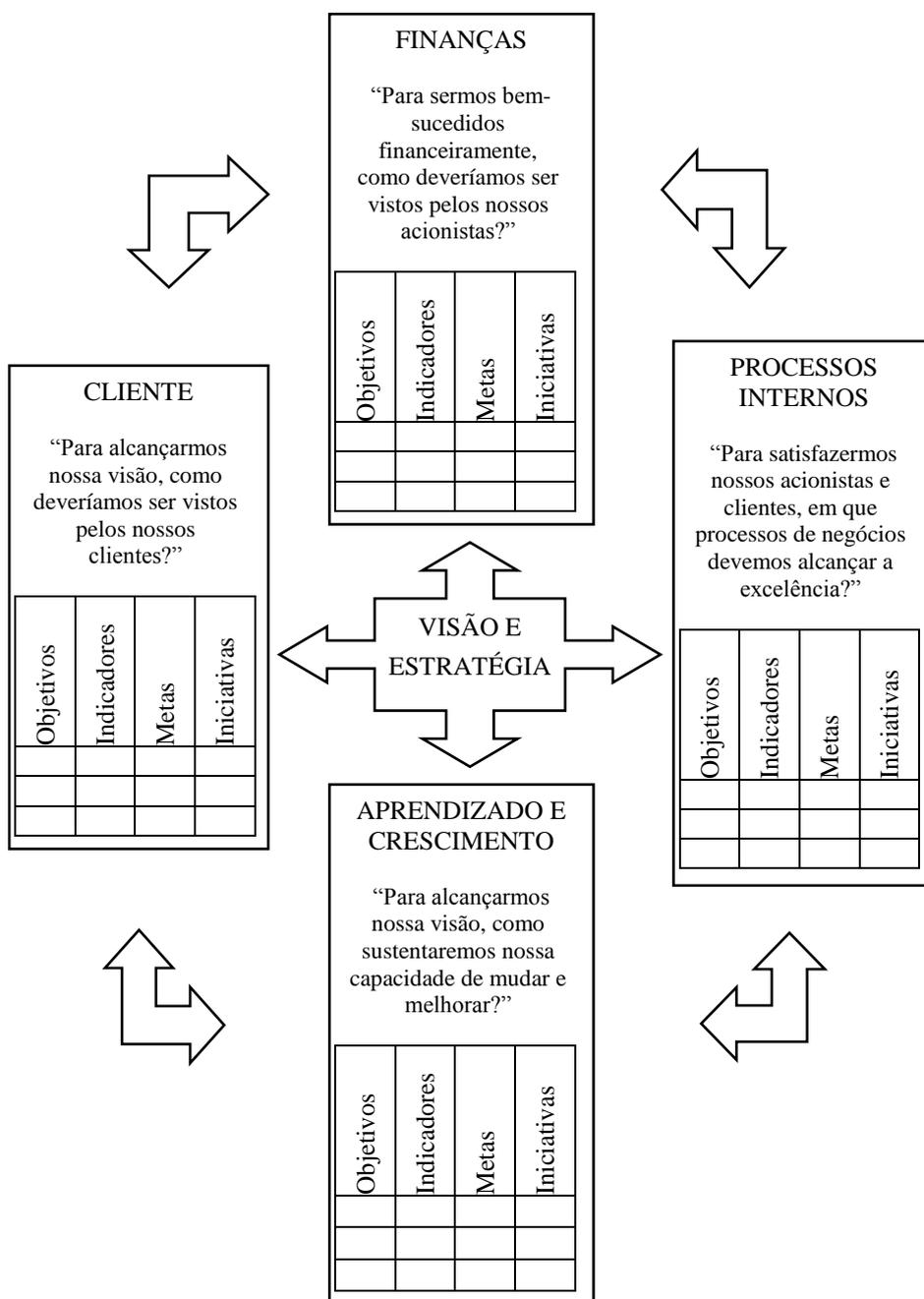
Enfim, na perspectiva do BSC, os relatórios financeiros tradicionais não fornecem fundamentos para a mensuração e gestão do valor criado pelo aumento das habilidades dos ativos intangíveis das organizações.

A expressão “*balanced*” refere-se ao equilíbrio que deve existir entre os objetivos de curto e longo prazos, entre medidas financeiras e não financeiras, entre indicadores de tendências e de ocorrências e entre as perspectivas internas e externas de desempenho. Daí, o BSC apresenta-se como um sistema gerencial que preserva os indicadores de desempenho do modelo tradicional de contabilidade financeira de custos, que se soma a quatro outros indicadores para a obtenção de uma avaliação global do desempenho empresarial. Esses outros indicadores são investimentos em clientes, fornecedores, funcionários, processos e inovação tecnológica. Ao todo, são cerca de 20 a 25 as medidas associadas às quatro perspectivas de desempenho. Apesar da multiplicidade de medidas de desempenho, o BSC é caracterizado pela unidade de propósito, visto que todas as medidas estão alinhadas para a execução de uma estratégia integrada.

Assim, o BSC conserva as medidas financeiras de desempenho para mostrar as consequências econômicas de curto prazo das ações realizadas e, além disso, servir de foco para os objetivos e medidas de outras perspectivas.

As medidas financeiras referem-se ao desempenho de variáveis como receita operacional, custos de produção, retorno sobre o capital investido, o fluxo de caixa e o valor econômico agregado. Qualquer outra medida selecionada da sua cadeia de relações de causa e efeito resulta na melhoria do desempenho financeiro. Os objetivos financeiros devem estar alinhados à estratégia da unidade de negócios e, segundo *KAPLAN & NORTON (1997)*, podem ser classificados em três temas: crescimento e mix de receita, redução de

custos/melhoria de produtividade e utilização de ativos/estratégia de investimentos. A FIGURA 3.12 mostra o escopo do BSC.



Fonte: Adaptado de Robert S. Kaplan e David P. Norton, “Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System”, Harvard Business Review, jan.-fev., 1996, p.76, In: KAPLAN & NORTON (1997).

FIGURA 3.12 - O escopo do *Balanced Scorecard*.

➤ Perspectiva financeira

A TABELA 3.2 apresenta os temas financeiros estratégicos aplicados às unidades de negócio.

TABELA 3.2 - Medida de desempenho de aspectos financeiros estratégicos.

| | | Temas Financeiros Estratégicos | | |
|-----------------------------------|-------------|--|---|---|
| | | Aumento e <i>mix</i> de Receita | Redução de Custos/ Aum. de Produtiv. | Utilização dos Ativos |
| Estratégia da Unidade de Negócios | Crescimento | Aumento da taxa de vendas por segmento. Percentual de receita gerado por novos produtos, serviços e clientes. | Receita por funcionário | Investimento (percentual sobre as vendas). P & D (percentual sobre as vendas). |
| | Sustentação | Fatia de clientes e contas-alvo. Vendas cruzadas. Percentual de receita gerado por novas aplicações. Lucratividade por clientes e linhas de produtos. | Custos versus custos dos concorrentes. Taxas de redução de custos. Despesas indiretas (Percentual sobre as vendas). | Índices de capital de giro (ciclo de caixa a caixa). Retorno sobre o investimento (por categoria-chave de ativo). Taxas de utilização dos ativos. |
| | Colheita | Lucratividade por clientes e linhas de produtos. Percentual de clientes não-lucrativos. | Custos unitários (unidades produzidas, transações). | Retorno Rendimento (<i>throughput</i>). |

Fonte: *KAPLAN & NORTON* (1997, p.55).

➤ Perspectiva dos clientes

Segundo esta perspectiva, as empresas identificam os segmentos de clientes e mercados nos quais desejam operar, representando as fontes de receita dos objetivos financeiros. A satisfação dos clientes, a retenção, a captação, a lucratividade e a participação de mercado são os principais aspectos a serem analisados e medidos, conforme mostra a TABELA 3.3.

Segundo *KAPLAN & NORTON* (1997), as medidas de desempenho baseadas na perspectiva do consumidor auxiliam os gestores a selecionar um conjunto de atributos que tornam o produto/serviço mais valorizado pelo cliente. Esses autores denominam de

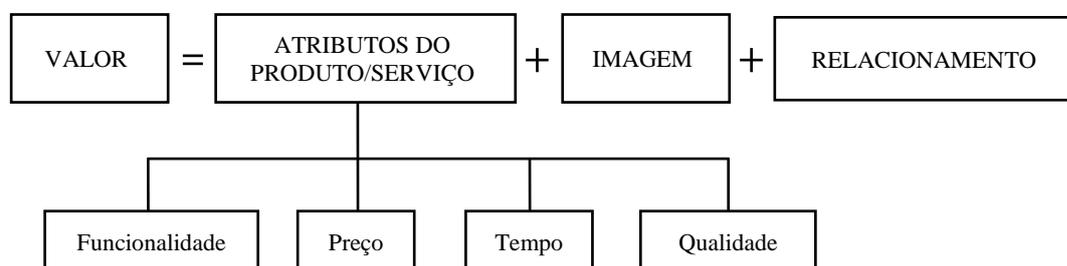
“proposta de valor” os atributos que são fornecidos aos clientes no sentido de gerar satisfação e fidelidade em segmentos-alvo de mercado.

TABELA 3.3 - Medidas de desempenho relacionadas aos clientes.

| | |
|----------------------------|--|
| Participação de Mercado | Reflete a proporção de negócios num determinado mercado (em termos de clientes, valores gastos ou volume unitário vendido). |
| Captação de Clientes | Mede, em termos absolutos ou relativos, a intensidade com que uma unidade de negócios atrai ou conquista novos clientes ou negócios. |
| Retenção de Clientes | Controla, em termos absolutos ou relativos, a intensidade com que uma unidade de negócios retém ou mantém relacionamentos contínuos com seus clientes. |
| Satisfação dos Clientes | Mede o nível de satisfação dos clientes de acordo com critérios específicos de desempenho dentro da proposta de valor. |
| Lucratividade dos Clientes | Mede o lucro líquido de clientes ou segmentos, depois de deduzidas as despesas específicas necessárias para sustentar esses clientes. |

Fonte: *KAPLAN & NORTON* (1997, p.72)

A FIGURA 3.13 mostra o modelo genérico da “proposta de valor”.



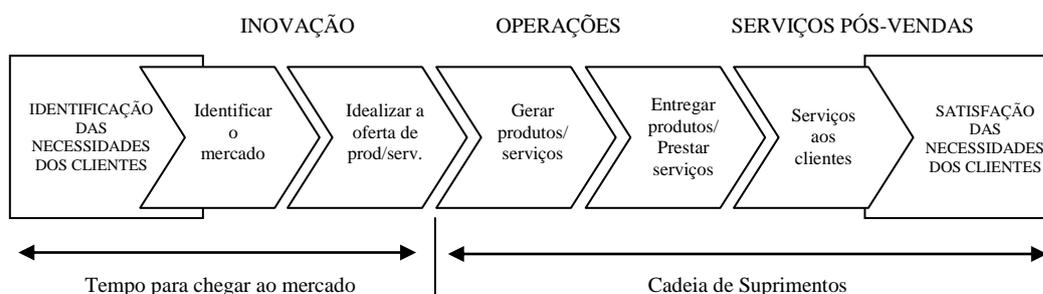
Fonte: *KAPLAN & NORTON* (1997, p.79).

FIGURA 3.13 - Modelo genérico da proposta de valor.

➤ Perspectiva dos processos internos

Para estabelecer a perspectiva dos processos internos da empresa devem-se identificar os processos mais críticos para a realização dos objetivos dos clientes e acionistas. Os objetivos e medidas dessa perspectiva deve ser feita depois da formulação dos objetivos e medidas relativas à perspectiva financeira e à do cliente. KAPLAN & NORTON (1997) sugerem essa ordem para que as métricas dos processos internos conduzam a empresa aos objetivos dos clientes e acionistas.

O modelo dos processos internos do BSC inclui três processos principais: o da inovação, o das operações e o dos serviços pós-vendas. A FIGURA 3.14 apresenta o modelo dos processos internos principais do BSC.



Fonte: Adaptado de KAPLAN & NORTON (1997, p.104).

FIGURA 3.14 - A Perspectiva dos Processos Internos.

O sistema BSC prescreve que os gestores das empresas definam os processos internos iniciando pelo processo de inovação, identificando as necessidades dos clientes e de novas soluções para atendê-las. Posteriormente, os gestores devem analisar os processos de operações como, por exemplo, a entrega dos produtos e prestação de serviços e os serviços pós-venda.

Os objetivos dos processos internos são:

- Oferecer propostas de valor capazes de atrair e reter clientes em segmentos-alvo de mercado.
- Satisfazer às expectativas que os acionistas têm de excelentes retornos financeiros.

As abordagens tradicionais buscam monitorar e melhorar os processos existentes, tanto no âmbito financeiro como nos aspectos relacionados ao tempo e à qualidade. Já a abordagem do BSC procura identificar processos inteiramente novos nos quais uma empresa deve atingir a excelência para alcançar os objetivos financeiros e dos clientes como, por exemplo, oferta de novos serviços, estudo das atuais necessidades dos clientes, dentre outros.

Outra diferença da abordagem do BSC em relação à abordagem tradicional é a consideração de processos de inovação dentro da perspectiva de processos internos. KAPLAN & NORTON (1997) ponderam que o processo de inovação pode representar para muitas empresas um vetor de desempenho financeiro futuro muito poderoso. Esses autores explicam que, para muitas empresas, a eficácia, a eficiência e a identificação de oportunidades em processos de inovação constituem fatores mais importantes até do que a excelência nos processos operacionais rotineiros. Dessa forma, a perspectiva dos processos internos incorpora objetivos e medidas que indicam tanto o desempenho de curto prazo como o de longo prazo.

KAPLAN & NORTON (1997) ainda advertem que os processos de produção com tempos de ciclo medidos em intervalos de tempo que variam de minutos a vários dias são mais adequados ao uso de padrões, volumes de produção e uma série de medidas de produtividade para fins da avaliação e controle. Mas a dificuldade em se medir a conversão de insumos em produtos na área de P&D não deve impedir que as empresas especifiquem objetivos e medidas para esse processo organizacional crítico.

➤ **Perspectiva do aprendizado e crescimento**

A perspectiva do BSC engloba objetivos e medidas para orientar o aprendizado e o crescimento organizacional. Esta perspectiva oferece a infra-estrutura que possibilita o alcance dos objetivos propostos para as outras três perspectivas, ou seja, são vetores dos resultados obtidos nas outras três perspectivas.

Neste aspecto de medição de desempenho torna-se difícil justificar os gastos com o aprendizado se o desempenho for pautado no curto prazo e restrito ao âmbito financeiro. Porém, as consequências adversas da falta de investimentos no aprimoramento das capacidades organizacionais, dos funcionários e dos sistemas começam a se tornar evidentes em longo prazo e, muitas vezes, as consequências negativas aparecem de forma

camuflada em outras áreas da empresa. Segundo KAPLAN & NORTON (1997), as perspectivas do aprendizado e crescimento dividem-se em três categorias:

- Capacidades dos funcionários.
- Capacidades dos sistemas de informação.
- Motivação, *empowerment* e alinhamento.

Em relação à capacidade dos funcionários, KAPLAN & NORTON (1997) consideram que a transformação do papel dos funcionários nos últimos 15 anos foi uma das mudanças mais radicais do pensamento gerencial. Segundo esses autores, sob a influência da administração científica, as rotinas e tarefas repetitivas eram atribuídas aos trabalhadores, sendo criados padrões e sistemas de monitoração para garantir a conformidade do desempenho. Atualmente, grande parte das atividades rotineiras foi automatizada e nas empresas de serviços os sistemas de informação possibilitam o acesso direto dos clientes ao processamento de transações. Essas mudanças exigem profunda reciclagem dos funcionários para desenvolver suas capacidades criativas no sentido do alcance dos objetivos organizacionais. KAPLAN & NORTON (1997) apresentam três medidas essenciais utilizadas na maioria das empresas:

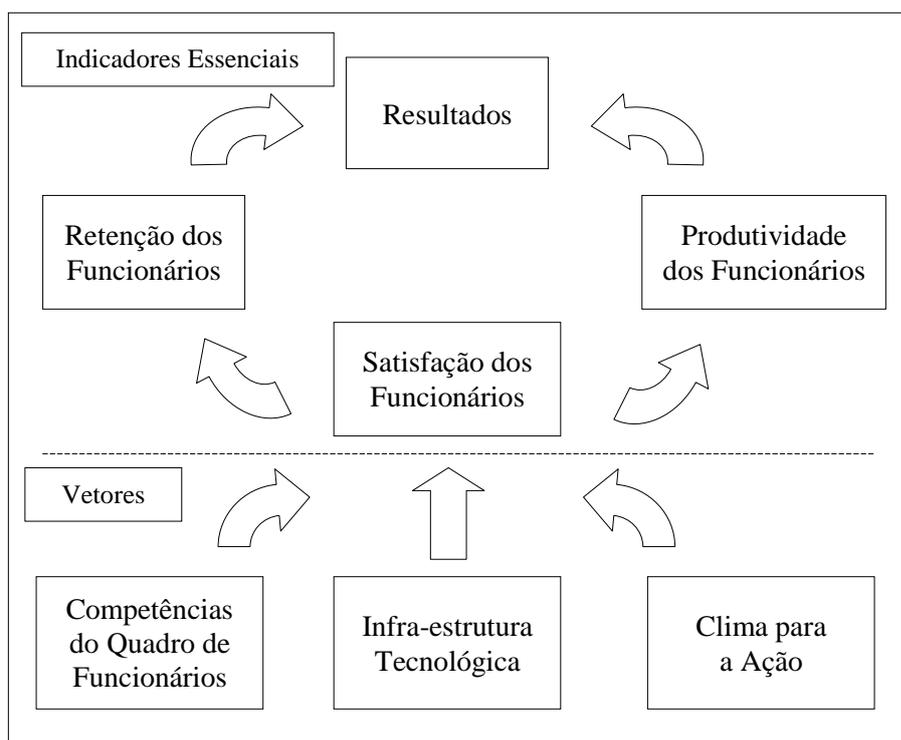
- Satisfação dos funcionários.
- Retenção de funcionários.
- Produtividade dos funcionários.

Nesse conjunto de medidas pode-se constatar que a satisfação dos funcionários representa um vetor das duas outras medidas. O objetivo de satisfação dos funcionários parte do pressuposto que o ânimo, o moral e a satisfação com o emprego são hoje aspectos considerados muito importantes pela maioria das empresas.

Funcionários satisfeitos constituem uma pré-condição para o aumento da produtividade, da capacidade de resposta, da qualidade e de melhoria do serviço aos clientes.

A retenção dos funcionários antigos e leais representa um acúmulo de valores da empresa como, por exemplo, o conhecimento dos processos organizacionais e a sensibilidade em relação às necessidades dos clientes. Esse aspecto pode ser medido pelo percentual de rotatividade de pessoas-chave.

A idéia de KAPLAN & NORTON (1997) é apresentada na FIGURA 3.15.



Fonte: Adaptado de *KAPLAN & NORTON* (1997, p. 134).

FIGURA 3.15 - Estrutura de Medição do Aprendizado e Crescimento.

Para KAPLAN & NORTON (1997) a produtividade dos funcionários mede o resultado do impacto da elevação do nível de habilidade e do moral em função do aumento das taxas de inovação, da melhoria dos processos internos e do aumento da satisfação dos clientes. Esses autores ainda advertem para cuidados em relação à forma de medição da produtividade.

Um primeiro cuidado se refere à medição da receita obtida por funcionário que pode não ser um bom indicativo de uma boa lucratividade, ou seja, vender muito pode ser bem diferente de vender bem. Outro cuidado deve ser tomado quando se mede o retorno por funcionário, sendo mais aconselhável medir o retorno sobre a remuneração destes, ou

seja, é possível monitorar o uso de profissionais mais produtivos, porém melhor remunerados.

Por outro lado, excelentes informações sobre os clientes, os processos internos e as consequências financeiras de suas decisões são, segundo KAPLAN & NORTON (1997), de fundamental importância para que os funcionários desenvolvam suas atividades com eficácia no ambiente competitivo de hoje. Esses autores afirmam, ainda, que algumas empresas adotam um indicador de cobertura de informações estratégicas que avalia a disponibilidade atual das informações frente às necessidades previstas.

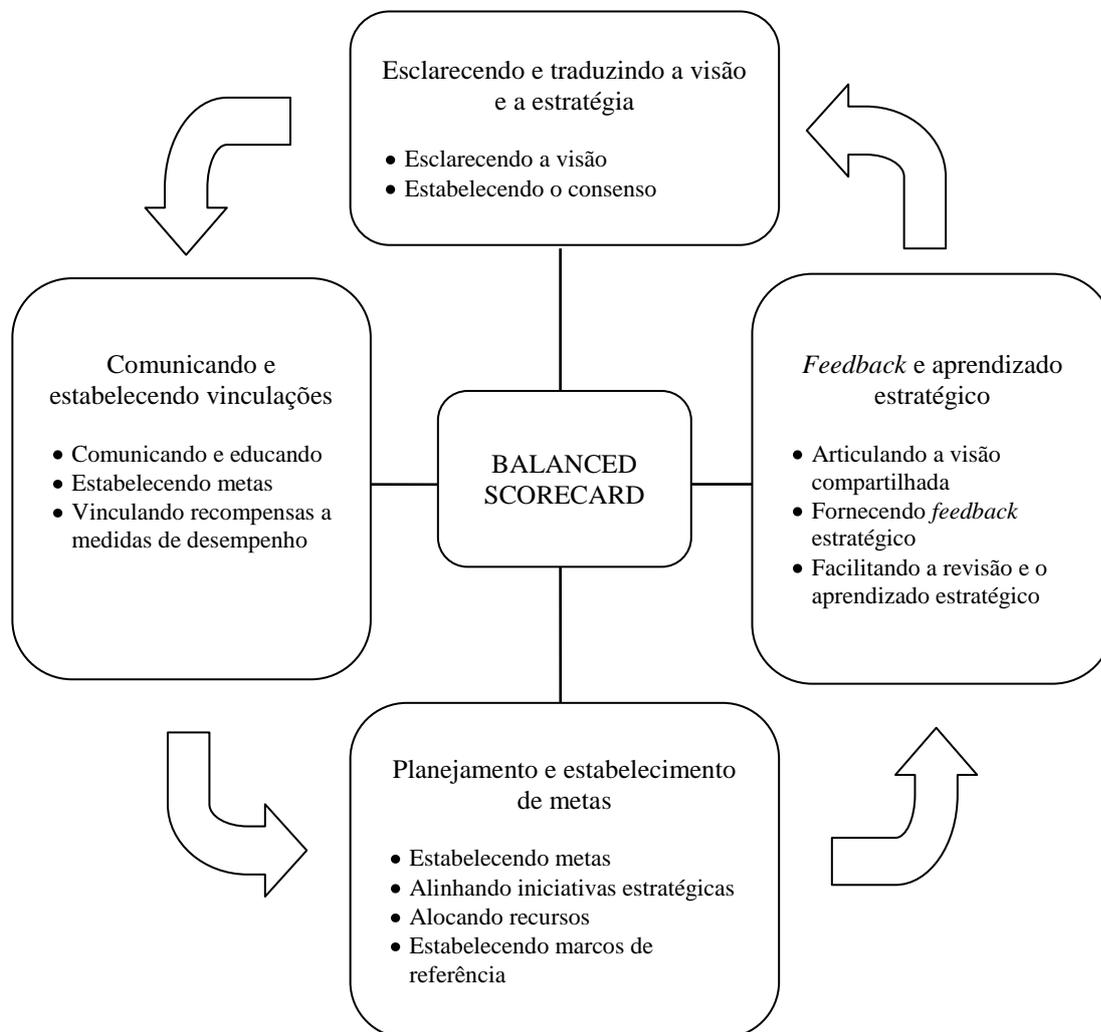
Em termos de motivação, ainda que seja habilitado e tenha acesso às informações, se o funcionário não tiver um determinado grau de liberdade para decidir e agir, dificilmente contribuirá para o sucesso da organização. Medidas como incentivar os funcionários a apresentarem sugestões de melhoria, divulgar as sugestões bem sucedidas e as respectivas melhorias e elaborar uma estrutura de recompensa pelas sugestões postas em prática são interessantes ações para aumentar a motivação das pessoas da organização. Os resultados tangíveis dessas melhorias podem ser expressos não só em termos de redução de custos ou despesas, mas também, em termos específicos de qualidade, tempos ou desempenhos em relação aos processos internos e aos clientes.

➤ *O Balanced Scorecard* como apoio à gestão de estratégica

As experiências de aplicação do BSC revelaram que alguns executivos mais arrojados utilizavam esse sistema não apenas para esclarecer e comunicar a estratégia, mas também para gerenciá-la. As aplicações desse novo método por executivos de diversas empresas revelam que o BSC pode ser utilizado para gerenciar importantes processos como o estabelecimento de metas individuais e de equipes, remuneração, alocação de recursos, planejamento e orçamento, *feedback* e aprendizado estratégico (KAPLAN e NORTON, 1997). Assim o BSC possibilita que os gestores das organizações avaliem até que ponto suas unidades de negócios geram valor para os clientes atuais e futuros, e como devem aperfeiçoar as capacidades internas e os investimentos necessários em pessoal, sistemas e procedimentos visando melhorar o desempenho no longo prazo. A FIGURA 3.16 mostra como o BSC pode ser utilizado para a definição de estratégias.

Segundo KAPLAN & NORTON (1997), o BSC deve melhorar a comunicação entre os funcionários de uma organização, por meio de um sistema de informações

financeiras e não-financeiras, para que todos possam compreender as consequências financeiras de suas decisões e ações.



Fonte: Robert S. Kaplan e David P. Norton, “Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System”, *Harvard Business Review*, Jan./Fev.,1996, p.77 in Kaplan (1997).

FIGURA 3.16 - O *Balanced Scorecard* como estrutura para ação estratégica.

Os processos gerenciais construídos a partir do BSC aumentam a probabilidade de alinhamento e sucesso na implementação da estratégia de longo prazo.

Ainda segundo esses autores, um BSC bem elaborado consiste na explicitação das teorias estratégicas operacionais da empresa, contendo uma série de

relações de causa e efeito, o grau de correlação destas e uma estimativa de seus tempos de resposta.

➤ Considerações sobre o método do *Balanced Scorecard*

O método do BSC possui uma série de características que se mostram muito promissoras em relação ao estudo de GCS. Outras características se mostram interessantes no sentido de obtenção de sinergias se abordadas segundo os princípios da metodologia *System Dynamics*.

Em primeiro lugar, a GCS pressupõe que seus integrantes desejam desenvolver vantagens competitivas em longo prazo. O modelo contábil tradicional, de contabilidade financeira de custos, apresenta limitações em relação à consideração dos ativos intangíveis que são fundamentais para o sucesso das organizações no ambiente que hoje se apresenta. O BSC, por outro lado, complementa as medidas financeiras, baseadas no desempenho passado, com medidas de aspectos intangíveis que representam vetores que impulsionam o desempenho futuro.

Em segundo lugar, o BSC não está limitado a um conjunto de medidas de desempenho financeiro e não financeiro. O BSC procura traduzir a missão e a estratégia de uma organização em objetivos e medidas tangíveis, auxiliando na gestão estratégica em longo prazo.

Outra característica que torna o BSC interessante para este trabalho é que este se apresenta como uma base estruturada para o desenvolvimento de um processo de aprendizagem. O ponto de partida do BSC é o trabalho em equipe cujos integrantes compartilham seus entendimentos sobre as perspectivas financeiras, do cliente, dos processos internos e do aprendizado e crescimento. A partir dessa troca de conhecimentos são traçados os objetivos estratégicos da organização e um conjunto de vetores que determinam esses objetivos.

Em quarto lugar, o BSC proporciona a melhoria da comunicação interna das organizações de forma a estabelecer o alinhamento e a obtenção de compromisso das pessoas em relação à organização. Esta condição é alcançada quando os objetivos estratégicos são decompostos em medidas específicas de nível operacional e comunicados a todas as pessoas da organização. Dessa forma, as iniciativas locais de melhoria ficam alinhadas aos fatores do sucesso da organização de forma a induzir mudanças

organizacionais. Em quinto lugar, o BSC permite que a implantação da estratégia seja monitorada e ajustada por meio de revisões a partir de “*feedback*” fornecido com base nos referenciais de curto prazo para as medidas financeiras e não-financeiras.

Por último, os profissionais de diversos setores da organização passam a entender como “as peças se encaixam”, ou seja, como seus papéis influenciam outras pessoas e, por fim, a empresa inteira. “*A cadeia de causa e efeito deve permear todas as quatro perspectivas de um Balanced Scorecard.*” KAPLAN & NORTON (1997, p.30).

Este raciocínio pode ser expandido para o entendimento das influências entre as organizações e suas respectivas cadeias de suprimento. As considerações anteriores mostram que importantes sinergias podem ser obtidas a partir da integração da metodologia *System Dynamics* e do sistema BSC. A afirmação feita por KAPLAN & NORTON (1997) ratifica esse pensamento.

“A construção do scorecard, com sua ênfase nas causas e efeitos, induz o raciocínio sistêmico dinâmico.” KAPLAN & NORTON (1997, p.16).

De forma mais detalhada, KAPLAN & NORTON (1997) deixam claras pistas sobre a interessante combinação entre a simulação computacional baseada na metodologia *System Dynamics* e o BSC.

“Como um simulador de vôo o Scorecard precisa conter um conjunto complexo de relações de causa e efeito entre as variáveis críticas, incluindo indicadores de fatos, tendências e ciclos de feedback, que descrevam a trajetória, o plano de vôo, da estratégia. Essas associações devem incorporar tanto as relações de causa e efeito quanto combinações de medidas de resultado e vetores de desempenho.” KAPLAN & NORTON (1997, p.30).

O *Scorecard* parte dos objetivos de longo prazo, relacionando-os à sequência de ações dos processos financeiros, de clientes, de processos internos e, por fim, de funcionários e sistemas com o objetivo de produzir o desempenho econômico desejado em longo prazo. Em relação ao BSC, PADOVESE (2003) evidencia o seu caráter sistêmico e critica o modelo negando-lhe a ênfase estratégica. Segundo Padovese, um bom número dos indicadores sugeridos constitui objetivo e meta de caráter operacional. Assim, o enfoque financeiro está relacionado com o objetivo de lucratividade como medida de eficácia operacional e empresarial. O enfoque do cliente relaciona-se com o componente de saída de

um sistema empresa, pois é o cliente quem recebe os produtos e serviços produzidos. Já o enfoque dos processos de negócio equipara-se ao elemento processamento de um sistema. Por fim, o enfoque do aprendizado e do crescimento corresponde às entradas ou recursos sistêmicos. Para ele, esse último enfoque centra no capital intelectual e humano, isto é, no funcionário, que considera o recurso mais importante da empresa.

4 METODOLOGIA SYSTEM DYNAMICS

4.1 Histórico da Metodologia System Dynamics

O criador da metodologia *System Dynamics*, Jay W. Forrester relata que desde que nasceu, num rancho no interior dos Estados Unidos, teve sua vida sempre inserida num mundo muito dinâmico, no qual oscilações de custos de produção e de preços, relações de oferta e de demanda de produtos e inúmeros outros fatores econômicos faziam parte da vida. A vida dos produtores rurais precisava ser essencialmente prática. Segundo FORRESTER (1989), tratava-se de uma imersão em tempo integral no mundo real. Nessa época, quando cursa o colégio, Forrester desenvolve um sistema eólico de geração de energia tornando, pela primeira vez, disponível a energia elétrica no local onde vivia.

Em seguida, Forrester inicia seus estudos de nível superior numa escola agrícola, mas acabou desistindo desse curso e ingressa no curso de engenharia elétrica na Universidade de Nebraska, especializando-se em sistemas dinâmicos. Durante o período da II Guerra Mundial, Jay W. Forrester, já formado, obtém uma bolsa de pesquisa para trabalhar no Laboratório de Servomecanismos do MIT, que realizava estudos sobre sistemas de controle para radares e armamentos para as forças armadas americanas. Seu trabalho era comandado por Gordon S. Brown (1997), um dos pioneiros da tecnologia de servomecanismos ou sistemas baseados na retroalimentação de informações (*information feedback systems*). (FORRESTER, 1961, p.14).

Ao final da II Guerra Mundial, quando Forrester estava indeciso sobre a obtenção de um emprego ou o início de uma empresa de sistemas de controle baseados em retroalimentação, Gordon Brown lhe oferece a possibilidade de trabalho em um dos diversos projetos desenvolvidos pelo MIT. Um desses projetos despertou especial interesse de Forrester. Esse projeto consistia na construção de um “simulador de vôo”, patrocinado pela marinha norte-americana. Para o desenvolvimento desse projeto constatou-se a necessidade da construção de um computador digital para ser utilizado no estudo experimental de sistemas de informação aplicados a atividades militares de combate.

Pode-se observar que todos os trabalhos desenvolvidos por Forrester apresentavam uma mesma característica: partiam do uso de conhecimentos teóricos de ordem técnica, obtidos por meio de pesquisas teóricas, aplicados a questões de ordem prática.

Os projetos desenvolvidos por Forrester para o comando de defesa aérea americano tornaram-se projetos vultosos, cujos orçamentos alcançavam cifra de bilhões de dólares, levando-o ao exercício da administração de projetos. Segundo FORRESTER (1989) essa foi uma das razões do seu ingresso na área de administração. Assim, em 1956, quatro anos após a fundação da Sloan School of Management, escola de administração vinculada ao MIT, Forrester se dedicou às primeiras aplicações de dinâmica a problemas administrativos. Forrester já possuía uma experiência de 15 anos de trabalhos em projetos relacionados à ciência básica e à engenharia e agora surgia uma nova possibilidade: a de mostrar como os conhecimentos em engenharia podiam contribuir para o aprimoramento do conhecimento na área de administração.

Nesse período as grandes corporações, tais como, grandes manufaturas, bancos e seguradoras, começam a utilizar computadores para processar informações de caráter administrativo. Inicialmente Forrester pensou em atuar no campo da pesquisa operacional, mas logo percebeu que, apesar da sua utilidade, essas técnicas não estavam sendo usadas para tratar de questões que faziam a diferença entre o sucesso e o fracasso dessas organizações. Segundo FORRESTER (1989), a pesquisa operacional não apresentava o tipo de aplicabilidade para a qual ele sempre se preparou e exerceu na sua vida profissional.

Nessa época, em conversa com profissionais da empresa multinacional *General Electric*, Forrester se defrontou com uma interessante questão administrativa: uma grande dificuldade em compreender a forte oscilação de demanda de uma unidade industrial da cidade de Kentucky. As consequências dessas oscilações de demanda eram graves e não havia explicações satisfatórias para a ocorrência desse fenômeno. Essa unidade operava com três ou quatro turnos e, poucos anos depois, era obrigada a dispensar seus funcionários em função de significativas quedas de demanda. Inicialmente Forrester estudou como eram tomadas as decisões de contratação de pessoal e de gestão de estoques e começou fazendo algumas simulações utilizando-se de papel e lápis. A partir de dados fornecidos de estoques, número de funcionários e volume de pedidos e da política que estava sendo seguida na empresa em estudo, poderia ser calculado o número de trabalhadores necessários para a semana seguinte. Nessa oportunidade percebeu-se que havia potenciais condições para a existência de um sistema oscilatório ou instável que era determinado pela forma como eram tomadas as decisões dentro da empresa analisada.

Segundo FORRESTER (1989), “*aquele primeiro sistema de controle de estoque por meio de uma simulação feita com papel e lápis representou o início da System Dynamics.*”

Em 1958, paralelamente aos estudos de análise de simulação dinâmica, o especialista em programação de computadores, chamado Richard K. Bennett desenvolvia o predecessor de um compilador de códigos de programas de simulação. No ano de 1958, Forrester, auxiliado na simulação computacional por Richard Bennett, publica na *Harvard Business Review*, o artigo “*Industrial Dynamics – A Major Breakthrough for Decision Makers*”. Para tanto, Bennett decidiu desenvolver um compilador mais avançado, denominado Simple (*Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations*) que criava automaticamente o código necessário de uma forma genérica, gerando o embrião do software para modelagem sob o enfoque da *System Dynamics*. Posteriormente foi desenvolvido o compilador *Dynamo (Dynamic Models)* para novos mainframes da IBM por uma equipe formada pelo Dr. Phyllis Fox e por Alexander L. Pugh III e seus assistentes. (*Dynamo User's Manual*, 1970).

A partir destes trabalhos, Forrester escreveu o livro "*Industrial Dynamics*" em 1961, que dá origem à metodologia “*System Dynamics*” e sua aplicação nas ciências administrativas. Nesse livro pioneiro Forrester propôs um método para o desenvolvimento de modelos de simulação computacional. Forrester também criou um modelo de sistema de produção e distribuição para exemplificar como essas ferramentas podem ser utilizadas para o entendimento do comportamento dos sistemas. O modelo desenvolvido nesse livro tinha como objetivo auxiliar na gestão dos estoques e do fluxo financeiro e no dimensionamento da mão de obra.

Mais tarde a modelagem baseada na metodologia *System Dynamics* evoluiu de modelos baseados em variáveis tangíveis para modelos que incorporavam variáveis de caráter mais subjetivo. Aspectos como a influência da alta administração na estrutura das organizações, aspectos de liderança, cultura dos fundadores, forma como são estabelecidos os objetivos e como a tradição afeta a tomada de decisões e o futuro da organização passaram a ser contemplados nos modelos desenvolvidos.

A aplicação destes conhecimentos a problemas sociais deu-se posteriormente, em 1968, por meio de contatos de Forrester com John F. Collins, ex-prefeito de Boston e professor convidado do MIT para o estudo de questões urbanas. No ano seguinte, aliando seu conhecimento em simulação e o de Collins em questões sociais,

Forrester lança o livro "*Urban Dynamics*" no qual apresenta interessantes aspectos relacionados à estrutura e processos sociais que podem explicar e auxiliar na solução de fenômenos cíclicos de estagnação e desemprego inerentes aos grandes centros urbanos. Esse trabalho foi alvo de muitas críticas e de fortes resistências de caráter político e social. Forrester conclui que o ponto crucial era, na verdade, a difícil tarefa de promover mudanças culturais de forma a levar as pessoas a superarem a barreira que separa a forma de pensar simplista, imediatista, estática e linear de uma forma mais abrangente, dinâmica e sistêmica.

Em 1970, em função da repercussão dos estudos das questões urbanas, Forrester foi convidado a participar de um encontro do Clube de Roma que reunia dirigentes de diversos países para discutir problemas relacionados com meio ambiente, recursos naturais, distribuição de renda e saúde em âmbito mundial. Deste ponto em diante, o interesse de Forrester dirigiu-se para a metodologia *System Dynamics* sociais e econômicos globais. Nessa época Forrester desenvolveu diversos projetos no MIT e, em 1972, lançou o livro "*World Dynamics*" tendo, posteriormente, se dedicado à aplicação de *System Dynamics* ao estudo do comportamento de sistemas econômicos.

FORRESTER (1989) afirma, porém, que as pessoas carregam consigo modelos mentais e formas de tomada de decisão arraigados e difíceis de serem mudados na sua essência. Nesse sentido, esse autor propõe que os conhecimentos de modelagem computacional e o pensamento sistêmico sejam ensinados nas escolas para crianças a partir dos dez anos. Este esforço de transformação é incentivado pela introdução da metodologia *System Dynamics* no ensino na década de 80 por Barry Richmond com a utilização de softwares de simulação mais "amigáveis" como, por exemplo, o software *Stella* e o *Ithink*.

Após aposentar-se pelo MIT, Gordon Brown apresentou ao professor Frank Draper (1992) o software de modelagem e simulação (*Stella/Ithink*), desenvolvido por Barry Richmond, baseado na metodologia SD. Frank Draper realizou diversas experiências de modelagem e simulação com seus alunos na disciplina de biologia e, como resultado, constatou que essa metodologia de ensino permitia um aprendizado muito mais efetivo. A partir deste fato, a metodologia SD passa a ser vista como um forte instrumento de auto-aprimoramento.

Forrester foi, também, orientador do engenheiro Peter M. Senge, formado em Stanford, que participou de projetos no MIT. Peter M. Senge recebeu o grau M.Sc. em *System Dynamics* Sociais e Ph.D em Administração pelo MIT. Durante a década de 70,

Peter Senge dedicou-se à realização de seminários com executivos, introduzindo as práticas de SD nos processos gerenciais.

Dessa forma começam a ser ministrados seminários em Pensamento Sistêmico, como forma de gerar aprendizado organizacional nas empresas na busca de melhoria de desempenho. Peter Senge busca no pensamento sistêmico a possibilidade da construção de organizações nas quais seus integrantes tenham mais oportunidades de desenvolver suas potencialidades que não se limitam ao mundo organizacional.

Atualmente, o desenvolvimento da metodologia “*System Dynamics*” tem sido direcionado fortemente para os sistemas organizacionais pelo MIT *Learning Center*, criado em 1992.

Alguns acadêmicos, no entanto, são céticos em relação ao valor da metodologia *System Dynamics*. Duas razões são levantadas por PIDD (1998). Em primeiro lugar, o livro *Industrial Dynamics*, de Forrester, teria sido um tanto ambicioso ao apresentar uma abordagem revolucionária para o gerenciamento de empresas. PIDD (1998) afirma que Forrester adotou em seu primeiro livro uma "abordagem mecanicista", representando um fator limitante para profissionais mais interessados em aspectos práticos. Em segundo lugar, para alguns “puristas”, a aplicação de técnicas de integração numérica contém aproximações que podem representar falta de refinamento e acurácia.

A despeito destas questões, a metodologia SD tem sido usada de uma maneira cujo objetivo principal não é a simulação exata do comportamento dos sistemas organizacionais. A idéia chave não é a resolução de problemas por meio da modelagem, mas a possibilidade de avaliar os padrões de comportamentos do sistema. Como consequência, há o aprimoramento dos modelos mentais compartilhados das pessoas que têm autonomia para a tomada de decisões.

A necessidade de desenvolvimento de ferramentas auxiliares, como a modelagem e a simulação, surge em decorrência da existência de limitações de capacidade cognitiva intrínsecas aos seres humanos. As pessoas têm enormes dificuldades para conceber modelos mentais que representem satisfatoriamente a realidade devido à sua complexidade, derivada do grande número de variáveis a serem consideradas e da interdependência dessas variáveis. Outro aspecto que traz dificuldade para o estudo do comportamento dos sistemas é a existência de defasagens temporais. A defasagem temporal consiste no intervalo de tempo que pode existir entre o instante em que uma variável provoca um efeito e o instante em que outra variável passa a sofrer as consequências desse

efeito. Além disso, podem existir efeitos de retroalimentação (*feedback*), quando a variável sujeita a uma ação pode exercer, após determinado intervalo de tempo, influências sobre a que lhe causou o efeito.

Um exemplo dessas dificuldades foi o estudo realizado para obter o número de postos de trabalho que seriam gerados nos dez próximos anos na cadeia do plástico brasileira. A geração de empregos se dava em função dos investimentos propostos para suprir as necessidades de produtos plásticos do mercado. Se por um lado os investimentos geravam empregos, estes apresentam valores diferentes para os diferentes elos da cadeia, na medida em que as grandes empresas eram “capital-intensivas” e as pequenas empregavam, proporcionalmente, mais mão de obra. Em outras palavras, a geração de empregos dependia de onde os investimentos seriam feitos ao longo dos elos da cadeia. Além disso, com a aquisição de máquinas, tecnologicamente mais avançadas, haveria um fator de redução de postos de trabalho devido ao aumento de produtividade que seria obtido. Porém este fato seria atrelado à taxa de crescimento da demanda do setor que era, em média, cinco vezes maior que o crescimento do PIB brasileiro. Outro fator considerado para o desenvolvimento dos estudos era que tanto os investimentos quanto o crescimento da demanda como o aumento da produtividade eram dados ao longo do tempo em datas e ritmos diferentes. Nesse contexto, mesmo sem considerar outros aspectos, pode-se ter uma idéia do quão imbricado torna-se o problema e da necessidade de apoio de ferramentas que facilitem a consideração conjunta e simultânea de todos esses aspectos. Além disso, não se pode negligenciar a necessidade de uma boa comunicação entre as pessoas que participam desses estudos no sentido de obter uma solução transparente e consensual para o problema.

Assim sendo, as ferramentas de SD foram desenvolvidas para serem utilizadas como auxiliares do pensamento. Os equipamentos (*hardware*) e os programas (*softwares*) auxiliam essas aplicações na medida em que apresentam interfaces cada vez mais simples, intuitivas e eficientes. Dessa forma, torna-se possível representar um sistema dinâmico, com determinado grau de aproximação. A modelagem do sistema pode ser elaborada com a construção de arquétipos constituídos por elementos básicos que representam as variáveis e o relacionamento desta com as demais.

O arquétipo pode ser convertido num modelo de simulação que possui elementos que representam as variáveis, os fluxos, os estoques e as influências dos elementos sobre os outros. Problemas de solução impossível analiticamente podem, quase sempre, ser solucionados com relativa facilidade com a simulação. CHOPRA & MEINDL

(2004, p.260) afirmam que uma boa simulação é uma maneira barata de testar diferentes ações e identificar a decisão mais eficaz para um futuro de incertezas.

No modelo de simulação devem ser lançados os valores numéricos ou gráficos que representem o estado de cada elemento ao longo do tempo. O processamento do modelo representa o cálculo das variáveis, dos fluxos e dos estoques ao longo do período simulado, considerando todas as influências existentes entre esses elementos. A experimentação desses modelos dinâmicos computacionais possibilita a aquisição de um consistente aprendizado a respeito do comportamento do sistema. Permite, também, identificar como a estrutura do sistema e as políticas adotadas condicionam o seu comportamento. Pode-se, também, estudar as mudanças de comportamento do sistema em função de mudanças na sua estrutura. Além disso, pode nos auxiliar a encontrar possíveis pontos de alavancagem dentro desse sistema em relação aos objetivos desejados.

Segundo CHOPRA & MEINDL (2003, p.260), as simulações são eficazes porque conseguem se ajustar a quantas complicações forem necessárias. Neste sentido, a metodologia “*System Dynamics*”, baseada no pensamento sistêmico e a simulação computacional parecem ter um papel importante a cumprir no estudo do comportamento das organizações e, neste caso, das cadeias de suprimentos.

4.2 Fundamentos da Metodologia System Dynamics

A metodologia SD possibilita a construção de um sistema que represente o sistema real (micromundo), partindo dos padrões de comportamento de seus elementos e das estruturas determinantes desses padrões. A utilização desses “micromundos” pode facilitar e acelerar o processo de aprendizagem da seguinte forma:

- Por meio da comparação de seu comportamento com o do “mundo real” são reveladas inconsistências e incompletudes, obrigando ao desenvolvimento de novas hipóteses e a raciocínios sistêmicos mais evoluídos, aprofundando o aprendizado.
- Permite a aceleração e retardamento dos fenômenos em relação ao tempo real, possibilitando a percepção no longo prazo, assim como, mudanças lentas e graduais.
- Permite estudar as consequências das ações que podem ocorrer no sistema sem que haja interferências *a priori* no “problema real”.

- Possibilita a realização de análise de sensibilidade entre variáveis. Esta análise consiste em identificar o comportamento de uma variável em função de mudanças no elemento que provoca a influência. Além disso, pode-se modificar o cenário, simulando uma condição que ainda não ocorreu na realidade.

- Dando a oportunidade de realização de experimentação de novas políticas e estratégias sem incorrer em riscos “reais”.

- Permite a criação de um espaço no ambiente organizacional para reflexões que normalmente não existe quando se trabalha pressionado no tempo para a tomada de decisões como observa o economista ganhador do prêmio Nobel, Kenneth Arrow:

“... por vezes simplesmente temos de agir com a perfeita consciência de que desconhecemos as possíveis consequências (...). Devemos arcar com o ônus da ação sem certeza, e devemos manter sempre aberta a possibilidade de reconhecer erros passados e mudar de curso.” (KENNETH ARROW, 1970 apud ECCLES, 1992 p.53).

- Abre espaço para pensar em novas estratégias, distintas das que seguem as práticas-padrão anteriormente utilizadas.

Um dado muito importante e comum a todos os sistemas é o fato de que a interação entre a estrutura do sistema e as políticas adotadas é que determina seu comportamento. SD relaciona o comportamento de um sistema à sua estrutura intrínseca e pode ser utilizada para analisar como a estrutura de um sistema leva ao comportamento que ele apresenta. Também permite a análise de como mudanças em parte da estrutura de um sistema podem afetar o comportamento do sistema como um todo.

Introduzindo perturbações em um sistema podem-se conhecer suas respostas em relação a um conjunto de condições pré-estabelecidas. Assim pode-se testar a sensibilidade existente entre duas variáveis do sistema ou deste em relação a mudanças em uma variável ou em sua estrutura.

Durante o processo de modelagem de um sistema o modelo mental que cada pessoa havia concebido passa a ser enriquecido por detalhes que haviam passado despercebido em função de limitações cognitivas naturais dos seres humanos. O modelo mental é a percepção ou imaginação da estrutura e do conseqüente comportamento do sistema real concebido por cada pessoa.

Com relação à metodologia SD, é importante salientar que ao utilizá-la desenvolve-se a capacidade de elaboração dos modelos mentais. Este fato propicia o desenvolvimento da percepção acerca do relacionamento da estrutura de um sistema com o comportamento que ele apresenta.

4.3 Aplicações da Metodologia SD em Cadeias de Suprimentos

A metodologia *System Dynamics* é utilizada para a análise e solução de problemas complexos com foco na análise e na elaboração de planejamento que teve origem nos trabalhos desenvolvidos por FORRESTER (1961).

A metodologia *System Dynamics* tem sua fundamentação baseada na consideração de que o comportamento dos sistemas é influenciada pela sua estrutura, que apresenta efeitos de *feedback* e defasagens temporais. A metodologia SD tem sido aplicada em diversas áreas do conhecimento, tais como, gestão de organizações, economia, administração pública, biologia, fontes de energia, impacto ambiental, estudos teóricos relacionados a questões sociais, processo decisório, gestão de cadeias de suprimento, dentre outras (ANGERHOFER & ANGELIDES, 2000).

A aplicação de SD na gestão de cadeias de suprimento tem suas raízes nos trabalhos de FORRESTER (1958, 1961), publicados no seu famoso livro “*Industrial Dynamics*”, que tratavam do estudo do comportamento de um sistema de produção e de distribuição representado por meio da interação entre diversos fluxos: informações, materiais, pedidos, dinheiro, mão de obra e bens de capital. Nesses trabalhos FORRESTER (1961) descreve, analisa e explica questões relacionadas à área de estudos atualmente denominada GCS, tais como, oscilações da demanda e dos estoques, efeitos da política de marketing sobre a produção, o controle descentralizado e o impacto do uso da tecnologia de informação nos processos de gestão.

Apesar da simplicidade do modelo de CS de quatro elos proposto por FORRESTER (1961), este modelo proporcionou importantes avanços nos estudos de CS e estabeleceu, de forma involuntária, as principais diretrizes para o projeto de uma efetiva CS (TOWILL, 1996b).

ANGERHOFER & ANGELIDES (2000) realizaram importante pesquisa que apresenta um levantamento e uma classificação das pesquisas que envolvem modelagem em

System Dynamics aplicada à Gestão de Cadeias de Suprimentos. Esses autores dividiram as pesquisas encontradas em três grupos.

O primeiro grupo refere-se a pesquisas que contribuem para o aprofundamento de aspectos teóricos de CS. Este primeiro grupo de estudos é representado por trabalhos sobre Gestão de Cadeias de Suprimentos Globais e sobre a tomada de decisões na gestão de estoques. Uma das linhas de pesquisa deste grupo busca o desenvolvimento de modelos causais que engloba os objetivos, os obstáculos, os incentivos e a inter-relação entre esses fatores necessária para uma efetiva GCS Global. Outra linha de pesquisas deste conjunto de trabalhos procura mostrar a dificuldade na tomada de decisões em sistemas de produção e de distribuição. Constata-se que estas decisões são, na maioria das vezes, baseadas apenas na intuição e no bom senso em função de dificuldades derivadas da existência de fatores de comportamento não-lineares, efeitos de *feedback* e *time-delays*, além de pressões de tempo para a tomada de decisão, o que leva o resultados distantes de uma solução ótima, ou mesmo, de uma solução satisfatória. (STERMAN, 1989 in: ANGERHOFER & ANGELIDES, 2000). É neste conjunto de trabalhos que se encontra o *Beer Game* (STERMAN, 1984).

O segundo grupo de pesquisas tem como objetivo solucionar problemas das CS. Este grupo de pesquisas busca, desde soluções para questões relacionadas a decisões de aquisição e de gestão de estoques, como para questões de projeto de CS. Uma das linhas de pesquisa desse grupo relaciona-se à gestão de estoques e à programação da produção, apresentando estudos de simulação para a identificação de estratégias ou diversificação de estratégias que levam à redução de custos e aumento na lucratividade de redes de lojas de varejo. Tais simulações buscam, também, identificar as melhores formas de gestão de estoque de programação da produção em função das oscilações que ocorrem na demanda dos produtos. Outra linha de pesquisa estuda as consequências da amplificação da demanda ao longo da CS sobre os tempos de ciclo dos pedidos, os níveis de estoques, a programação da produção, a produtividade e a utilização de mão-de-obra. O papel da metodologia SD, nestes casos, é o de possibilitar o teste de diferentes estratégias ao longo da CS que levam a um desempenho satisfatório mediante as dificuldades impostas pelas oscilações da demanda, tais como, dificuldades em prever necessidades de investimentos, oscilações nos índices de produtividade, acúmulo de pedidos não atendidos, necessidade de maior entrosamento entre fabricantes e fornecedores, dentre outros aspectos (ANGERHOFER & ANGELIDES, 2000). Uma terceira vertente de estudos dentro desse grupo é representada por pesquisas

relacionadas a redesenhos das CS, uma vez que, nas modernas CS a habilidade para realizar mudanças de forma rápida, eficiente e efetiva é um importante fator de competitividade. Para isso, a identificação de “gargalos” na CS torna-se fundamental e os aspectos mais importantes nesse processo de redesenho consistem na redução dos tempos de fluxo de materiais, informações, valores financeiros e da tomada de decisões ao longo da CS. Uma quarta linha de pesquisa estuda o projeto das CS globais na medida em que o fenômeno de globalização requer novas considerações em relação à localização geográfica das instalações de unidades produtivas das organizações multinacionais. Neste caso, a simulação auxilia na tomada de decisões diante de rápidas alterações nas condições relativas a uma localização específica.

O terceiro grupo de pesquisas busca o aprimoramento na forma de construir modelos de CS. As pesquisas desta categoria procuram contribuir com o aprimoramento das metodologias utilizadas na modelagem de GCS baseada em SD. Uma das vertentes procura combinar SD com outras áreas, tais como, pesquisa operacional ou ciências administrativas, gerando modelos que podem ser considerados como sistemas de informações gerenciais e, também, métodos para a modelagem de CS. Outros trabalhos procuram aplicar SD a técnicas de modelagem de negócio em grupo, combinando uma intensa participação da administração com uma rigorosa análise e extensiva modelagem e facilitando o aprendizado de questões estratégicas e possibilitando o encontro de pontos de alavancagem da CS (ANGERHOFER & ANGELIDES, 2000).

O presente trabalho está relacionado à vertente de modelagem para o desenvolvimento da teoria de CS, mas apresenta a característica de englobar e integrar diversos aspectos de diferentes áreas de pesquisa e, ao mesmo tempo, busca aproximar a teoria e a prática de GCS com o objetivo de apoiar o aprendizado nessa área do conhecimento.

No sentido de unificar a linguagem sobre simulação computacional aplicada ao aprendizado, MAIER & GRÖSSLER (2000) propõem uma classificação de forma a categorizar os seus diversos tipos.

O QUADRO 4.1 apresenta um resumo das técnicas e métodos aplicados nas pesquisas de GCS com utilização de modelagem baseada em *System Dynamics*.

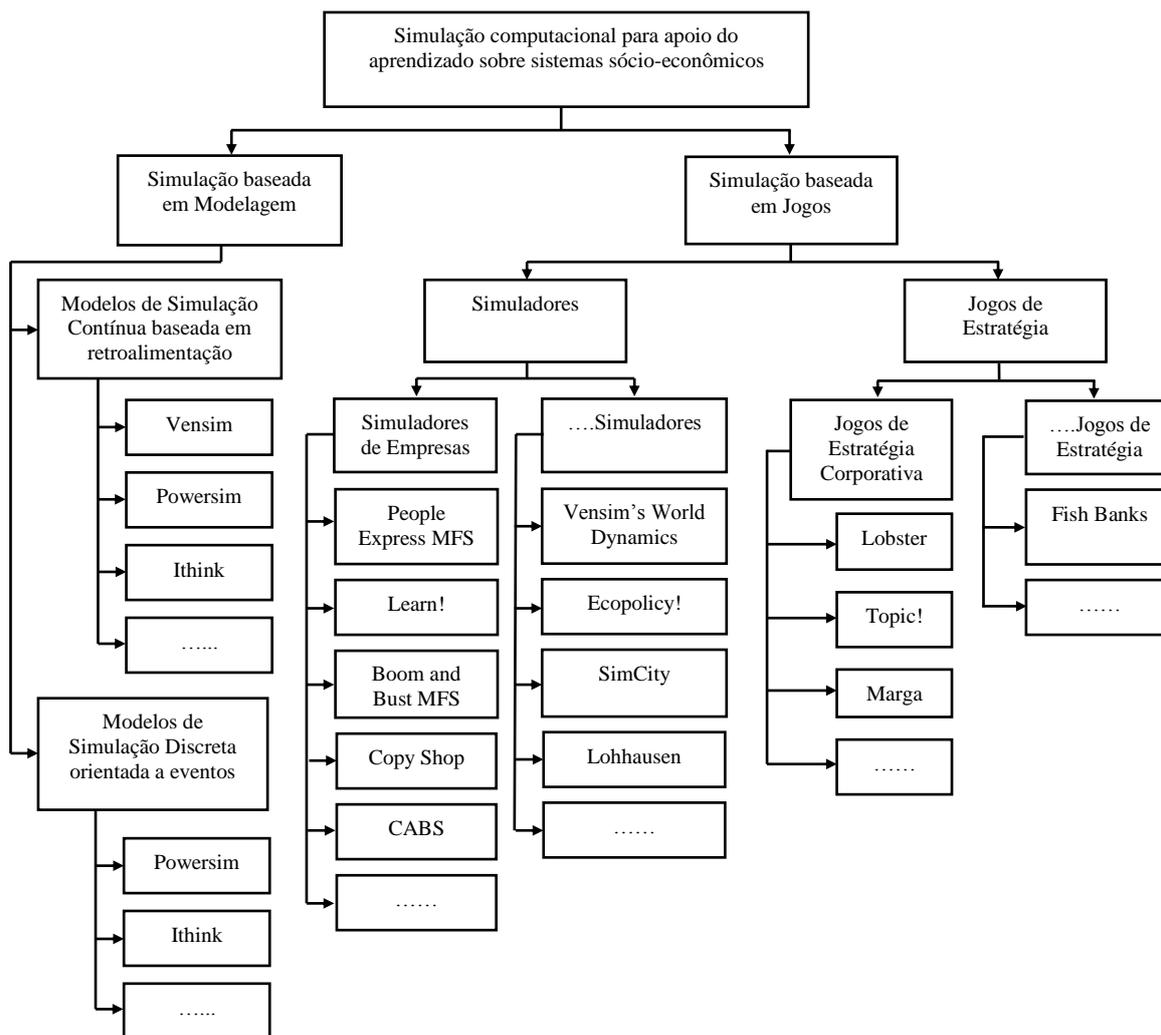
QUADRO 4.1 – Técnicas e métodos de simulação aplicadas à GCS.

| Áreas de Pesquisa | Pesquisa: Modelagem para desenvolvimento da teoria de CS. | Prática: Modelagem para a solução de problemas. | Pesquisa com aplicação prática: Melhorando a modelagem. |
|-------------------------|--|---|--|
| Gestão de Estoques | Simulação contínua. | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. | |
| Amplificação da Demanda | Simulação contínua. | Simulação contínua. | |
| Re-engenharia na CS | | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. |
| Projeto da CS | Técnicas de Pesquisa Operacional | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. |
| CS Internacional | Técnicas de Pesquisa Operacional | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. | Simulação contínua. Técnicas de Pesquisa Operacional. Diagrama de relações causais. Simulação de eventos discretos. |

Fonte: ANGERHOFER & ANGELIDES – *System Dynamics Modelling in Supply Chain Management: Research Review - 2000 Winter Simulation Conference*.

Nestes estudos, para o desenvolvimento do modelo de simulação de CS, é adotado o *software* Powersim que, conforme apresenta MAIER & GRÖSSLER (2000), é indicado para o ensino e aprendizagem por meio de modelagem e simulação computacional de sistemas sócio-econômicos que apresentam efeitos de retro-alimentação.

A FIGURA 4.1 apresenta uma taxonomia dos tipos de simulação computacional aplicadas no ensino e aprendizagem de sistemas sócio-econômicos.



Fonte: adaptado de MAIER, F. H.; GRÖSSLER, A. (2000) *What are we talking about? A taxonomy of computer simulations to support learning*. In: *System Dynamics Review*. Summer 2000, v. 16, n. 2, p. 135-148.

FIGURA 4.1 - Simulação computacional aplicada a sistemas sócio-econômicos.

5 CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Neste capítulo são, inicialmente, apresentadas as premissas para a elaboração do modelo teórico de cadeia de suprimentos. Estas premissas constituem um conjunto de idéias básicas inerentes à GCS e que servem de ponto de partida para a concepção geral da estrutura do modelo de simulação.

Em seguida são relacionados os requisitos oriundos de diferentes áreas do conhecimento como a Gestão de Cadeia de Suprimentos, a metodologia *System Dynamics*, a Gestão da Produção e o *Balanced Scorecard*. Estes requisitos representam os aspectos, de cada uma dessas áreas, considerados mais importantes e que são incorporados ao modelo.

Posteriormente é apresentada uma visão geral do modelo de CS, em termos da sua estrutura básica, e o Mapa Estratégico, que mostra a lógica de funcionamento do modelo. Em seguida este capítulo faz considerações sobre a sinergia obtida a partir da fusão da GCS, da metodologia SD e do BSC.

Por último, são mostrados os passos para a elaboração do modelo e as características da sua dinâmica.

5.1 Premissas para a Concepção do Modelo

O presente trabalho parte de um conjunto de premissas tais como:

- A GCS é baseada no pensamento sistêmico, sendo fundamental a gestão de relacionamentos entre empresas e no interior de cada departamento ou seção de cada organização.

Estudos, recentes e não tão recentes, sempre configuraram a CS como um alinhamento entre distintas espécies de parceiros para a garantia de menores custos, ganhos de lucros e melhor serviço ao cliente. O cliente, como consumidor final do produto da CS, é, em última instância, aquele que efetivamente paga pelos serviços e produtos de toda a cadeia. Nesse sentido, a ele deve ser ofertado valor que é agregado ao longo da CS, entre os seus membros. Ironicamente, o valor é um fenômeno da percepção do cliente. Desse modo, somente a ação coordenada e sincronizada dos membros da CS é capaz de proporcionar ao consumidor final a percepção de que suas necessidades foram atendidas e, ao mesmo tempo, estabelecer uma satisfatória distribuição das economias e ganhos entre os integrantes da CS.

Em suma, a visão sistêmica prevê uma combinação das contribuições de cada um de seus elementos associada a uma distribuição equânime dos rendimentos individuais, vinculada a um satisfatório resultado da CS como um todo.

- A GCS busca estabelecer uma sincronização de três fluxos básicos ao longo de toda a cadeia: o da demanda por bens e serviços (informações), o do suprimento para a realização desses bens e serviços e o financeiro que corresponde ao pagamento pelos custos e lucros obtidos com as atividades de suprimento e de atendimento da demanda.

SLACK et al. (1999) especificam que no sentido inverso ao do fluxo de produtos, ocorrem os fluxos da demanda e de suprimentos. Cada elo envia aos seus fornecedores pedidos e informações, sobretudo, sobre suas demandas. Essa perspectiva, no entanto, é algo limitada, ao implicar uma visão imediatista, configurada nos dados do fornecedor imediato do elo solicitante. Uma perspectiva verdadeiramente eficaz engloba a noção da demanda para a cadeia como um todo, isto é, vai buscar no mercado consumidor final as informações necessárias para a produção ao longo de toda a sua extensão.

Não que a informação do elo mais próximo não seja relevante, porém essa informação, ou melhor, troca de informações deve abrigar meios de ampliar a cooperação e auxiliar a outra, bem como as demais, a projetar a sua forma e a sua configuração para melhor adequar-se à CS, assim como auxiliar nesses mesmos objetivos a CS como um todo. Nesse aspecto, SLACK et al. (1999, p.147) faz uma reparação ao afirmar que uma empresa “*pode tomar para si a responsabilidade de entender como os relacionamentos cliente/fornecedor transmitem suas necessidades competitivas através da rede.*”

- Na CS, com grande probabilidade, existirão interesses conflitantes (*trade-off's*) entre seus integrantes e entre os processos de cada organização em si.

Não são raros os autores (BOWERSOX (2006); BALLOU (2006); TAYLOR (2005); CHOPRA & MEINDL (2004); CHRISTOPHER (2007)) que enfatizam o enorme impacto nos custos de uma CS eficaz, efetiva e eficiente. Para alguns deles, pode-se até inferir que a redução dos custos é o motor principal para o início ou aprimoramento de suas CS's. Todavia, os autores não deixam de lembrar que os lucros advêm para os membros da cadeia

em razão do posicionamento que adotam em termos estratégicos. No extremo, tais posicionamentos traduzem-se em vantagens competitivas reais que, segundo TAYLOR (2005), são capazes de até revolucionar toda uma indústria.

Como meio de mensurá-los e averiguar a eficiência e a eficácia da CS e de cada um dos seus membros, os clássicos índices financeiros não são mais suficientes. Nesse sentido, novas formas de controle e também de auxílio ao desenvolvimento de estratégias, tais como o *Balanced Scorecard*, são necessárias. No *Balanced Scorecard*, a dimensão financeira não é negligenciada. Mas, ao seu lado, contempla as métricas de satisfação do cliente, do desempenho interno das empresas, do aprendizado e crescimento organizacionais que, em um exercício, podem ser expandidos para abarcar toda a CS e sua atuação, assim como para acompanhar o desempenho de cada participante em particular. Nesse último sentido, é também um recurso da CS como um todo para avaliar as necessidades a serem sanadas de um elo ou até aventar a sua substituição.

Em termos genéricos, esses objetivos de desempenho são, acima de tudo, propícios para uma auto-avaliação da CS, tendo como critério a satisfação do consumidor final, seu objetivo mais básico e mais importante. Por outro lado, também oferece subsídios para a comparação com cadeias concorrentes, com a finalidade de, como se fora um *benchmarking*, aprimorar as práticas em uso.

A formação de cadeias de suprimento se dá a partir do estabelecimento de diferentes níveis de relacionamentos que apresentam diferentes formas de integração de processos e de formalização do relacionamento organizacional. Os níveis de relacionamento podem ser classificados como simples transação comercial (*arm's length*), acordo não contratual, acordo via licença, aliança, parcerias em suas mais diversas modalidades, *joint ventures* e integração vertical.

A necessidade de investimentos em ativos e a existência de contratos passam a ser substituídos pela confiança mútua, troca de informações, e compartilhamento de riscos e de ganhos.

TAYLOR (2005), ainda na introdução de seu livro, aponta para o fato de que as empresas já atingiram o ápice em termos de vantagens competitivas obtidas a partir de ações sobre as suas funções internas. Com isso, as CS surgem como novas fontes de oportunidades. Com elas, emerge também modificações essenciais nos tipos de concorrência, que não mais se dão entre empresas, mas entre CS. Isso implica enormes desafios para as empresas. É que, de uma tradição individualista e antagônica de concorrência, as empresas

agora, para obterem sucesso, precisam reformular suas estratégias privilegiando uma interação colaborativa e cooperativa.

Essa interação não se limita à relação entre empresas, mas também se dá entre as várias funções no âmbito de uma mesma organização. Entre empresas é a vez do *comarkership*, termo que designa o mais íntimo relacionamento entre fornecedores e clientes, incluindo a participação ativa e compartilhada dessas organizações em projetos, planejamentos, custos e qualidade de bens e serviços. Por meio do *comarkership*, cuja tradução literal é co-fabricação, os elos que se estabelecem são de longo prazo, confiança mútua e fornecimento de qualidade. O ápice desse gênero de relacionamento é atingido pelo consórcio modular, experiência inédita da Volkswagen que atraiu para o interior da sua planta em Resende, no estado do Rio de Janeiro, seus diversos parceiros.

No âmbito interno, os esforços são para efetivar o trabalho em equipes multidisciplinares e multifuncionais. Em termos específicos de indústria, isso se traduz na engenharia simultânea, cuja essência é envolver todas as áreas funcionais da empresa no desenvolvimento de um produto ou serviço, incluindo as chamadas áreas administrativas, tais como recursos humanos e administração geral. Subjacente está a noção de QFD (*Quality Function Deployment*) ou desdobramento da função qualidade. Por meio do QFD, todas as áreas da organização são envolvidas no aprimoramento de suas funções de forma orientada em relação ao atendimento das especificações dos seus clientes internos e externos, desde o desenvolvimento do projeto do produto até o projeto do sistema produtivo. As idéias contidas no QFD são também válidas para as CS como um todo, e podem ser aplicadas, atualmente, às empresas ou CS que oferecem não apenas bens, mas pacotes de valor, nos quais produtos e serviços se integram para melhor servir o consumidor e obter um diferencial em relação à concorrência.

Na nomenclatura popularizada por SLACK et al. (1999), tem-se uma hierarquia das operações. Nessa hierarquia, há as micro-operações, parcelas distintas de uma operação maior e global, conectadas umas às outras pela recepção de *inputs* e envio de *outputs*, fato que as unem e, em seu conjunto, formam a operação total em si. E é por meio da agregação de valor de cada uma e entre essas micro-operações, que o somatório, obedecendo à noção de todo sistêmico, traduz-se em serviço ao cliente com qualidade e, conseqüentemente, o valor é adicionado e atende ao requerido tanto pelo cliente externo quanto pelo cliente interno.

Não é de hoje que um dos recursos para manter e aumentar a competitividade é o incremento da produtividade. Desde o surgimento das primeiras fábricas, muitas empresas

enfatazaram e, ainda hoje, enfatizam a melhoria da eficiência interna, do melhor uso de seus atributos, quase sempre com o objetivo da redução dos custos operacionais. A produtividade relaciona-se à eficiência ou fazer o mesmo a um menor custo ou mais ao mesmo custo por meio de uma alta taxa de aproveitamento dos recursos disponíveis. Eficácia é apresentar os resultados da eficiência, obtendo valores próximos a uma meta pré-determinada.

Nessa realidade, segundo TAYLOR (2005), a CS e seu gerenciamento não são mais meramente uma questão de suporte para as atividades ditas principais. Hoje, envolve a empresa como um todo, entre micro e macro operações e entre organizações. Nesse sentido, ainda segundo Taylor, não é mais responsabilidade de apenas um especialista. Todos os membros da organização estão envolvidos e são responsáveis por uma CS eficiente e eficaz.

- As consequências da complexidade e a variabilidade são dois fatores que dificultam a implementação da CS e seu gerenciamento.

A complexidade está relacionada com a forma com que estão articulados os fluxos que dependem das características estruturais da CS. A variabilidade está relacionada, em parte, a fatores exógenos da CS, sobre os quais há pouca ou mesmo nenhuma possibilidade de controle. Também depende das habilidades e competências que possuem os gestores das empresas que, muitas vezes, são pressionados a tomar decisões baseados em informações incompletas ou em aspectos subjetivos como bom senso, intuição e conhecimento tácito.

- As formas tradicionais de estudo da área de logística/cadeia de suprimentos apresentam limitações que dificultam a compreensão do comportamento das CS e a aplicação dos conhecimentos teóricos em questões de ordem mais prática.

As questões relacionadas à GCS apresentam características de intensa dinâmica determinada por inúmeras relações de causa e efeito e pela existência de espaços de tempo entre as ações e os correspondentes resultados, dificultando a compreensão do comportamento das CS e identificação de estratégias que possam melhorar seu desempenho.

5.2 Requisitos para a Elaboração do Modelo

5.2.1 Requisitos para a Gestão de Cadeia de Suprimentos (GCS)

Para representar uma CS, o modelo engloba um conjunto de organizações que operam de forma interativa e sequencial, desde o fabricante da matéria-prima até a empresa que vende o produto para o consumidor final.

Com o objetivo de representar a dinâmica da CS, o modelo é construído de modo a representar os diversos fluxos existentes numa CS, tais como, o fluxo de materiais, produtos, valores financeiros e informações que constituem o escopo da logística/CS.

As empresas integrantes da CS têm representadas no modelo seus processos internos desenvolvidos pelas funções produção, contábil/financeira, logística, suprimentos e outras funções de apoio como P&D, *marketing*/vendas e recursos humanos. Cada empresa tem o seu desempenho avaliado sob diferentes aspectos relacionados às quatro perspectivas do BSC. O desempenho global da cadeia é, ao mesmo tempo, apresentado para que os gestores das empresas possam identificar como suas ações individuais colaboram com o desempenho da CS.

Um importante aspecto do modelo refere-se à classificação das CS nos tipos “eficientes” e “responsivas”, conforme propõem CHOPRA & MEINDL (2004). A tendência a um desses dois tipos de CS é estabelecida por meio do estabelecimento da estratégia em decorrência do tipo de investimentos propostos. Segundo CHOPRA & MEINDL (2004), as estratégias estão relacionadas à gestão de estoques, transporte, localização de instalações e tecnologia de informação. Na construção do modelo são consideradas variáveis que representam a configuração de estratégias que influenciam os níveis de estoques, os tempos de produção e de transporte e o grau de compartilhamento das informações. A CS deve atender de forma satisfatória a demanda dos consumidores finais. O modelo contém variáveis que definem características da demanda em termos de volume e sazonalidade que influem significativamente na configuração da CS.

A volatilidade da demanda implica expansão ou redução de instalações, estoques, gastos com transportes e capacidade utilizada de manufatura. A demanda de cada integrante da cadeia é representada pelos pedidos que cada organização recebe do seu respectivo cliente que podem ser significativamente diferentes da demanda do consumidor final, em função do efeito Forrester que ocorre na cadeia.

No modelo, cada empresa pode, de forma isolada, investir no aperfeiçoamento do seu sistema de informação (SI) de forma a obter valores da demanda mais próximos ao da demanda do consumidor final e diminuir a intensidade do efeito Forrester. Assim cada integrante da cadeia pode investir em sistemas de informação para obter uma visão antecipada da demanda do consumidor final da cadeia e poder tomar decisões, não somente baseadas nos pedidos que recebe, mas sim, na demanda real do consumidor final. Este investimento em SI implica aumento de ativos, o que levaria a uma redução da lucratividade em relação ao ativo imobilizado, porém, espera-se que a utilização dessas informações proporcione vantagens compensadoras como, por exemplo, a redução de estoques, uma eficiente programação da produção, entrega mais rápida e mais confiável, dentre outras vantagens.

Uma das questões a ser contemplada no modelo reside na necessidade de coordenação e alinhamento das ações estratégicas. Para que as empresas proporcionem um desempenho satisfatório para a cadeia é necessário que estas conheçam as influências de suas decisões operacionais sobre as medidas de desempenho da cadeia. Como os profissionais dessas empresas têm, ao mesmo tempo, que obter resultados satisfatórios para suas empresas, torna-se fundamental que o modelo possua um sistema de medição de desempenho que apresente de forma simultânea os impactos das decisões no âmbito individual das empresas e global da cadeia.

É provável que, em algum momento, o gestor de uma empresa se defronte com uma situação diante da qual ele tenha que abrir mão de resultados no curto prazo para sua empresa, em troca de resultados em longo prazo para toda a cadeia. Essas difíceis decisões serão mais facilmente tomadas se os profissionais das empresas puderem identificar a importância do fortalecimento da cadeia para o sucesso de suas empresas. Essa cultura deve partir, principalmente, da alta administração que precisa adotar novas formas de avaliar o desempenho dos seus profissionais, os quais precisam ser recompensados pela obtenção resultados globais e não, prioritariamente, por resultados individuais ou de funções isoladas. Torna-se importante formar uma equipe de profissionais, supra-empresas, que possuam essa nova “cultura”, de forma a coordenar as ações das empresas sob o paradigma da GCS.

Síntese dos Requisitos de GCS

- O modelo representa o fluxo de materiais, produtos, valores financeiros e informações.

- Cada integrante da CS tem seu desempenho avaliado sob diferentes aspectos relacionados às quatro perspectivas do BSC.
- O modelo permite identificar como as ações em diferentes áreas de decisão colaboram com o desempenho da CS.
- O modelo permite testar configurações de cadeias dentro do espectro de “eficientes” e “responsivas”.
- É dada ao operador do modelo a possibilidade de construção de estratégias coordenadas e alinhadas, ou, em sentido oposto, o desenvolvimento de ações isoladas não consensuais, ou mesmo, oportunistas.

5.2.2 Requisitos para a simulação e para a metodologia *System Dynamics* (SD)

Num sentido inverso à forma como foram elaboradas as definições clássicas de simulação, CHWIF (2006) prefere orientar os usuários das técnicas de simulação advertindo-os para o que não considera como simulação:

- A simulação não pode prever o futuro. Pode apenas prever com certa confiança o comportamento de um sistema baseado em dados de entrada específicos e respeitando um determinado conjunto de premissas.
- Não consiste num modelo puramente matemático de forma que possa ser representado por uma “expressão analítica fechada” ou um conjunto de equações que, a partir de dados de entrada, fornece resultados sobre o comportamento do sistema por meio de uma forma analítica direta.
- Não é uma ferramenta capaz de identificar uma solução ótima, mas sim, uma ferramenta de análise de cenários.
- Não é substituta do pensamento inteligente, servindo apenas como apoio ao ser humano no processo de tomada de decisão.
- Não é uma técnica a ser utilizada como último recurso, quando todas as técnicas possíveis falharem. Atualmente é considerada uma das técnicas mais utilizadas na Pesquisa Operacional e na Ciência da Administração (LAW e KELTON, 1991 apud CHWIF, 2006).
- Não é uma panacéia que irá solucionar todos os problemas. A simulação é indicada para uma determinada classe de problemas bem específicos.

Outra forma de orientação para a utilização de técnicas de simulação foi desenvolvida pelo *System Dynamics Group* da *Sloan School of Management* que publicou, em 1998, um conjunto de princípios para a elaboração de modelos de simulação computacional baseado na metodologia *System Dynamics* denominado *Road Maps*.

Neste trabalho será utilizada a metodologia de modelagem do tipo *soft* denominada *System Dynamics* que apresenta características apropriadas para a modelagem de sistemas complexos e dinâmicos como as cadeias de suprimentos. Ao invés de estudar os sistemas dividindo-o em pequenas partes, o modelo baseado em SD busca representar os sistemas de forma global. O conceito central para a *System Dynamics* é entender como todos os elementos do modelo interagem entre si. Esses elementos do sistema interagem por meio de enlaces de retroalimentação, dentro dos quais uma variável influencia o comportamento de outra variável ao longo do tempo que, por sua vez, influencia a variável original e assim por diante. Fundamentalmente a *System Dynamics* procura representar a estrutura básica do sistema para entender o comportamento que ele apresenta. Essa representação pode ser feita por meio do uso de arquétipos e convertida em linguagem computacional, possibilitando o estudo de estruturas muito mais complexas e o processamento de um grande número de variáveis de forma simultânea, o que não seria possível fazer apenas com o cérebro humano.

Uma CS consiste num conjunto de processos de negócios desenvolvidos por diversas organizações, cada qual responsável pela execução de atividades no sentido de agregar valor para o consumidor final que é o único responsável pela remuneração de todos os integrantes da cadeia.

Permeando toda a CS há fluxos de produtos, componentes, serviços, valores financeiros e informações. Porém, uma CS não é efetivamente formada se o conjunto de empresas que fazem negócios entre si buscarem o melhor desempenho possível de forma individual. Como mostram inúmeros estudos e simulações vivenciais como, por exemplo, o *Beer Game*, a tendência pela busca de resultados ótimos locais em geral leva ao prejuízo do desempenho dos demais integrantes e, posteriormente, à piora do desempenho da própria empresa. Dessa forma, sem o estudo das relações de causa e efeito e a coordenação das decisões não há um alinhamento das ações, prejudicando o desempenho das empresas e o desempenho global da cadeia.

O estudo de CS é caracterizado pela existência de complexidade derivada do elevado número de variáveis e da estrutura determinada pela interdependência existente entre essas variáveis. Outro aspecto a ser considerado no estudo de CS é a existência concomitante

de diferentes fluxos que apresentam características distintas, tais como, volume, caminhos percorridos, velocidades e aspectos relacionados à tangibilidade, à estocabilidade, aos riscos etc., e cuja coordenação e controle são de fundamental importância para o satisfatório desempenho da cadeia.

Além desses fatores, como agravante para o estudo de CS, as variáveis que representam a cadeia podem apresentar valores probabilísticos. A somatória desses três aspectos do problema estudado, a saber, complexidade, dinâmica e característica probabilística, são fortes indicativos da necessidade de utilização de técnicas de simulação.

Por outro lado, a existência de inúmeras relações de causa e efeito entre as variáveis que se encontram nas CS, a presença de fenômenos de retroalimentação (*feedback*), associados às defasagens temporais entre esses efeitos e suas causas, são indicativos da possibilidade de utilização da modelagem e da simulação computacional.

Síntese dos Requisitos de Simulação e de *System Dynamics*.

- Possibilidade de representar diversos fluxos simultâneos.
- Construção de um modelo que represente um sistema dinâmico cujos elementos apresentam interrelacionamentos.
- Consideração de relações de causa e efeito e de defasagem temporais entre as variáveis que constituem o sistema que representa a CS.
- Consideração de variáveis de comportamento probabilístico.

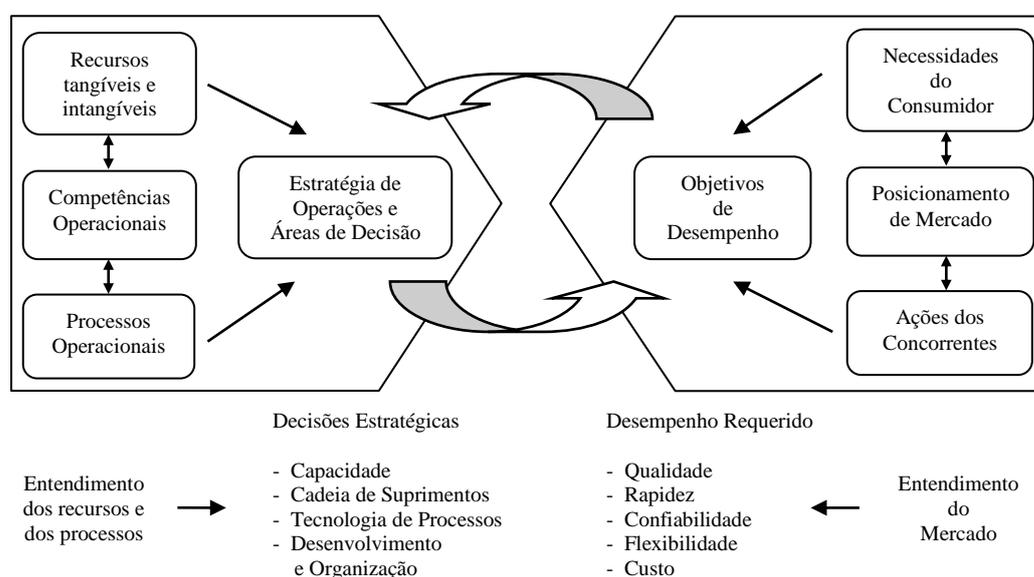
5.2.3 Requisitos para a Gestão da Produção

Ao longo do tempo, muitas empresas desenvolvem, de forma planejada, um conjunto de decisões que moldam suas competências em relação à satisfação dos seus clientes ou consumidores.

Dessa forma é construída uma estratégia de operações que, segundo SLACK & LEWIS (2008), é representada pelo ajuste entre os requisitos do mercado e os recursos das operações. A qualidade da estratégia depende de como são tomadas as decisões para organizar os recursos da operação na busca de vantagens competitivas. O sucesso da estratégia depende do modo com que a organização estabelece seus objetivos de desempenho para atender aos aspectos requeridos pelo mercado. Os objetivos de desempenho da manufatura, segundo

SLACK & LEWIS (2008), são baseados no entendimento do mercado dado pelo conhecimento das necessidades dos consumidores/clientes e da posição competitiva da concorrência, o que permite adotar um determinado posicionamento no mercado.

Sob a perspectiva de atendimento aos requisitos de mercado, SLACK (1993) propõe um modelo que resume tais requisitos em cinco objetivos de desempenho: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo. A construção da estratégia de operações é baseada na análise de priorização desses objetivos cujos significados podem ser descritos de diferentes formas em diversos tipos de operação, mas que, apesar disso, apresentam significados semelhantes. Na FIGURA 5.1, SLACK & LEWIS (2008) ilustram o processo de desenvolvimento da estratégia de operações.



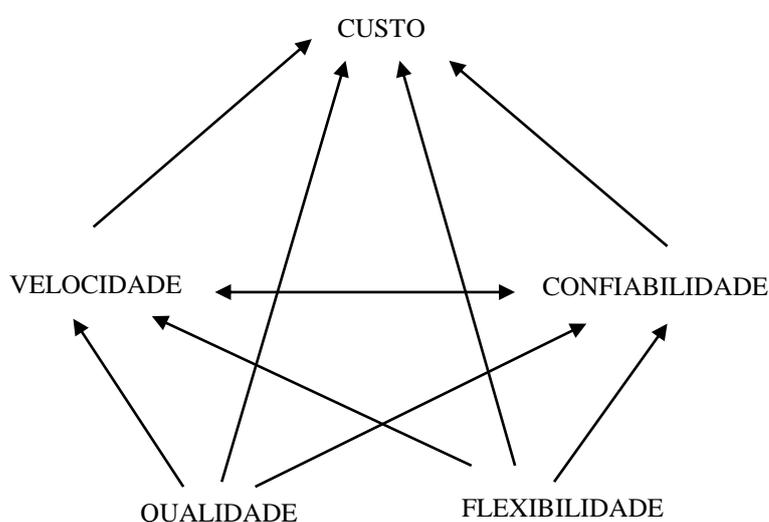
Fonte: Adaptado de SLACK & LEWIS, “*Operations Strategy*”, Prentice-Hall, 2nd edition, 2008.

FIGURA 5.1 – Estratégia de Operações.

Os objetivos de desempenho apresentam a característica de se influenciarem mutuamente, ou seja, ações de melhoria em um determinado objetivo, em geral, provocam impactos sobre os demais. Além disso, o objetivo custo é obtido como consequência do desempenho dos demais objetivos. A FIGURA 5.2 mostra a relação de apoio mútuo entre todos os objetivos de desempenho.

SLACK (1993) considera, também, que o desempenho em custos é importante mesmo que a empresa não concorra com base em preço, ou seja, a manufatura de baixo custo é uma meta legítima e desejável mesmo quando o sucesso competitivo não é prioritariamente determinado pelo melhor desempenho em preços.

SLACK (1993) adverte que o surgimento de uma tendência ao menosprezo do objetivo de desempenho “custo”, é uma reação exagerada decorrente de uma visão limitada a respeito do custo que muitos gestores possuem. O fato de o objetivo custo ser tratado após a análise dos objetivos de qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade não deve implicar menosprezo pela sua importância.



Fonte: Nigel Slack, *Vantagem Competitiva*, Ed. Atlas, 1993.

FIGURA 5.2 – Impactos mútuos entre os objetivos de desempenho

A questão é que a melhoria da qualidade dos produtos, o tempo e a pontualidade de entrega e a flexibilidade das operações implicam melhorias nos resultados financeiros, principalmente, em termos do aumento das receitas e, de forma indireta, nos custos das operações. SLACK (1993) afirma também que a manufatura tem uma contribuição a fazer, em relação ao “retorno sobre os ativos” - ROA, muito mais ampla que apenas a redução de custos.

Ao desmembrar o ROA em diferentes parcelas, é possível associar a cada uma destas um conjunto de decisões estratégicas. O ROA, “lucro/ativo total”, pode ser desdobrado na relação “lucro/vendas” e na relação “vendas/ativo total”.

A relação “lucro/vendas” pode ser decomposto em “receita/vendas” – receita média e “custo/vendas”- custo médio. O valor da primeira relação, “receita/vendas” é influenciado, de forma indireta, pela habilidade de desenvolver níveis superiores de desempenho, tais como, qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade, relacionada com a eficácia da operação. A segunda relação, “custo/vendas”, está relacionada com a eficiente utilização dos recursos que colabora com a redução dos custos de produção. A melhoria destes dois fatores leva uma organização a obter concomitantemente eficácia, ao manter bom desempenho em relação à receita em função da prática de bom padrão de serviços, e eficiência, ao manter preços competitivos em função dos baixos custos. O alcance deste padrão de desempenho baseia-se nas decisões organizacionais e de desenvolvimento, cuja área de engloba decisão sobre melhorias (radical ou contínua), medição de desempenho, análise da concorrência (*benchmarking*), priorização de ações para melhoria, geração de aprendizado, gestão de relacionamento com as demais funções da organização.

A relação “vendas/ativo total” pode ser decomposta em três parcelas, “vendas/capacidade”, “capacidade/ativo fixo” e “ativo fixo/ ativo total”.

“Vendas/capacidade” é uma parcela determinada pela habilidade de ajuste da capacidade produtiva frente à demanda que deve ser o mais próximo possível a 1 (um).

Para tanto, os gestores podem ajustar a capacidade à demanda ou, principalmente no caso de serviços, quando não é possível formar estoques, estes podem desenvolver políticas de gestão da demanda.

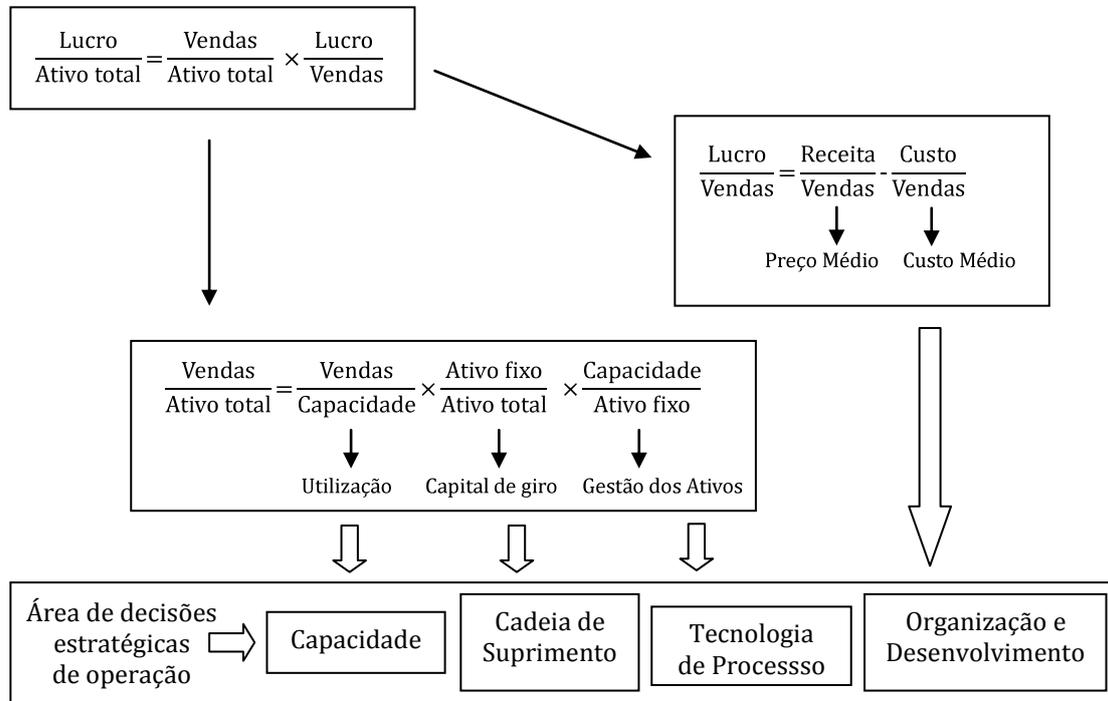
A administração desta relação encontra-se dentro do escopo da área de decisão relacionada à gestão da capacidade de produção. “Ativo fixo/Ativo total” é uma parcela relacionada com o “capital de giro” necessário para financiar as atividades da organização.

Quanto menor for o capital de giro necessário, mais próximo resulta o ativo fixo em relação ao ativo total. A redução do “capital de giro” depende da redução dos estoques que depende da rapidez, da confiabilidade e das negociações de prazo de faturamento com os integrantes da cadeia de suprimentos. Por essa razão, esta relação está ligada à área de decisões estratégicas de cadeia de suprimento.

A razão “capacidade/ativos fixos” reflete a qualidade dos investimentos em instalações, máquinas e equipamentos no sentido de obter ou desenvolver sua capacidade de produção.

É baseada nas decisões que envolvem a escolha das tecnologias de processo de forma adequada em função da escala de produção, do grau de automação e integração com as

tecnologias já existentes. A FIGURA 5.3 apresenta a decomposição do ROA e a identificação das áreas de decisão estratégica propostas.



Fonte: Adaptado de SLACK & LEWIS, “*Operations Strategy*”, Prentice-Hall, 2nd edition, 2008.

FIGURA 5.3 - Retorno sobre os ativos e decisões estratégicas.

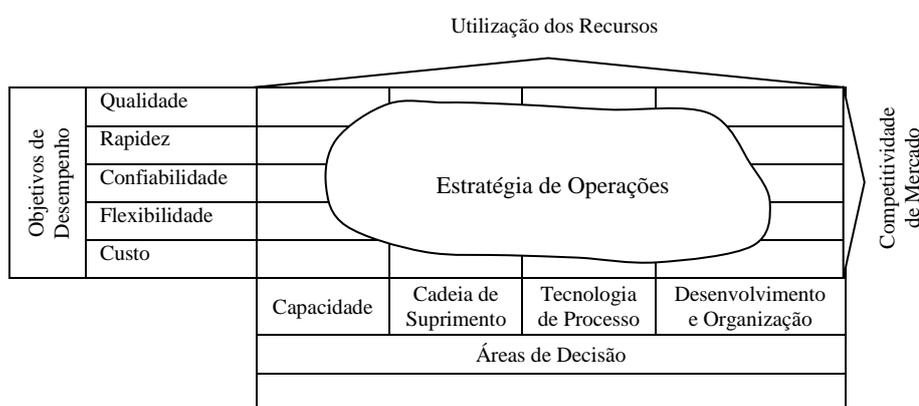
Neste caso, estas decisões pertencem à área de decisões estratégicas de tecnologia de processo. Dessa forma, a área de decisões estratégicas é composta por quatro áreas de decisão: estratégia de capacidade, estratégia de cadeia de suprimentos, estratégia de tecnologia de processos e estratégia de desenvolvimento e organização.

A divisão entre as áreas de decisão, propostas por SLACK & LEWIS (2008), não são estanques, podendo haver decisões que podem impactar diversas das parcelas anteriormente apresentadas.

Uma questão de grande relevância para a estratégia de operações é a confrontação entre as áreas de decisão e os objetivos de desempenho, ou seja, a resposta à pergunta: “quais são as influências das decisões de cada área sobre os diferentes objetivos de

desempenho?” Ou então, “como podem ser atingidos os objetivos de desempenho requeridos pelo mercado?”

A resposta a essa pergunta parte do pressuposto de que as organizações que desejam formular suas estratégias de operação devem ser capazes de formulá-las com base nas suas experiências passadas, habilidades e competências como, por exemplo, a sua estratégia de capacidade influencia a qualidade, a rapidez, a confiabilidade, a flexibilidade ou o custo. A organização deve ter profissionais capazes de explicar como a flexibilidade é influenciada pelas decisões de capacidade, de cadeia de suprimentos, de tecnologia de processo e de desenvolvimento e organização. A FIGURA 5.4 mostra a matriz conceitual de estratégia de operações.



Fonte: Adaptado de SLACK & LEWIS, “*Operations Strategy*”, Prentice-Hall, 2nd edition, 2008.

FIGURA 5.4 – Matriz conceitual de estratégia de operações.

SLACK & LEWIS (2008) afirmam que cada organização estabelecerá os pontos de intersecção mais importantes dentro de sua própria matriz e, além disso, estas podem estabelecer diferentes áreas de decisão, conforme a natureza de suas operações.

A TABELA 5.1 apresenta o grau de impacto dos investimentos nos objetivos de desempenho das empresas da cadeia.

Apesar de que, praticamente, todas as ações relacionadas às diferentes áreas de decisões estratégicas impactam os objetivos de desempenho, recomenda-se identificar, no máximo, os três objetivos de desempenho influenciados de forma mais importante, conforme apresentados na literatura de administração da produção.

Os impactos secundários serão obtidos por meio da característica sistêmica intrínseca da estrutura do modelo de simulação.

TABELA 5.1 - Impacto dos investimentos nos objetivos de desempenho.

| Grau de impacto nos objetivos de desempenho dos investimentos/gastos realizados nas diferentes áreas de decisões estratégicas. | Rapidez na produção | Rapidez na programação | Rapidez na entrega | Confiabilidade | Qualidade | Flexibilidade de volume | Flexibilidade de mix de produtos | Flexibilidade para lançamento de novos produtos |
|--|---------------------|------------------------|--------------------|----------------|-----------|-------------------------|----------------------------------|---|
| Capacidade de produção | 70% | | | 30% | 50% | 70% | 20% | |
| Sistema de Informação | | 50% | 20% | | | | | |
| Logística | | 30% | 70% | 50% | | | | |
| Capacitação Pessoal | 30% | 20% | 10% | 20% | 30% | 30% | 30% | 30% |
| P & D | | | | | 20% | | 50% | 70% |

O gestor da cadeia deve construir sua estratégia buscando um satisfatório resultado financeiro da cadeia e/ou aumento do “*market share*” da cadeia e, ao mesmo tempo, um bom resultado para seus integrantes.

A avaliação do desempenho de cada empresa, e da CS como um todo, em função das estratégias adotadas, proporciona um aprendizado sobre o comportamento da CS e a identificação das ações e estratégias que levam as empresas e a CS a obter resultados satisfatórios.

Síntese dos Requisitos de Gestão da Produção.

- Representação do fluxo de materiais, componentes e produtos acabados.
- Possibilidade de cada elo ajustar sua capacidade de produção e investir em novas tecnologias de processo.
- Consideração de investimentos na capacitação dos profissionais das empresas que compõem a CS.
- Investimentos em sistemas de informação.
- Investimentos em logística: transporte, gestão de estoques e sistemas de informação correlatos.

5.2.4 Requisitos para o *Balanced Scorecard* (BSC)

O desenvolvimento da estratégia das empresas no modelo proposto é, também, apoiado no método *Balanced Scorecard* que compreende quatro perspectivas: a perspectiva de aprendizado e crescimento, a dos clientes, a dos processos internos e a financeira.

Atualmente os gestores reconhecem que os indicadores contábeis e financeiros tradicionais como o retorno sobre investimento e a lucratividade podem representar um conjunto de informações incompletas ou mesmo enganosas para fins de melhoria contínua e inovação, atividades exigidas pelo ambiente competitivo atual (KAPLAN & NORTON, 2004).

O modelo de medição de desempenho proposto por KAPLAN & NORTON (1997), baseado nas perspectivas financeira, do cliente, dos processos internos e de aprendizado e crescimento, é mais adequado para avaliar o desempenho das empresas, abrangendo objetivos de curto e longo prazo de forma balanceada.

Na perspectiva dos processos internos o modelo contempla aspectos relacionados à gestão de estoques, à capacidade produtiva, a novas tecnologias de processo, a programas de qualidade e a investimentos em P&D.

Na perspectiva dos clientes, as variáveis do modelo refletem os resultados das decisões em termos dos objetivos de desempenho, como, qualidade, flexibilidade, rapidez, confiabilidade e custo. A perspectiva do aprendizado e crescimento é contemplada no modelo pelos investimentos em capacitação dos profissionais das empresas da cadeia.

A FIGURA 5.5 apresenta os diversos aspectos considerados dentro das perspectivas do BSC.

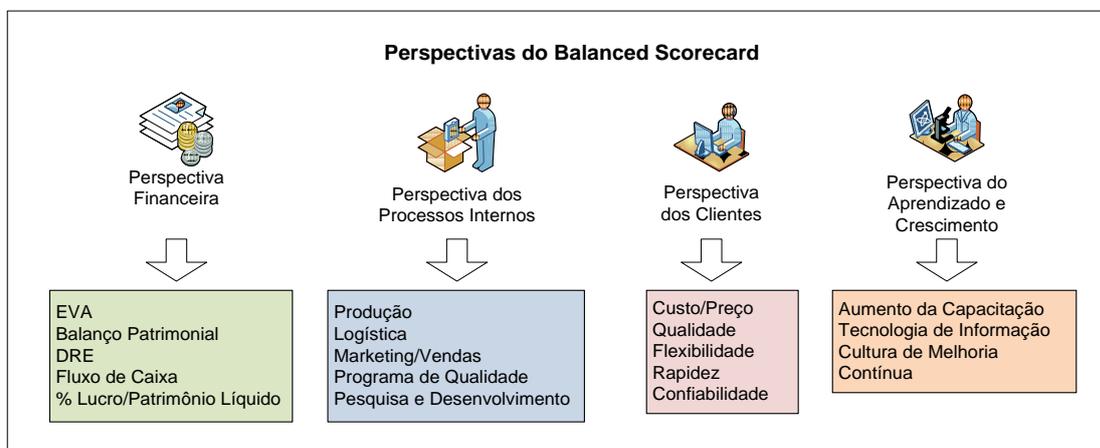


FIGURA 5.5 - Perspectivas do BSC no modelo teórico.

As decisões tomadas dentro dessas perspectivas do BSC pelos gestores da CS, representada pelo modelo, estão associadas a investimentos em ativos e a despesas que impactam variáveis relacionadas à perspectiva financeira. Nesta última perspectiva, são utilizadas diversas técnicas da área de contabilidade geral e contabilidade de custos, como por exemplo, o Balanço Patrimonial, a Demonstração de Resultados do Exercício (DRE), o Fluxo de Caixa e medidas de lucratividade e retorno financeiro, tais como, lucratividade sobre o Patrimônio Líquido, Retorno sobre os Ativos Totais (ROA) e o Valor Agregado (EVA).

A conexão entre os aspectos considerados dentro de cada uma das quatro perspectivas do BSC é facilitada por meio da elaboração do Mapa Estratégico. Esta ferramenta permite estabelecer influências de variáveis intangíveis em variáveis tangíveis. Dessa forma, as perspectivas do aprendizado e crescimento, dos clientes e dos processos internos são interrelacionadas de forma a que sejam obtidos os seus respectivos impactos na perspectiva financeira.

Síntese dos Requisitos do BSC.

- Consideração das quatro perspectivas preconizadas pelo BSC para o desenvolvimento da estratégia.
- Elaboração do Mapa Estratégico que contempla as relações causais necessárias para converter ativos intangíveis em resultados tangíveis.
- Consideração de objetivos de curto e longo prazos de forma balanceada.

5.3 A Integração da GCS, SD e BSC

A GCS trata de questões relacionadas à coordenação dos fluxos de materiais, produtos, valores financeiros e informações, que podem levar as empresas integrantes da CS a obter importantes vantagens competitivas. A GCS constitui uma área de atuação que possui características de intensa dinâmica e de grande complexidade e o sucesso dos seus integrantes depende de uma eficiente e eficaz gestão desses fluxos.

O comportamento dos fluxos de uma CS é consequência das ações realizadas sobre um amplo conjunto de variáveis. Essas variáveis pertencem a diversas áreas de atuação como a gestão da tecnologia de processos, das instalações produtivas e de armazenagem, dos sistemas de informação, da capacitação das pessoas, do sistema de transporte e armazenagem,

entre outros. Em suma, existem inúmeras relações causais entre as ações implementadas nessas áreas e o comportamento desses fluxos.

A metodologia *System Dynamics* associada à simulação computacional apresenta uma linguagem que se mostra adequada para representar e estudar o comportamento de sistemas dinâmicos. Essa linguagem possibilita a representação das relações causais existente entre as variáveis de um sistema por meio da elaboração de arquétipos. Os arquétipos são representações gráficas que apresentam a mesma função dos “mapas estratégicos” propostos por KAPLAN & NORTON (2004). A diferença entre estas duas técnicas reside no fato de que os “mapas estratégicos” separam as variáveis pertencentes às quatro perspectivas do BSC, procurando identificar as relações causais entre as variáveis das diferentes perspectivas, enquanto os arquétipos são desenvolvidos de forma totalmente livre. A metodologia SD se apóia em *softwares* de simulação computacional que foram desenvolvidos com a capacidade de representar sistemas dinâmicos. Estes *softwares*, como, por exemplo, o Powersim, o Stella/Ithink, o Vensim, dentre outros, possibilitam a conversão dos arquétipos por meio da utilização de um conjunto de variáveis que representam estoques, fluxos, variáveis auxiliares e relações causais (*links*). Dessa forma, a aplicabilidade da metodologia SD no estudo de GCS apresenta-se promissora.

Ao aplicar a metodologia SD no estudo do comportamento das CS's identifica-se a necessidade do desenvolvimento de novas formas de medição de desempenho. As antigas ferramentas de medição de desempenho das organizações de aplicadas de modo isolado não se mostram adequadas para medir o desempenho de um conjunto de organizações e, além disso, são tradicionalmente calcadas em objetivos financeiros, predominantemente, de curto prazo. Muitos trabalhos de consultoria foram realizados por KAPLAN & NORTON (1997) junto a empresas na busca de maneiras mais adequadas, consistentes e duradouras de medir seu desempenho. Esses autores chegaram à conclusão de que era necessário analisar o desempenho de uma organização considerando, não apenas, perspectivas financeiras, mas também, as perspectivas do aprendizado/crescimento, a dos processos internos e a dos clientes. Assim, KAPLAN & NORTON (1997) propõem o *Balanced Scorecard* que, possui uma característica muito importante, representada pela consideração das relações causais entre as variáveis das diferentes perspectivas, até chegar à perspectiva financeira. O termo “*balanced*” foi utilizado pelo fato de que as quatro perspectivas propostas pelo BSC estão relacionadas a ações cujos resultados, em termos financeiros, ocorrem no curto e no longo prazo. Em outras palavras, para que uma organização apresente um bom desempenho, segundo esses autores, não basta que esta apresente bons resultados financeiros no curto

prazo. Torna-se necessário analisar outros aspectos que darão sustentação para bons resultados futuros.

De forma análoga, as ações que proporcionam um resultado exuberante de curto prazo para uma empresa pertencente a uma CS podem implicar efeitos contrários aos outros integrantes da cadeia e mesmo à cadeia como um todo. Esses efeitos negativos para a cadeia e/ou outros integrantes podem gerar pontos de fragilidade que, futuramente, prejudicam os resultados de todos os integrantes, da cadeia como um todo e, inclusive, o da empresa inicialmente bem sucedida.

Nesse sentido, a medição de desempenho e a construção de estratégias calcadas nas premissas do BSC constituem uma nova forma de garantir a eficiência e a eficácia dos processos desenvolvidos pelos participantes da CS e gerar resultados financeiros sustentáveis. Nesse contexto, o estudo da GCS realizado com o apoio da metodologia SD, da simulação computacional e do sistema BSC se mostra significativamente interessante.

5.4 Visão Geral do Modelo e o Mapa Estratégico

Um modelo consiste numa representação, externa e explícita, de parte da realidade. São feitos com o propósito de entendimento, mudança, gerenciamento e controle dessa parte da realidade (PIDD, 2001). Um modelo é sempre uma simplificação da realidade e esta é sua virtude. Evidentemente, podem ser construídos por pessoas que apresentam diferentes “visões de mundo” e, sendo assim, para uma única realidade aparente podem ser desenvolvidos diferentes modelos. Contudo é de fundamental importância que um modelo, ainda que seja uma abstração da realidade, apresente um comportamento suficientemente aproximado do verdadeiro comportamento do sistema representado.

Segundo PIDD (1998), os modelos podem ser considerados como “ferramentas para pensar” que podem ser usadas para alavancar o pensamento humano e a sua capacidade de análise. Os modelos possibilitam às pessoas um apoio para a reflexão sobre os problemas propostos, auxiliam na decisão sobre o que deve ou não ser feito e facilitam a identificação dos riscos inerentes à tomada de decisão.

O modelo elaborado neste trabalho consiste num modelo de simulação computacional de uma cadeia de suprimentos que, por definição, engloba um conjunto de organizações interdependentes que operam desde o fornecimento da matéria prima básica até o atendimento das necessidades do consumidor final. A FIGURA 5.6 mostra a representação básica do modelo proposto. As organizações que integram o modelo constituem quatro elos.

A empresa que constitui o primeiro elo obtém matéria prima bruta de uma fonte inesgotável e a processa, transformando-a em matéria prima processada. Essa matéria prima processada é vendida para outra empresa da CS que constitui o segundo elo da cadeia e que transforma esse material em componentes. Os componentes são, por sua vez, transformados em produtos acabados pela empresa que constitui o terceiro elo. Os produtos acabados são posteriormente vendidos para uma rede de lojas de varejo, que representa o seu quarto elo, a qual vende esses produtos para o consumidor final. Em termos de seu produto final, a cadeia de suprimentos opera inicialmente com um determinado percentual de “*market share*” em relação às cadeias concorrentes.

As transações comerciais entre os membros da cadeia são feitas de forma que os preços de venda de um elo constituem o custo do material adquirido do elo subsequente, deduzidos os tributos embutidos nesses preços.

Cada empresa pode fazer ajustes nos preços e prazos de faturamento, provocando impactos no fluxo de caixa e nos custos dos elos subsequentes e, conseqüentemente, na demanda do consumidor final. Além disso, as empresas podem traçar diferentes estratégias a partir de gastos e investimentos em aumento de capacidade produtiva/tecnologia de processo, sistemas de informação, logística, capacitação de pessoas e pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Um painel de controle permite que o operador do modelo ajuste os investimentos conforme desejado de forma a influenciar os objetivos de desempenho das empresas expressos em termos de rapidez, confiabilidade, qualidade, flexibilidade e custo e, de forma indireta, provocar alterações na demanda. Mais especificamente, a configuração desses investimentos provoca alterações nos tempos de produção, de programação da produção, de transporte, no nível de qualidade dos produtos, na confiabilidade de entrega e no volume da demanda. Como exemplo, o volume da demanda pode se alterar em função do preço do produto final, do prazo concedido ao consumidor final, da variedade de produtos e do lançamento de novos produtos que dependem dos investimentos em P&D e na capacitação de pessoal.

Os gastos com esses investimentos têm origem no caixa das empresas e poderão aumentar ativo permanente imobilizado e o ativo permanente diferido ou representar simplesmente uma despesa, acarretando diminuição do ativo total. Esta consideração faz com que, ao investir em melhorias, haja alterações no valor do ativo, provocando importantes mudanças na lucratividade sobre o Patrimônio Líquido (ROE) que representa uma importante medida de desempenho estratégico.

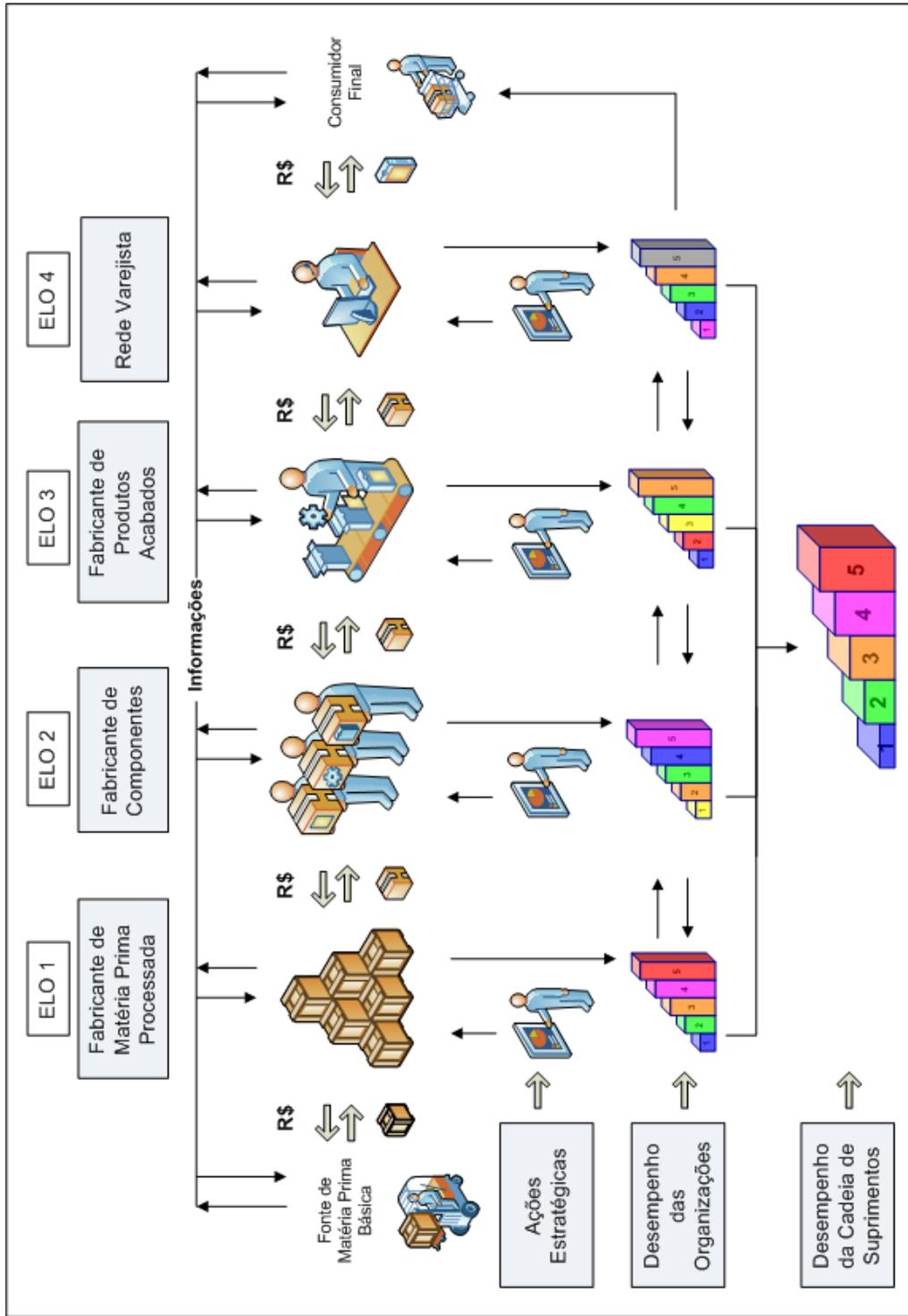


FIGURA 5.6 – Concepção básica do modelo teórico de cada elo da CS.

A estrutura lógica do modelo é construída a partir da consideração das relações causais existentes entre as variáveis que constituem as diferentes perspectivas do BSC. NORTON & KAPLAN (2004) consideram essas relações causais necessárias para converter ativos intangíveis em resultados tangíveis e propõem, para tanto, a elaboração dos “Mapas Estratégicos”.

Neste trabalho a construção das relações causais existentes no modelo é realizada com base no “Mapa Estratégico”, conforme proposto por KAPLAN & NORTON (2004).

Apesar de ter o mesmo significado de um arquétipo utilizado pela metodologia *System Dynamics*, o “Mapa Estratégico” apresenta a vantagem de organizar as relações causais entre as diferentes perspectivas propostas pelo BSC sem que se perca a visão de cada uma dessas perspectivas.

A FIGURA 5.7 apresenta o Mapa Estratégico do modelo desenvolvido para cada elo do modelo da cadeia. Nessa figura, pode-se identificar que, como exemplo, os investimentos associados à perspectiva do aprendizado e crescimento provocam influências sobre os objetivos de desempenho, determinando a forma como cada empresa estabelece suas prioridades em relação ao atendimento das necessidades dos clientes.

A forma como as necessidades dos clientes são atendidas reflete a perspectiva dos clientes do BSC que traz implicações para a demanda e, conseqüentemente, para o nível de receitas obtido, afetando os resultados da empresa (DRE) e o fluxo de caixa.

Estas implicações podem representar limitações para o capital necessário para os investimentos futuros que se fizerem necessários.

Um aspecto importante do modelo é a determinação do grau de impacto nos objetivos de desempenho proporcionado pelos investimentos ou gastos realizados nas diversas áreas de decisões estratégicas que foram apresentados na TABELA 5.1.

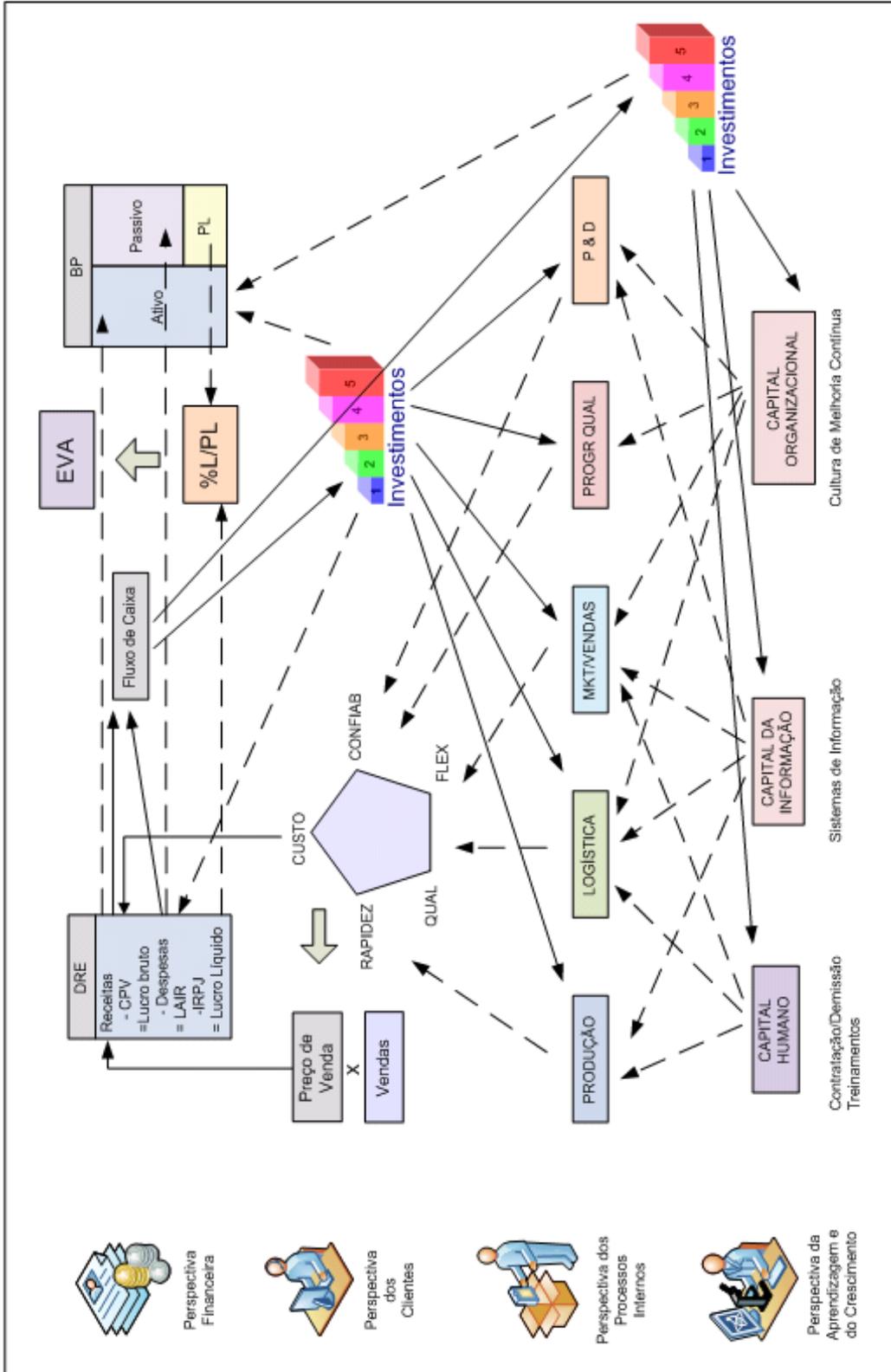


FIGURA 5.7 – Mapa Estratégico do modelo teórico.

5.5 Passos para a Elaboração do Modelo

Não há um método específico para a prática da construção de modelos de simulação. SENGE et al. (1997) descrevem diversos casos práticos que sugerem um roteiro aproximado para a construção desses modelos. De forma geral, em sequência cronológica, as etapas para a elaboração de um modelo são:

- Definição do problema: o objetivo desta etapa é a definição clara do problema que se deseja estudar.
- Conhecimento do histórico com base em eventos: fatos relevantes ocorridos no comportamento de elementos num determinado intervalo de tempo.
- Determinação das variáveis relevantes em relação à questão a ser estudada: variáveis que influenciam no comportamento do sistema a ser estudado.
- Esboço do comportamento das variáveis importantes: estudo dos padrões de comportamento de fatores importantes, no passado ou tendências futuras.
- Relacionamento entre as variáveis importantes: identificação de relações causais entre os fatores, a partir de intuição, hipóteses preliminares ou comparação entre comportamentos de outras variáveis.
- Identificação de modelos mentais: conhecimento da forma como as pessoas interpretam as diversas situações e de que modo essas interpretações influenciam no seu comportamento.
- Transformação dos modelos mentais em variáveis do sistema: os modelos mentais identificados na etapa anterior devem ser considerados como elementos da estrutura do sistema a ser representado.
- Utilizar arquétipos conhecidos: a identificação de alguns padrões de comportamento, resultante de estruturas características, auxilia na elaboração do modelo. SENGE (1998) descreve diversos tipos clássicos de arquétipos.
- Modelagem utilizando *softwares* de simulação dinâmica: o diagrama causal, resultante das etapas anteriores é transformado em diagrama de fluxo por meio do uso de *softwares* de simulação.

- Aprimoramento do sistema: melhoria do modelo por meio de alterações na sua estrutura ou inclusão de variáveis, visando atingir os objetivos desejados.

Já CHWIF & MEDINA (2006) consideram que o desenvolvimento de um modelo de simulação engloba três etapas:

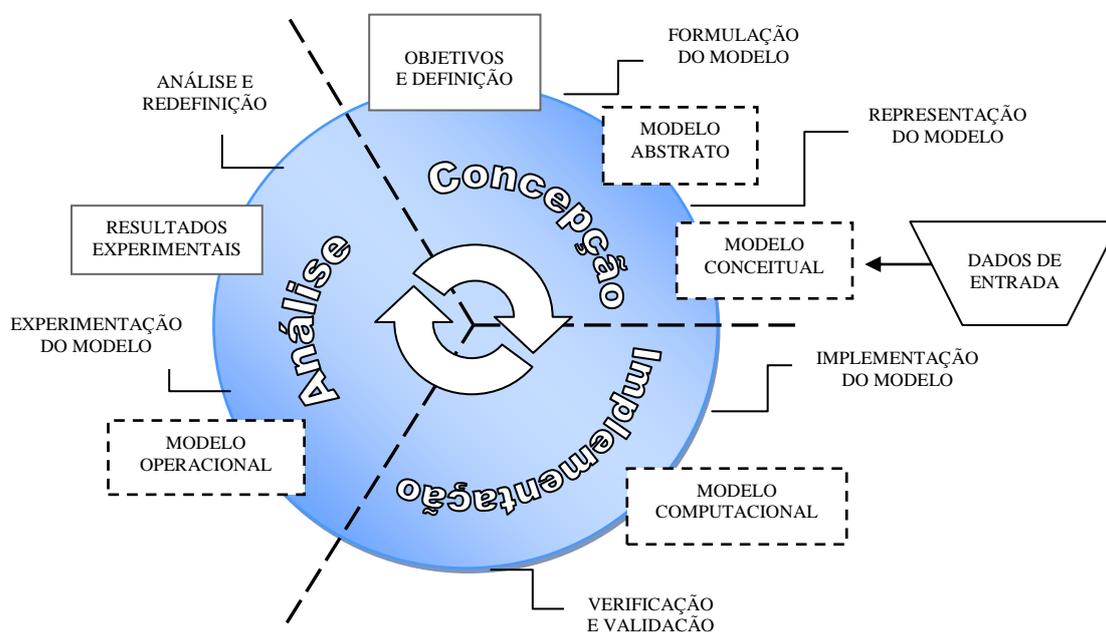
- Concepção ou formulação do modelo: fase na qual se busca o entendimento do sistema a ser simulado e os seus objetivos, a partir do compartilhamento de informações com especialistas. Nesta fase decide-se sobre o escopo do modelo, suas hipóteses e o seu nível de detalhamento. Nesta fase são coletados os dados em entrada. Após a concepção do modelo na mente do analista, este deve ser representado por meio de alguma técnica de modelagem e simulação para transformá-lo em um modelo conceitual, de modo que outras pessoas envolvidas possam entendê-lo.

- Implementação do modelo: nesta etapa o modelo conceitual é convertido em um modelo computacional por meio do uso de linguagens de simulação. O modelo computacional deve ser confrontado com o modelo conceitual para verificar se este atende aos requisitos estabelecidos na etapa de concepção. Alguns resultados devem ser gerados para proceder à validação do modelo.

- Análise dos resultados do modelo: nesta fase o modelo está pronto para ser experimentado. Tem-se o modelo experimental ou modelo operacional. São realizadas várias “rodadas” do modelo e os resultados da simulação são analisados e documentados. A partir dos resultados algumas recomendações podem ser estabelecidas e as conclusões são obtidas. Caso seja identificada a necessidade de modificação no modelo, inicia-se pela primeira etapa e cumpre-se o ciclo proposto.

CHWIF & MEDINA (2006) ressaltam ainda que essas etapas não devem ser consideradas de forma rígida e sequencial, pois podem ocorrer diversas iterações e realimentações no processo de desenvolvimento do modelo à medida que o entendimento do problema muda.

A FIGURA 5.8 apresenta uma síntese da metodologia de simulação proposta por esses autores.



Fonte: CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. São Paulo. Editora dos Autores, 2006.

FIGURA 5.8 - Metodologia de Simulação.

5.6 Características da Dinâmica e das Relações de Causa e Efeito na CS

Uma CS apresenta intensa dinâmica em função dos diversos fluxos que permeiam sua estrutura, tais como, materiais, produtos, equipamentos, pessoas, valores financeiros e informações que, embora sejam interrelacionados, se apresentam de forma assíncrona e, em determinados casos, com sentidos inversos.

Os processos desenvolvidos pelas empresas da CS estão sujeitos a erros, falta de exatidão e a volatilidades que se ampliam ao longo da cadeia. Pequenas oscilações no final da cadeia (a jusante), próximas ao consumidor final, têm seus valores aumentados no início da cadeia (a montante), próximas ao fornecedor de matéria prima básica. As CS são muito “sensíveis” à oscilação dos fluxos que ocorrem dentro da sua estrutura.

Um exemplo desse fato é a grande oscilação nos níveis de estoque em função do desejo racional e perfeitamente compreensível dos diferentes elos da CS de gerenciar seus

níveis de atividade. Estas últimas considerações constituem uma das principais razões da existência do “efeito Forrester”.

Como exemplo, em geral, quando há uma diminuição de 10% na demanda dos produtos de uma determinada empresa da CS, esta abastece seu cliente a partir do estoque que havia sido dimensionado para uma demanda normal, ficando com um excesso de produtos. Assim, o estoque fica mais elevado do que o necessário para a demanda normal e, portanto, deve ser redimensionado para uma demanda 10% menor. Como consequência, o valor programado para a produção cai além dos 10%, pois se torna necessário ajustar a produção em relação à demanda e, também, em relação a uma nova meta para o estoque.

Com a produção reduzida a um valor acima dos 10%, os pedidos de materiais ou componentes feitos ao seu fornecedor têm um volume reduzido num valor maior que os 10%. Ao longo da cadeia essa usual política de gestão de estoque e de programação da produção leva à formação do “efeito Forrester”. SLACK et al (2008) apresentam uma explicação para esse fato por meio da TABELA 5.2 que apresenta as flutuações de níveis de produção ao longo da cadeia de suprimento em resposta a uma pequena mudança do cliente final. Nessa tabela observa-se que, quando a demanda cai, a programação da produção cai numa proporção maior, na medida em que esta última deve ter suas quantidades reduzidas em função da queda da demanda e, também, em função da necessidade de ajuste do estoque para um novo e reduzido patamar da demanda.

TABELA 5.2 – Dados que mostram o Efeito Forrester.

| Período | Fornec 3 | | Fornec 2 | | Fornec 1 | | Fabric Final | | Demanda |
|---------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|--------------|-------|---------|
| | Prod | Estoq | Prod | Estoq | Prod | Estoq | Prod | Estoq | |
| 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2 | 20 | 100 | 60 | 100 | 80 | 100 | 90 | 100 | 95 |
| 3 | 180 | 60 | 120 | 80 | 100 | 90 | 95 | 95 | 95 |
| 4 | 60 | 120 | 90 | 100 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| 5 | 100 | 90 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| 6 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

Fonte: Adaptado de SLACK, N. et al. Gerenciamento de Operações e de Processos. Bookman Editora, 2008.

Esse padrão de tomada de decisões relacionadas à programação da produção e gestão de estoques reflete um comportamento racional e de senso comum que pode ser

observado durante a aplicação do tradicional jogo *Beer Game* (STERMAN, 1984) ilustra, de modo simplificado, o efeito Forrester identificado no “mundo real” como apresentam os trabalhos semanais de FORRESTER (1961).

A “espinha dorsal” da dinâmica do modelo desenvolvido neste trabalho foi identificada durante uma tentativa inicial de estudo de aplicação da simulação computacional baseada na metodologia *System Dynamics* para representar dinamicamente o surgimento do efeito Forrester e os padrões de tomada de decisões que dão origem a este fenômeno.

A FIGURA 5.9 apresenta um modelo desenvolvido com o uso do *software* Powersim Studio 2005 que mostra a amplificação dos efeitos da oscilação da demanda ao longo de uma cadeia de suprimentos de quatro elos.

A amplificação das oscilações apresenta impactos no nível dos estoques e na programação da produção. A partir dessa estrutura básica inicial, o modelo desenvolvido agrega variáveis que representam o desenvolvimento de estratégias pelos gestores das empresas que constituem a cadeia de suprimentos.

Nesse contexto, as empresas têm que envidar esforços adicionais para formar uma CS eficiente e efetiva e, com esse intuito, procura desenvolver estratégias de forma coordenada para que se obtenha um desempenho satisfatório, tanto individualmente, quanto em conjunto sob a forma de CS.

Na elaboração da estratégia relacionada com as perspectivas propostas por KAPLAN & NORTON (2004), o modelo contempla a possibilidade de investimentos em capacidade produtiva, capacitação de pessoal, P&D, logística e sistemas de informação que influenciam os objetivos de desempenho propostos por SLACK (1993). SLACK et al (2008) ampliam os objetivos de desempenho, inicialmente atribuídos a uma organização de forma isolada, a saber, a qualidade, flexibilidade, rapidez, confiabilidade e custo para as cadeias de suprimento.

Como consequência do alinhamento das estratégias adotadas no sentido de maior eficiência, menores custos representam a possibilidade de as empresas exercerem preços de venda competitivos para conquistar maior fatia de mercado e resultados no longo prazo ou praticarem uma margem de lucro mais alta de forma a obter resultados no curto prazo.

Já, no alinhamento de estratégias no sentido de maior responsividade, a prioridade é dada no sentido de satisfazer clientes em suas necessidades peculiares e a um custo adequado, levando a ganhos de fatia de mercado e resultados no longo prazo.

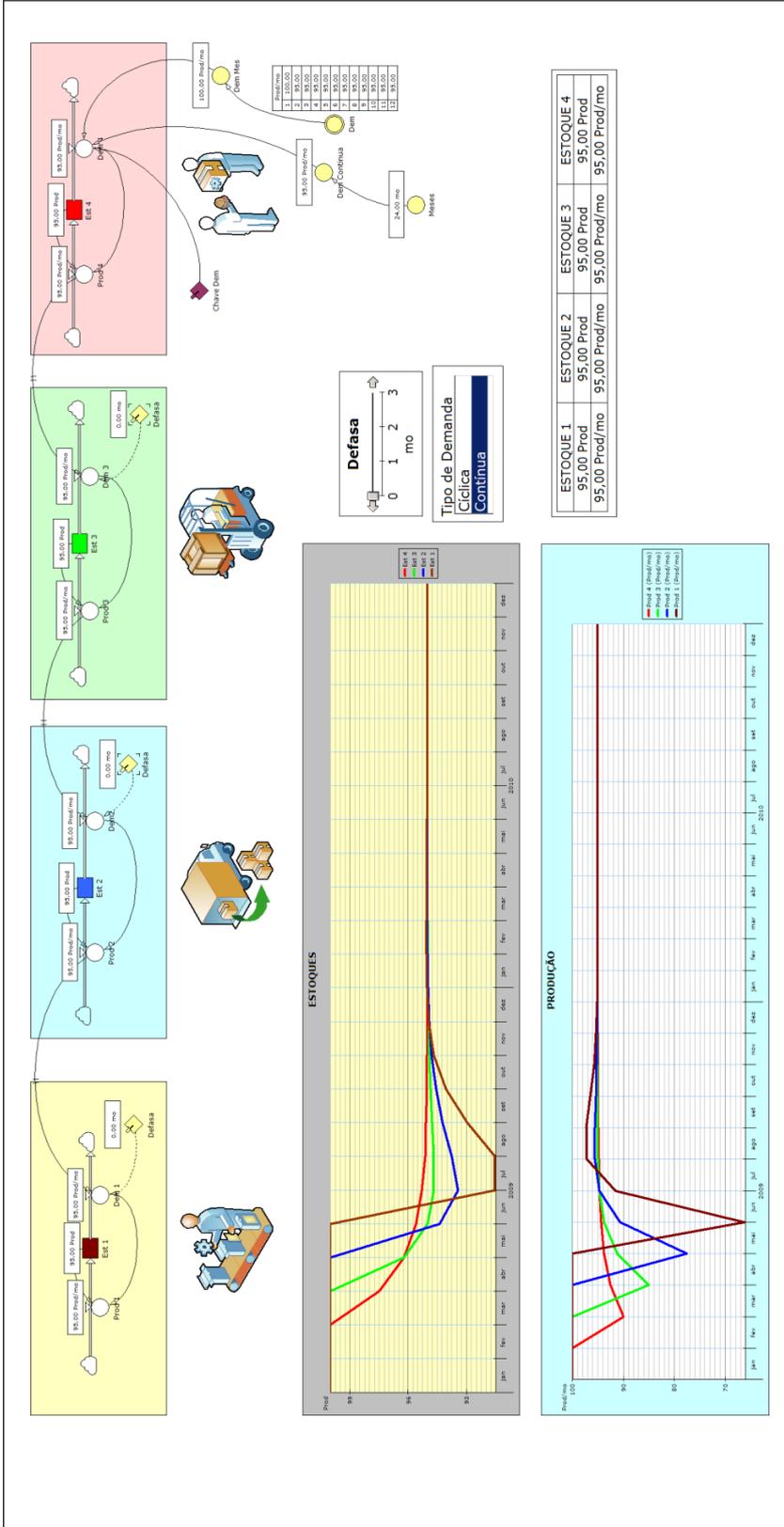


FIGURA 5.9 - Modelo inicial de simulação em Powersim.

5.7 Descrição do Modelo e seu Funcionamento

O modelo contém a representação dos quatro elos: o fabricante de matéria prima processada (1), o fabricante de componentes (2), o fabricante de produtos acabados (3) e a rede de lojas de varejo (4).

Para representar cada um desses elos foi elaborado um diagrama de estoques e fluxos representando os estoques de matéria prima, produtos em processo, produtos acabados, produtos refugados, produtos faturados e produtos entregues ao elo subsequente.

Esta parte do modelo representa os fluxos físicos e os estoques de cada elo, desde a chegada da matéria-prima ou componentes até a saída dos produtos acabados. Neste local do modelo também são apresentadas variáveis que representam as decisões de capacidade produtiva, programação da produção e política de estoque que podem ser alteradas em função do estabelecimento da estratégia de cada empresa.

Para auxiliar na identificação do comportamento desses fluxos são apresentados dois gráficos. O primeiro mostra a quantidade de pedidos recebidos e a quantidades de pedidos entregues. O segundo gráfico apresenta a quantidade de estoque de matérias-primas e componentes.

A FIGURA 5.10 mostra o diagrama que representa o fluxo físico do modelo construído no ambiente do *software* Powersim.

O fluxo financeiro apresenta a entrada dos valores correspondentes às vendas dos produtos e a saída dos valores relativos aos custos e despesas decorrentes das atividades de produção, vendas, tributação, administração e, também, o descaixe de valores dos investimentos decorrentes da estratégia adotada.

A diferença entre as entradas (encaixe) e a saída (desembolso) define o “fluxo de caixa” e a posição do “caixa” da empresa. O caixa é afetado pelos prazos de pagamento concedido pelo fornecedor e pelo prazo concedido ao cliente comprador.

A concessão de prazos dilatados provoca queda na liquidez da empresa vendedora. Por outro lado, se a empresa fornecedora conceder prazos maiores, há uma melhoria no fluxo de caixa.

Dessa forma torna-se interessante uma negociação de modo a não onerar excessivamente um elo da cadeia, pois este passa a requerer capital de terceiros e, assim, incorre em gastos adicionais financeiros que pode levar ao encarecimento do produto ou a resultados financeiros insatisfatórios.

Um gráfico apresenta o “fluxo de caixa” para que possa ser exercido um controle da liquidez de cada empresa.

A FIGURA 5.11 mostra o diagrama que representa esses fluxos financeiros no ambiente Powersim.

Os efeitos na lucratividade das empresas, decorrente do desempenho da cadeia, são identificados na Demonstração de Resultados do Exercício (DRE) que é apresentada na FIGURA 5.12.

Cada empresa pertencente à Cadeia, ao formular sua estratégia, estabelece gastos que afetam o seu patrimônio. Sendo assim, o Balanço Patrimonial é também fornecido para avaliar a evolução da situação patrimonial da empresa, como mostra a FIGURA 5.13.

Além do Balanço Patrimonial, esta parte do modelo apresenta o ROI (*Return on Investments*) e o EVA (*Economic Value Added*).

A perda ou o ganho de mercado decorrente das estratégias adotadas leva as empresas a operar com diferentes volumes de produção.

Com base no método de custeio variável da contabilidade gerencial, a análise dos gastos fixos e variáveis e da margem de contribuição obtida pelos produtos vendidos possibilita estimar para cada nível de venda a margem de lucro obtida.

Dessa forma, as empresas têm mais um subsídio para a elaboração de estratégias denominado “Ponto de Equilíbrio Contábil” cujo valor é fornecido pelo modelo conforme mostra a FIGURA 5.14.

Cada elo do modelo possui a representação da sua “carteira de pedidos” que acumula a diferença entre os pedidos recebidos e os pedidos que são entregues à empresa à jusante na cadeia.

Nesse mesmo diagrama é feita a relação entre o número de produtos pedidos e o número de produtos entregues, resultando em um percentual de atendimento de pedidos.

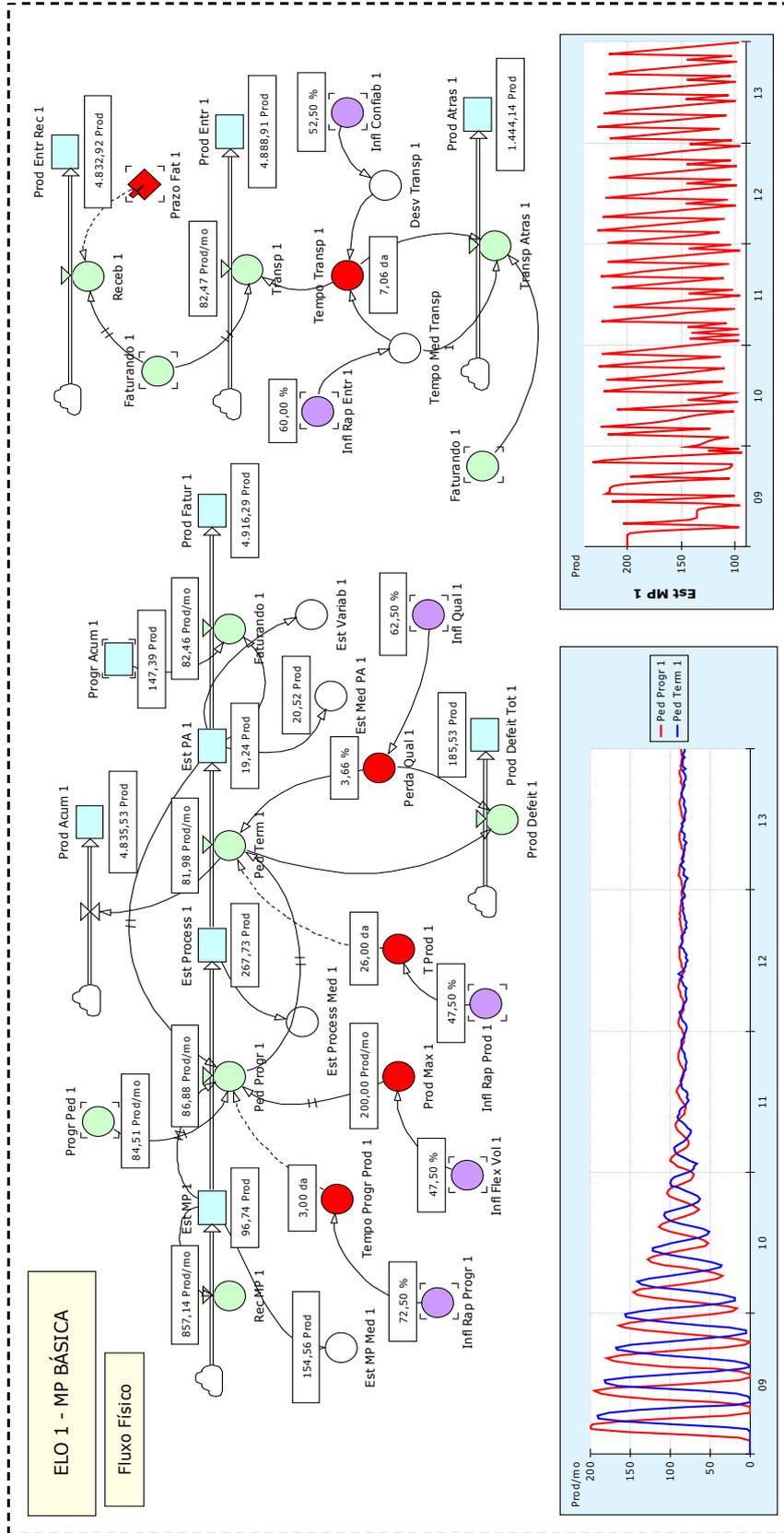


FIGURA 5.10 - Fluxo Físico de um Elo da Cadeia.

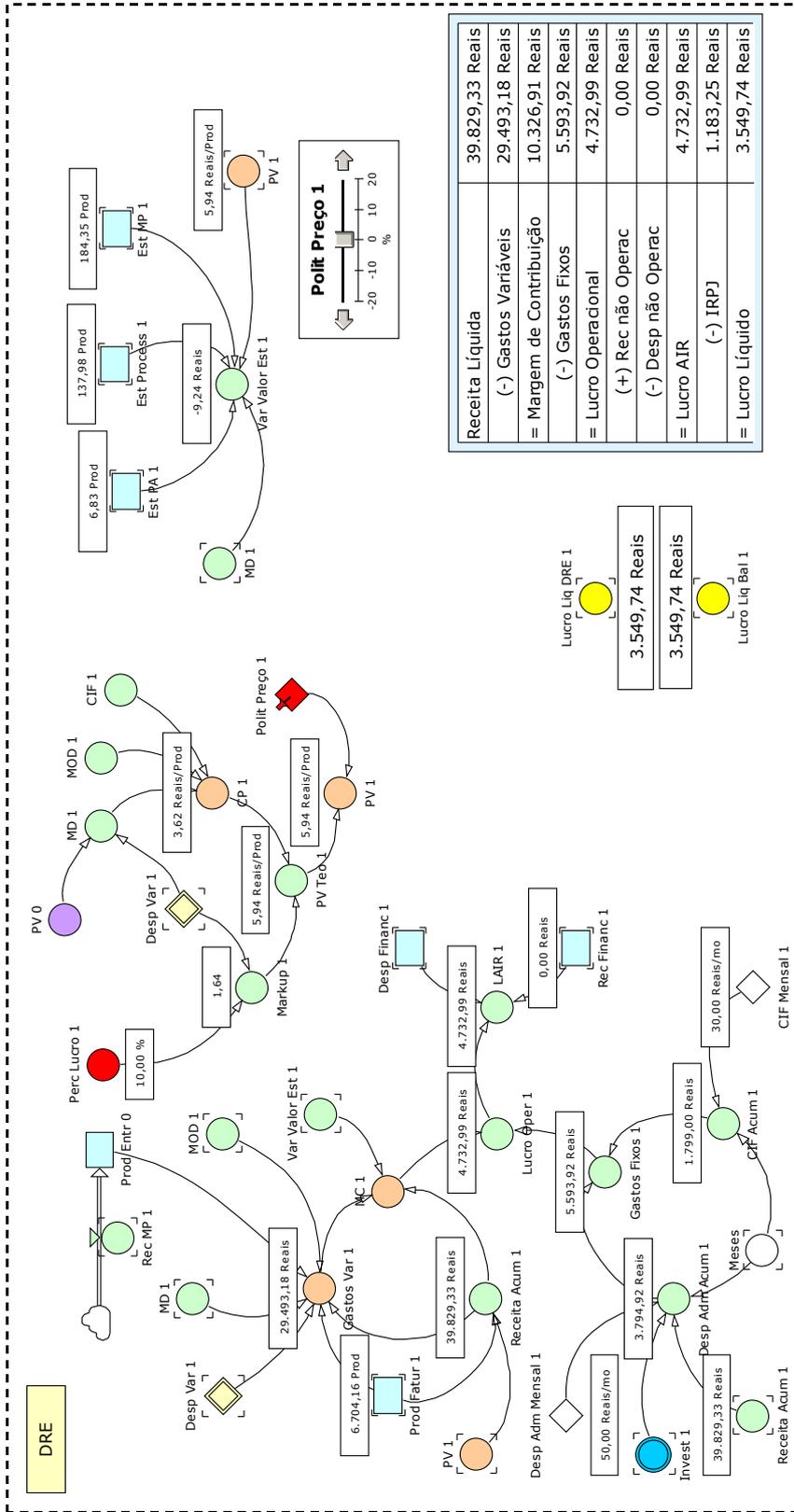


FIGURA 5.12 - Demonstração de Resultados do Exercício.

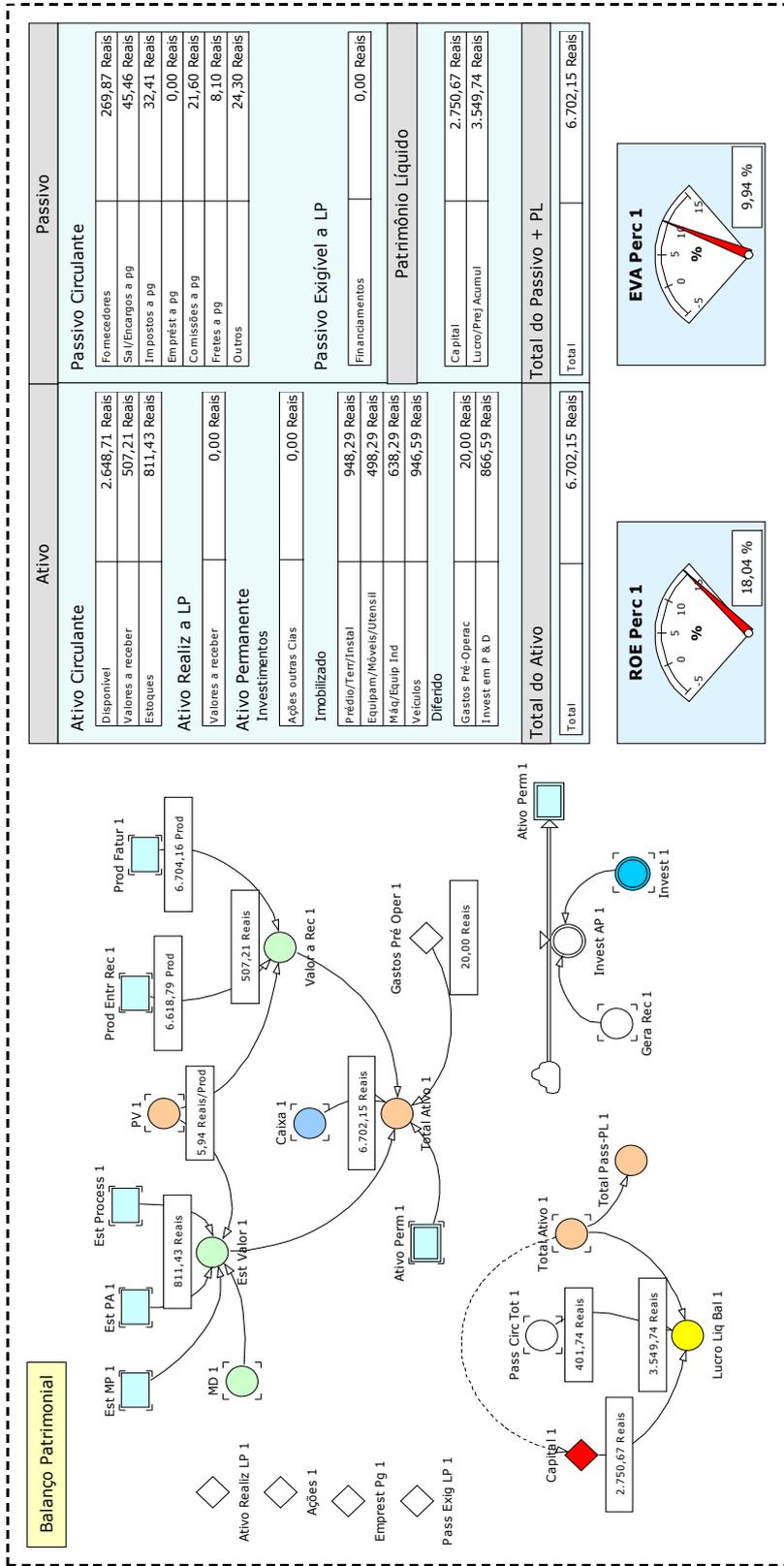


FIGURA 5.13 - Balanço Patrimonial.

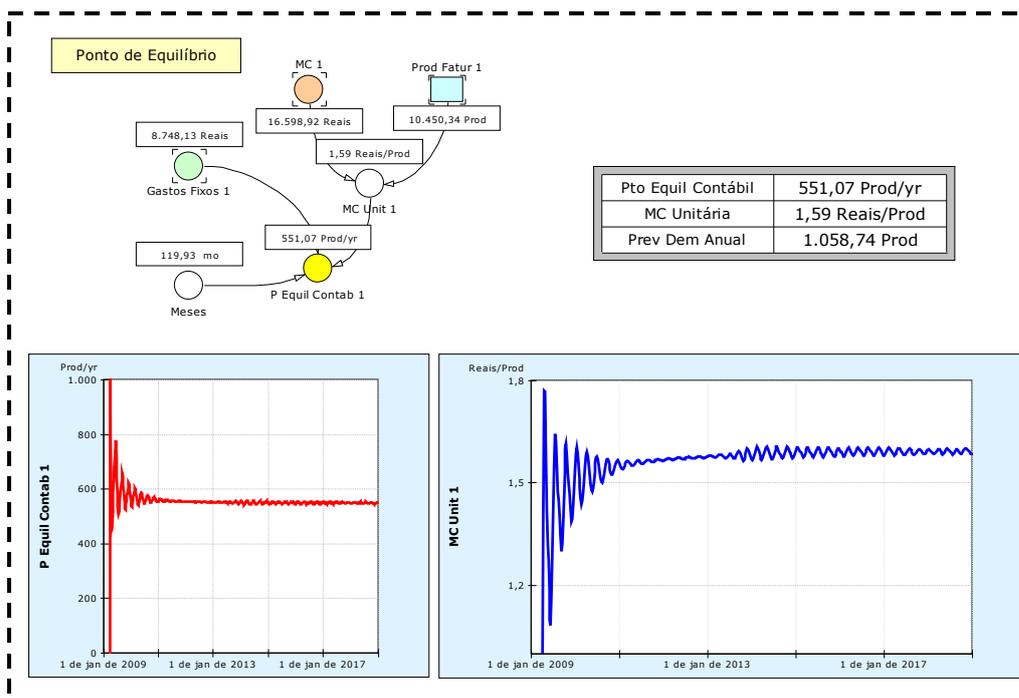


FIGURA 5.14 - Ponto de Equilíbrio Contábil.

Outro diagrama importante é constituído por variáveis que apresentam os valores resultantes dos objetivos de desempenho rapidez, qualidade, confiabilidade e flexibilidade de ajuste de volume, de *mix* de produtos e de lançamento de novos produtos. O nível dos objetivos de desempenho atingido pelos integrantes da cadeia é apresentado por meio de uma tabela conforme mostra a TABELA 5.3.

TABELA 5.3 - Valor dos Objetivos de Desempenho.

| Objetivos de Desempenho | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 |
|---------------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| Rapidez de Produção | 42,50 % | 67,50 % | 100,00 % | 57,50 % |
| Rapidez na Progr da Produção | 65,00 % | 67,50 % | 80,00 % | 75,00 % |
| Rapidez na Entrega | 70,00 % | 42,50 % | 77,50 % | 75,00 % |
| Confiabilidade de Entrega | 57,50 % | 45,00 % | 87,50 % | 67,50 % |
| Qualidade | 40,00 % | 65,00 % | 100,00 % | 60,00 % |
| Flexibilidade de Volume | 42,50 % | 67,50 % | 100,00 % | 57,50 % |
| Flexibilidade de Mix | 55,00 % | 65,00 % | 100,00 % | 90,00 % |
| Flexibilidade de Lançam de Novos Prod | 60,00 % | 67,50 % | 100,00 % | 92,50 % |

Para a elaboração da estratégia de cada elo da cadeia de forma independente foi construído um painel que também apresenta alguns resultados financeiros básicos, o comportamento de estoques de produtos acabados e o “*market share*” obtido pela cadeia de suprimento. Este painel é apresentado na FIGURA 5.15.

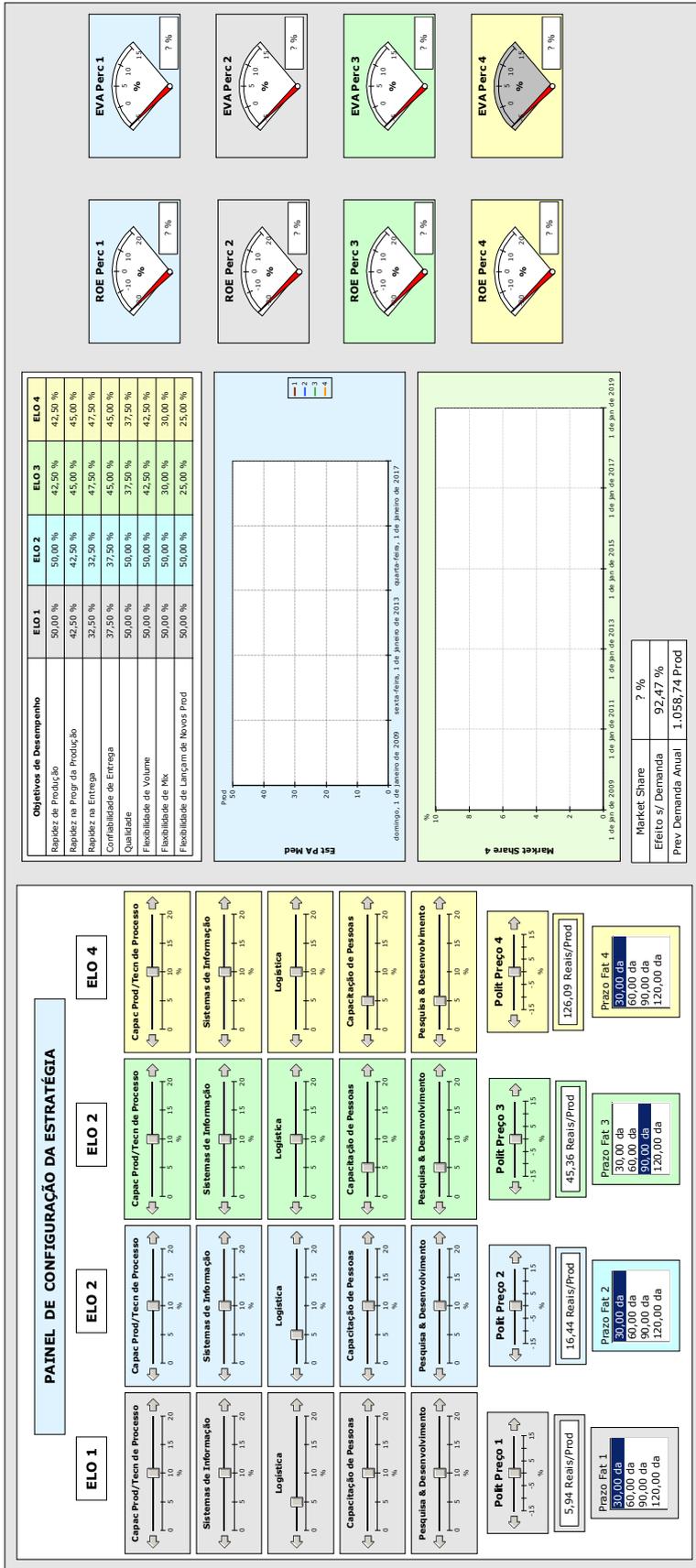


FIGURA 5.15 - Painel de Elaboração de Estratégia.

Outro painel foi criado para acompanhamento do desempenho dos elos e da CS conforme mostra a FIGURA 5.16.

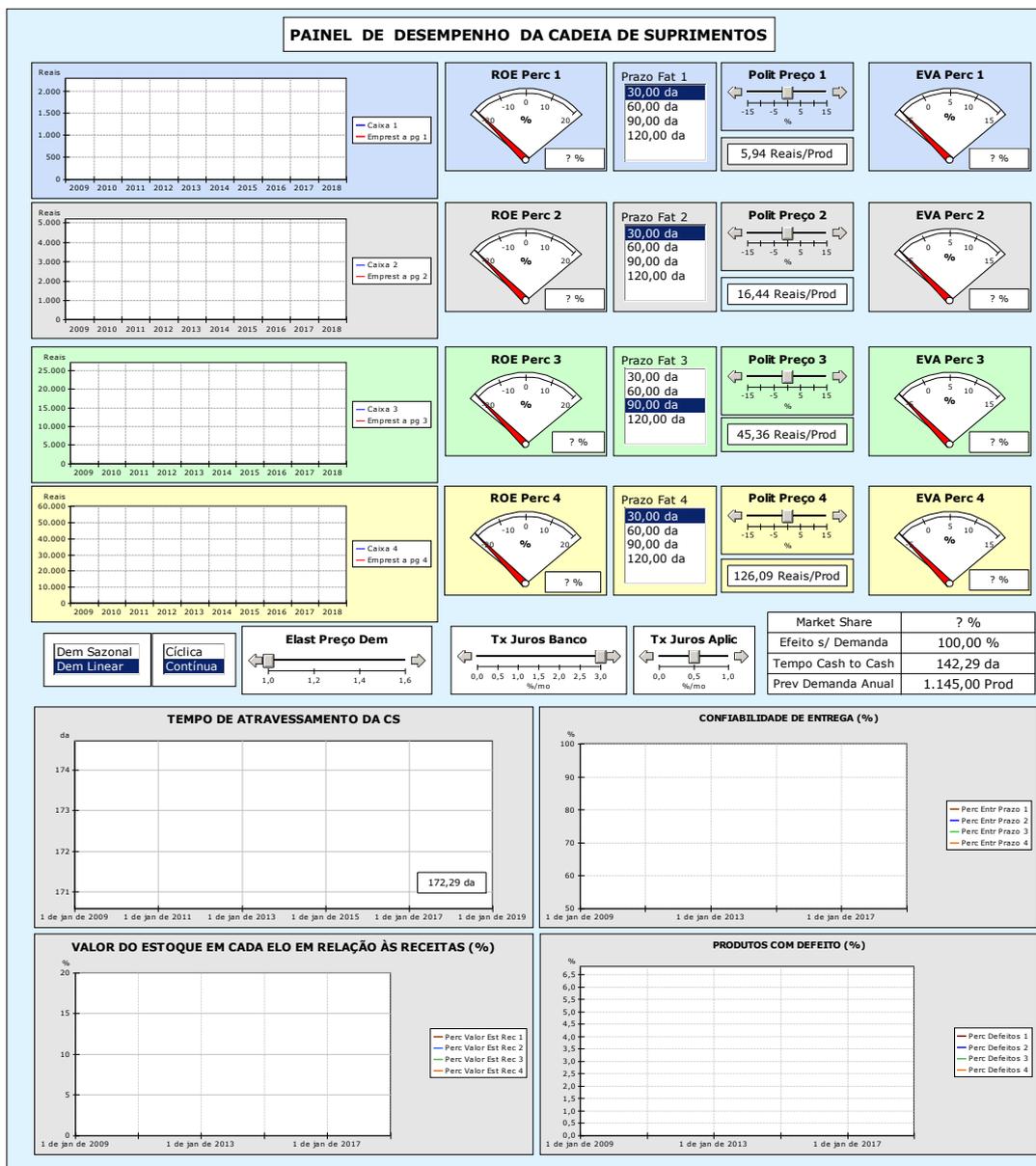


FIGURA 5.16 – Painel de Desempenho dos Elos e da CS.

5.8 Pré-Requisitos para o Usuário na Aplicação e Simulação

A utilização do modelo desenvolvido apresenta resultados superiores se o usuário, seja este estudante de graduação, pós-graduação ou profissional da área de logística, possuir um conjunto de pré-requisitos teóricos sobre diversas áreas do conhecimento. Não é

necessário que o usuário tenha um conhecimento profundo sobre esses assuntos, mas sim, que tenha conhecimentos gerais nos campos da administração, engenharia de produção ou logística.

Em termos de administração é interessante que o usuário possua conhecimentos básicos sobre planejamento estratégico, processo decisório e contabilidade básica e gerencial. O conhecimento de gestão da produção é importante para que o usuário possua conhecimentos gerais de gestão da produção, envolvendo a área de projeto de sistemas produtivos, planejamento e controle da produção e melhoria de processos. Os estudos da área de logística devem versar sobre gestão de materiais, de transporte, o fluxo de informações e os principais “*trade-off*’s” existentes. Porém, é de fundamental importância que o usuário conheça o histórico da logística e da atual Gestão de Cadeia de Suprimentos (GCS). Os conceitos, o escopo, a necessidade de desenvolvimento de novas capacitações e as dificuldades adicionais enfrentadas pelos profissionais desta área emergente de conhecimentos devem ser previamente estudadas para que o usuário de sistema entenda os fenômenos e as estratégias de enfrentamento dos obstáculos inerentes à GCS. Após esses estudos, como etapa inicial para o estudo “experimental” da GCS, é de grande valia a participação do futuro usuário do modelo no jogo *Beer Game*, para que sejam “sentidas na pele” as dificuldades derivadas da tomada de decisões individuais, da dificuldade de alinhamento de estratégias e de um ambiente onde as informações incompletas levam a uma grande assimetria de informações e, conseqüentemente, a resultados muito aquém dos considerados satisfatórios.

Diante da necessidade de desenvolvimento de novas capacitações, o modelo proposto consiste em uma ferramenta adicional no qual um grande número de estratégias pode ser testado, retornando as conseqüências dessas ações no âmbito individual de cada organização e global da cadeia de suprimento. Esse “*feedback*” proporciona uma nova forma de aprendizado, adequado para questões que envolvem um grande número de variáveis e que apresenta um caráter predominantemente dinâmico. Cabe aqui observar que o modelo, além de gerar aprendizado baseado na “experimentação”, representa uma nova forma de aprofundar o conhecimento sobre o comportamento de sistemas, no caso, uma cadeia de suprimento. Sendo assim, o usuário poderá futuramente adquirir conhecimentos em técnicas de simulação e em simulação computacional para que ele próprio desenvolva sua forma de aprendizado, ou seja, “aprenda a aprender.”

5.9 Experimentação do Modelo

Antes do primeiro contato com o *software* Powersim no sentido de utilizar o modelo de CS é recomendado que um instrutor faça uma recordação sobre Gestão de Cadeia de Suprimentos no tocante ao seu escopo, dinâmica, necessidades de novas capacitações, objetivos de desempenho e métricas.

A seguir o usuário deve receber algumas instruções básicas sobre simulação computacional e sobre a metodologia *System Dynamics*.

Para simular a cadeia de suprimentos é necessário instalar o *software* Powersim que pode ser obtido no “*site*” da empresa: *www.powersim.com*. Ao fazer o cadastro será enviada uma senha que terá validade para 60 dias.

A versão fornecida apresenta todas as funcionalidades do *software* convencional. O Powersim também possui um módulo “*run-time*” para apresentações que possibilita executar um modelo sem permitir modificações.

Ao abrir o arquivo do modelo o usuário deve selecionar a aba correspondente à formulação de estratégias. Na tela surgirá um painel que mostrará alguns dados iniciais da CS e, ao mesmo tempo, um conjunto de “chaves deslizantes” para cada empresa (elo) da cadeia que permitem estabelecer o nível de investimentos de cada empresa em aspectos como: capacidade de produção, capacitação das pessoas, sistema de informação, logística e P&D.

À medida que as estratégias são configuradas, o operador recebe um “*feedback*” sobre o nível dos objetivos de desempenho resultantes para cada empresa e uma previsão das vendas anuais.

Além disso, nesse painel podem ser alterados os preços de venda e os prazos de faturamento que cada empresa irá praticar.

Ao executar o modelo neste painel são apresentadas diversas informações importantes para a cadeia, a saber, o “*market share*” obtido, a evolução dos estoques de cada empresa ao longo do tempo e índices de retorno financeiro.

A FIGURA 5.17 mostra um exemplo desse painel após o modelo ser processado com base numa determinada estratégia.

As informações fornecidas pelo painel de formulação de estratégias mostram a evolução de algumas variáveis da cadeia. Mas, para que haja uma condição de efetividade e sustentabilidade da CS, é necessário que todos os seus integrantes tenham resultados satisfatórios. O operador do painel, em seguida, deve conhecer o comportamento das empresas de forma individual para que possa identificar eventuais comportamentos indesejados e promover um ajuste de estratégias de forma a corrigir esses desvios.

No painel de resultados individuais, apresentado na FIGURA 5.18 é possível identificar que, embora a CS apresente uma demanda crescente e a obtenção de um

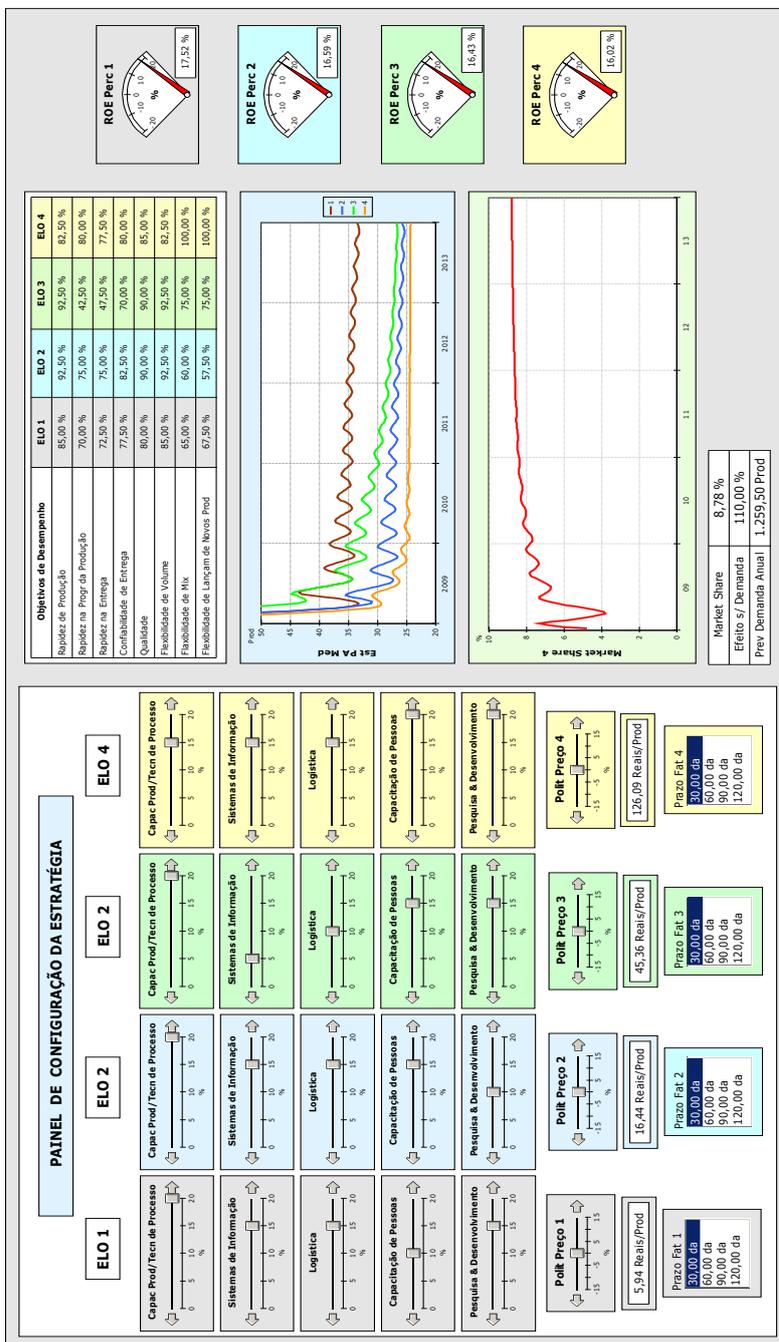


FIGURA 5.17 – Painel de Estratégias: resultados.

satisfatório “*market share*”, algumas empresas obtiveram resultados maus resultados financeiros em termos de lucratividade e de fluxo de caixa.

Estes resultados provavelmente prejudicarão a sustentabilidade da CS. Neste caso torna-se necessário avaliar as causas dessa heterogeneidade de desempenhos e propor mudanças nas estratégias das empresas de forma a promover um alinhamento e um equilíbrio da CS.

Cabe aqui ressaltar que o mau desempenho de uma determinada empresa pode ter sido provocado por uma estratégia desalinhada ou por uma atitude oportunista de outra empresa. Portanto, pensar na melhoria da CS envolve analisar todo o conjunto, individualmente e, ao mesmo tempo, globalmente. O desalinhamento de estratégias pode ocorrer quando uma empresa da cadeia realiza investimentos em áreas de decisões que representem busca pela eficiência enquanto outra investe em áreas que levam à priorização de responsividade.

Observa-se também que a política de preços e prazos pode trazer sérias consequências à sustentabilidade da CS em função de restrições de capital de giro das empresas. Seguindo processo heurístico, o operador deve ajustar a estratégia e avaliar se houve melhora do desempenho da empresa e o impacto sobre as demais empresas e sobre o desempenho global da CS.

O exercício de tentativa e erro de formulação de estratégias e o rápido “*feedback*” proporcionado pelo modelo teórico de simulação proporciona o aprofundamento do aprendizado na medida em que mostra a GCS de uma nova forma, de característica mais dinâmica e interativa.

Embora inicialmente o modelo traga uma sensação de hermetismo, uma vez que o usuário não teve envolvimento com a elaboração do modelo, a proposta deste trabalho tem o objetivo inverso.

Ao facilitar a compreensão do comportamento das CS e apresentar uma nova possibilidade de exploração do conhecimento acredita-se que seja desenvolvido o interesse do usuário em conhecer com mais profundidade a simulação computacional, a metodologia *System Dynamics* e a GCS. Assim, há o desenvolvimento do aprendizado num nível superior no qual surge a possibilidade de interferência e aperfeiçoamento da própria forma de geração do aprendizado.

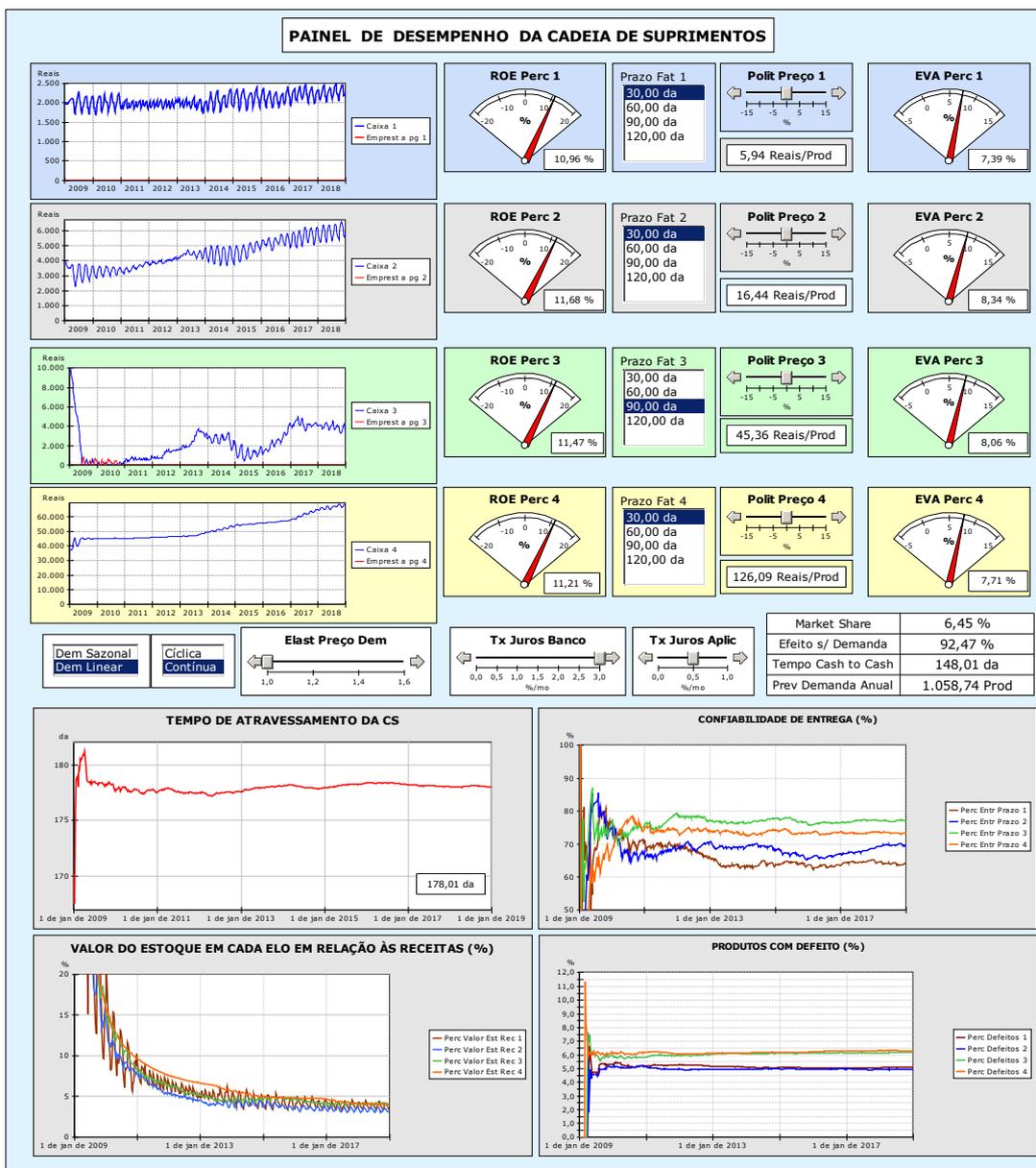


FIGURA 5.18 – Painel de Resultados Individuais e da CS.

5.10 Resultados do Modelo de CS

Um grande número de padrões de comportamento das empresas pode ser testado a partir da experimentação do modelo. Alguns padrões foram considerados mais importantes em relação aos descritos na bibliografia. Dentre os padrões possíveis, como exemplo, foram testadas diversas estratégias para cada cenário durante um período de tempo de dez anos:

➤ **Cenário A: Estratégias alinhadas com diferentes níveis de investimentos.**

- ✓ Demanda linear com oscilações do efeito Forrester.
- ✓ Preços normais com prazo de 30dias.
- ✓ Juros Bancários = 2,5 % a.m.
- ✓ Juros Aplicação = 1,0 % a.m.
- ✓ Juros sobre o capital próprio = 6% a.a.
- ✓ Elasticidade-Preço da Demanda = 1,0.

a) Estratégias alinhadas, porém com sub-investimento (0%) nas áreas de decisões estratégicas.

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|------------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | -0,81 | 0,73 | 1,86 | 2,39 | |
| EVA (%) | -6,49 | -5,57 | -4,94 | -4,65 | |
| Estoques de Prod Acab | 7,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | |
| Market-Share (%) | Declinante | | | | 1,96 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 204 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 174 |
| Confiab Entregas (%) | 64 | 68 | 66 | 68 | |
| Índice de Defeitos (%) | 9,80 | 9,85 | 9,73 | 9,85 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↓ | Posit ↓ | Posit ↓ | Posit ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 916 |

b) Estratégias alinhadas com investimentos baixos (5%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 8,11 | 9,06 | 8,60 | 8,14 | |
| EVA (%) | 3,35 | 4,75 | 4,07 | 3,39 | |
| Estoques de Prod Acab | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 3,98 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 188 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 158 |
| Confiab Entregas (%) | 69,13 | 72,27 | 70,78 | 70,11 | |
| Índice de Defeitos (%) | 7,63 | 7,48 | 7,6 | 7,52 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 973 |

c) Estratégias alinhadas com investimentos médios (10%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 12,74 | 15,15 | 11,76 | 11,46 | |
| EVA (%) | 9,71 | 12,71 | 8,45 | 8,05 | |
| Estoques de Prod Acab | 4,0 | 6,5 | 3,5 | 3,5 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 6,05 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 179 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 149 |
| Confiab Entregas (%) | 73 | 62 | 79 | 82 | |
| Índice de Defeitos (%) | 4,99 | 7,48 | 5,02 | 4,98 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1059 |

d) Estratégias alinhadas com investimentos altos (15%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| ROE (%) | 12,19 | 13,32 | 13,08 | 12,91 | |
| EVA (%) | 9,00 | 10,45 | 10,15 | 9,93 | |
| Estoques de Prod Acab | 2,5 a 3,0 | 2,5 a 3,0 | 2,5 a 3,0 | 2,5 a 3,0 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 8,53 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 156 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 126 |
| Confiab Entregas (%) | 85,71 | 81,43 | 85,5 | 82,48 | |
| Índice de Defeitos (%) | 2,52 | 2,55 | 2,49 | 2,51 | |
| Fluxo de Caixa | ↑2014 ↓ | ↑2013 ↓ | ↑2014 ↓ | ↑2015 ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1260 |

e) Estratégias alinhadas com investimentos máximos (20%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 2,00 | -0,87 | 3,47 | 4,81 | |
| EVA (%) | -4,63 | -6,49 | -3,30 | -1,77 | |
| Estoques de Prod Acab | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 9,86 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 140 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 110 |
| Confiab Entregas (%) | 97,76 | 97,35 | 97,85 | 97,42 | |
| Índice de Defeitos (%) | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,40 | |
| Fluxo de Caixa | ↑2011 ↓ | ↑2010 ↓ | ↑2010 ↓ | ↑2011 ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1374 |

Estes resultados mostram que a economia de recursos no curto prazo em ativos e gastos relacionados às áreas de decisões estratégicas pode proporcionar ganhos imediatos que no longo prazo não são interessantes (cenários a e b). Por outro lado, os excessos de investimento levam a melhorias nos níveis de serviço prestados, porém, acabam por prejudicar o fluxo de caixa e gerar a necessidade de captação de recursos de terceiros que em função das taxas de juros praticadas levam a maus resultados no longo prazo (cenários d e e). As estratégias que se demonstram mais sustentáveis são as de investimentos intermediários (10% ou 15%). A estratégia de 15% requer a captação de recursos de terceiros na medida em que o fluxo de caixa fica negativo, mas apresenta melhores níveis de serviço, o que pode agregar valor para o cliente. Um aumento de preços, nesse caso, pode ser interessante, porém a melhoria de resultados depende das consequências que este aumento acarreta sobre a demanda, ou seja, da elasticidade-preço da demanda.

➤ **Cenário B: Estratégias não alinhadas ou atitudes oportunistas.**

- ✓ Mesmas características do cenário A, porém uma das empresas adota uma atitude isolada.

a) A empresa 2 aumenta seus preços em 10% e as demais repassam o aumento de custos nos seus preços. A elasticidade-preço da demanda é de 1,60.

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 7,13 | 12,18 | 7,85 | 7,57 | |
| EVA (%) | 1,85 | 8,99 | 2,95 | 2,53 | |
| Estoques de Prod Acab | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 4,65 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 172 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 142 |
| Confiab Entregas (%) | 74,68 | 73,14 | 78,02 | 72,69 | |
| Índice de Defeitos (%) | 5,01 | 5,04 | 4,98 | 5,20 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↓ | Posit ↑ | Posit ↓ | Posit ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 697 |

Neste caso pode é identificada uma queda no desempenho de todos os integrantes da CS, inclusive o que majorou o seu preço de venda. Observa-se também que a empresa 1 foi

a que teve a maior queda de lucratividade, pois sofreu as consequências dessa atitude isolada em termos de queda nas vendas sem reajustar o seu preço. Os elos 3 e 4 repassaram o aumento do elo 2, mas ambos sofreram com a queda no volume de vendas.

b) A empresa 1 reduz os investimentos em todas as áreas para 5%. As demais mantêm o nível de investimentos (10%). A elasticidade-preço da demanda é de 1,0.

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 6,30 | 5,33 | 5,56 | 5,55 | |
| EVA (%) | 0,51 | -1,15 | -0,75 | -0,78 | |
| Estoques de Prod Acab | 5,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| Market-Share (%) | Tendendo assintoticamente a | | | | 3,88 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 175 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 145 |
| Confiab Entregas (%) | 72 | 80 | 80 | 72 | |
| Índice de Defeitos (%) | 7,38 | 5,03 | 4,91 | 5,03 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↑ | Posit ↓ | Posit ↓ | Posit ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1088 |

Os resultados mostram que os investimentos inferiores do elo 1 prejudicaram os resultados dos demais elos da CS. O próprio elo 1 sofre as consequências da sua estratégia desalinhada.

c) Há um desalinhamento de estratégias. A empresa 1 investe menos em Capacidade de produção/Tecnologia de processo e em Sistemas de Informação (5%). As demais investem mais nessas mesmas áreas (15%). Para as demais áreas os investimentos são mantidos (10%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|------------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 9,19 | 8,57 | 8,40 | 8,32 | |
| EVA (%) | 4,92 | 4,03 | 3,78 | 3,66 | |
| Estoques de Prod Acab | 4,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | |
| Market-Share (%) | Declinante | | | | 5,12 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 167 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 137 |
| Confiab Entregas (%) | 77,94 | 71,51 | 79,96 | 76,66 | |
| Índice de Defeitos (%) | 6,03 | 3,67 | 3,79 | 3,73 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↑ | Posit ↓ | Posit ↓ | Posit ↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1145 |

O não alinhamento de estratégias levou a uma queda significativa dos resultados, diversos índices heterogêneos e um *market-share* declinante, o que demonstra a falta de sustentabilidade da CS.

d) A empresa 4 exige um prazo mais dilatado para o pagamento dos componentes que adquire da empresa 3, sem que haja majoração de preços. Os investimentos estão alinhados em valores intermediários (10%). As taxas de juros para empréstimos bancários estão elevadas (3% a.m.).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|----------|---------|------|
| ROE (%) | 11,88 | 12,74 | 7,99 | 11,81 | |
| EVA (%) | 8,60 | 9,71 | 3,16 | 8,51 | |
| Estoques de Prod Acab | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 7,2 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 172 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 142 |
| Confiab Entregas (%) | 72,70 | 71,36 | 74,01 | 73,91 | |
| Índice de Defeitos (%) | 4,90 | 4,97 | 4,88 | 5,00 | |
| Fluxo de Caixa | Posit | Posit ↑ | Negativo | Posit ↑ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1145 |

Com o aumento do capital de giro necessário em função da dilatação do prazo de faturamento, a empresa 3 precisou captar recursos de terceiros a uma taxa elevada, em função do seu fluxo de caixa negativo. Este fato levou a uma forte redução de sua lucratividade. Se essa situação perdurar, a CS ficará instável em função da fragilidade do terceiro elo que precisará diminuir seus investimentos, levando a CS, no futuro, a um desempenho insatisfatório.

➤ **Cenário C: As empresas alinham suas estratégias de forma a priorizar os investimentos nas mesmas áreas.**

✓ Mesmas características do cenário A.

a) Estratégia com tendência a uma maior eficiência.

✓ Produto com elevada elasticidade-preço da demanda: 1,4.

✓ Os prazos para pagamento são reduzidos (30 dias).

- ✓ Redução coordenada de preços (-10%). Todos reduzem suas margens.
- ✓ Maiores investimentos (Capacidade de produção/tecnologia de processos = 20%; Logística = 15% e Sistemas de Informação = 10%)
- ✓ Menores investimentos (Capacitação de pessoas = 5% e P&D = 5%).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|--------|--------|--------|-------|
| ROE (%) | 10,20 | 11,40 | 11,40 | 11,12 | |
| EVA (%) | 6,35 | 7,96 | 7,97 | 7,59 | |
| Estoques de Prod Acab | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 10,49 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 147 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 117 |
| Confiab Entregas (%) | 95,37 | 98,59 | 98,09 | 97,84 | |
| Índice de Defeitos (%) | 3,71 | 3,90 | 3,79 | 3,75 | |
| Fluxo de Caixa | ↑2012↓ | ↑2011↓ | ↑2012↓ | ↑2012↓ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1755 |

Estes resultados mostram o aumento do volume de vendas e do *market-share*, além dos elevados níveis de confiabilidade de entregas, baixos estoques e reduzido índice de defeitos.

Pode-se observar que houve um aumento de necessidade de capital de giro que implicou na condição de caixas negativos pouco tempo após o início da operação. Torna-se importante negociar taxas de empréstimos menores para os maiores volumes de captação requisitados. A satisfatória lucratividade pode ser prejudicada se as taxas de juros de terceiros aumentarem.

b) Estratégia com tendência a uma maior responsividade.

- ✓ Produto com reduzida elasticidade-preço da demanda: 1,0.
- ✓ Preços mais elevados em função de maiores margens (+10%).
- ✓ Maiores investimentos (Capacitação de pessoas = 20% e P&D = 20%).
- ✓ Menores investimentos (Capacidade de produção/tecnologia de processos = 5%; Logística = 10% e Sistemas de Informação = 10%).
- ✓ Os prazos para pagamento são mais dilatados (60 dias).

| Resultados | ELO 1 | ELO 2 | ELO 3 | ELO 4 | CS |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| ROE (%) | 15,68 | 16,83 | 15,79 | 13,63 | |
| EVA (%) | 13,34 | 14,71 | 13,47 | 10,83 | |
| Estoques de Prod Acab | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | |
| Market-Share (%) | Estável | | | | 6,67 |
| Tempo Atravess (dias) | | | | | 168 |
| Tempo Cash to Cash (dias) | | | | | 138 |
| Confiab Entregas (%) | 72,24 | 74,17 | 74,43 | 71,76 | |
| Índice de Defeitos (%) | 3,77 | 3,81 | 3,67 | 3,7 | |
| Fluxo de Caixa | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | Posit ↑ | |
| Demanda Anual (Prod) | | | | | 1168 |

A estratégia adotada de forma alinhada e ajustada para uma maior responsividade leva a maiores estoques, preços mais elevados, menores volumes de venda e menores exigências de capital de giro. Neste caso, para que as entregas sejam feitas nas datas combinadas, os prazos propostos devem ser mais dilatados.

5.11 Considerações sobre a Validação do Modelo

COYLE (1977) afirma que uma das mais difíceis e controversas áreas modelagem e simulação é a análise da validação de um modelo. Muito tem sido debatido e escrito sobre esse assunto, mas até hoje não foi feita uma proposição satisfatória a respeito. Muitos estudiosos acabam por levantar discussões filosóficas abstratas enquanto outros se apóiam em bases puramente matemáticas, principalmente na estatística. Porém, é possível que haja alguma explicação satisfatória entre esses dois extremos da ciência.

Segundo COYLE (1977), o significado do termo “validação” é frequentemente confundido com o significado do termo “verdadeiro”. Mas, segundo este autor, esses dois termos representam coisas muito diferentes. O termo validação tem o significado de “defensável”, “justificável”, “bem fundamentado” ou “sem defeitos”. Dessa forma, segundo este autor, “validação” pode ser definida como “*um processo pelo qual é atribuída suficiente convicção a um modelo que foi desenvolvido para um determinado propósito.*” Sendo assim, a validação só tem significado em relação ao fato do modelo atingir de forma satisfatória os objetivos a que se propõe. Ou seja, a validação só pode ser julgada a partir de uma associação entre o modelo e o seu propósito, pois um modelo pode ser interessante para um determinado

fim e inadequado para outra determinada finalidade. Esse autor também considera que não há uma validação absoluta ou uma completa “invalidação”.

Nesse contexto, segundo COYLE (1977), uma série de questões pode ser formulada no sentido auxiliar a refletir sobre a validade ou utilidade de um modelo:

1- As fronteiras ou limites do modelo estão corretamente determinados?

O modelo deve incluir todas as partes importantes para que o sistema atinja o seu objetivo. Além disso, as partes mais importantes não devem ser obscurecidas por outras menos necessárias que podem prejudicar, devido a um excesso de detalhes, o estudo do problema fundamental.

2- Há erros grosseiros no modelo?

A existência de valores inaceitáveis em termos de sinal, divisão por zero, ordem de grandeza ou falhas de análise dimensional. Embora a validação não seja uma questão de matemática, estas questões envolvem, também, questões de percepção, bom senso e intuição.

3- Há correspondência entre a estrutura do modelo e a do sistema real?

A estrutura de um sistema ou modelo determina o comportamento destes. Sendo assim, deve haver uma grande preocupação em compatibilizar as duas estruturas uma vez que se deseja que o modelo apresente um comportamento suficientemente próximo da realidade. Portanto, torna-se necessário verificar se as variáveis que constituem o modelo estão corretamente conectadas e se as funções que representam as decisões refletem razoavelmente a forma real.

4- Os parâmetros apresentam valores corretos?

Alguns parâmetros críticos requerem ordens de grandeza compatíveis com o sistema real, sob pena de alterar o comportamento do modelo, provocando, por exemplo, oscilações, curvas exponenciais ou curvas “S”, apenas em função de sua ordem de grandeza. O teste de valores extremos também é interessante para verificar a “robustez” do modelo.

5- O modelo reproduz o comportamento do sistema real?

Neste aspecto é importante que estejam disponíveis dados sobre o sistema real para que sejam confrontados com os dados gerados pelo modelo. Esta forma de análise é

frequentemente associada a sofisticadas técnicas estatísticas, mas há sérias dificuldades em utilizá-las, em função dos seguintes aspectos:

- ✓ Raramente há dados disponíveis.
- ✓ Os dados refletem um estado de um sistema, mas, em geral, não estão associados às ações que geraram esse estado, o que pode ser considerado mais importante que os dados em si.
- ✓ Os dados disponíveis não cobrem todas as saídas do modelo, ficando variáveis sem poderem ser confrontadas com dados reais.
- ✓ O objetivo do modelo é, em geral, obter respostas sobre o comportamento futuro do sistema e, neste caso, a confrontação com dados reais passados pode ser inócua.
- ✓ Dificilmente a estrutura ou práticas aplicadas no sistema real permanecem iguais durante um período de tempo suficiente para que os dados reais e do modelo sejam coletados em número suficiente que possibilite uma análise estatística de maior confiabilidade.
- ✓ Muitas vezes a estatística é utilizada para dar aos trabalhos uma conotação científica. Entretanto, quando o preciosismo dos dados se torna mais importante que as decisões que os geram, há um indicativo de uma base pobre, por exemplo, para o desenvolvimento de uma ferramenta de planejamento e apoio à tomada de decisão.

De maneira geral, COYLE (1977) afirma que uma das melhores formas de testar a confiabilidade de um modelo é a de saber que o modelo foi cuidadosamente construído por pessoas que detem suficiente conhecimento das áreas de conhecimento correlatas. Ou, também, quando o modelo é cuidadosamente confrontado com a descrição dos fenômenos do sistema real, identificados a partir de levantamento bibliográfico. Segundo COYLE (1977), nestes casos, o conhecimento tácito, a intuição e o bom senso podem não estar amparados por métodos estatísticos, mas, o que confere confiança é o modelo ser desenvolvido com base em conhecimentos, experiências e com um claro propósito em mente.

Já FREITAS FILHO (2001) considera que é preciso ter a segurança de que o modelo não apresente erros de sintaxe e/ou de lógica e que seja representativo do sistema real projetado. Este autor denomina esses dois passos, respectivamente, de “verificação” e de “validação”. Em outras palavras, a validação relaciona-se com a representatividade dos

pressupostos, enquanto verificação diz respeito à correção, isto é, ausência de erros, nas atividades computacionais.

Como técnicas de verificação, FREITAS FILHO (2001) propõe a execução de métodos típicos de correção de programas (*debugging*) e procedimentos especialmente relacionados ao desenvolvimento de modelos de simulação, tais como:

- ✓ Análise da variabilidade das respostas em função do comportamento de variáveis aleatórias.
- ✓ Variar os dados de entrada e verificar se as respostas são adequadas e consistentes.
- ✓ Uso de rotinas de rastreamento (*trace*) ou acompanhamento que a maioria das linguagens de simulação possui de forma a permitir uma visualização dos eventos ocorridos, ordenados pelo tempo de ocorrência.
- ✓ Aplicação de testes de continuidade, quando são promovidas pequenas variações incrementais nos parâmetros de entrada para investigar se ocorrem mudanças radicais nos resultados.
- ✓ Utilização de testes de degenerescência que consistem em verificar o funcionamento do modelo quando são introduzidos valores extremos em determinadas variáveis.
- ✓ Execução de modelos reduzidos para facilitar a análise e comparações com o sistema real.
- ✓ Verificação da consistência para constatar se o modelo produz resultados similares em diferentes execuções utilizando os mesmos dados de entrada.
- ✓ Análise do comportamento do modelo utilizando diferentes “sementes” para as suas variáveis que geram números “pseudo-aleatórios”.
- ✓ Uso de rotinas de verificação que consistem em elementos adicionais para alertar o modelador em relação à ocorrência de erros.

Com relação à validação, RAJ JAIN (1991) *apud* FREITAS FILHO (1977) define como um processo que busca assegurar que o modelo e os inúmeros pressupostos e simplificações adotados no seu desenvolvimento sejam razoáveis de forma que o modelo apresente comportamento e resultados semelhantes àqueles observados nos sistemas reais. Este autor afirma, ainda, que é praticamente impossível o modelo representar exatamente o

modelo real, exceto por situações em que a experimentação visa o estudo de pequenos detalhes sobre o funcionamento do sistema real.

Apesar disso, FREITAS FILHO (2001) considera que um modelo engloba a consideração de um conjunto de pressupostos e hipóteses sobre o comportamento de um sistema, traduzido em forma de regras e, sendo assim, esta atividade de conversão deve ser testada de alguma maneira. Este autor propõe que o processo de validação contenha três principais aspectos:

- ✓ Os que envolvem as simplificações e os pressupostos adotados na modelagem do sistema.
- ✓ Os que consideram os parâmetros utilizados como entrada de dados e as distribuições utilizadas para representar os aspectos de aleatoriedade.
- ✓ Os que envolvem as considerações adotadas no momento das análises e conclusões formuladas a partir dos resultados obtidos das simulações.

De acordo com FREITAS FILHO (2001) uma das formas mais simples de validar um modelo é a submissão deste à análise e avaliação de especialistas da área estudada, mesmo durante a elaboração do modelo, a partir do momento em que já seja passível de experimentação. Outra forma é a confrontação com dados reais que, embora seja mais confiável, nem sempre são viáveis em função da inexistência de dados, ou mesmo do sistema real, ou de restrições de ordem financeira.

Conforme afirma RAJ JAIN (1991, p.435), *“um modelo totalmente validado é um mito”*, podendo-se apenas *“mostrar que um modelo não é inválido para algumas das situações confrontadas”*, ou seja, *“a validação é limitada a alguns cenários e os esforços são feitos no sentido de abranger todas as circunstâncias mais importantes, de forma a aumentar a confiabilidade dos resultados do modelo.”*

Nesse mesmo sentido, PIDD (1994) apud FREITAS FILHO (2001, p.134) afirma que:

“...na melhor das hipóteses, um modelador deve ficar satisfeito quando as observações realizadas no modelo mostram características idênticas às observações do sistema real, isto é, que os dois conjuntos de observações não são idênticos, mas, suficientemente similares para o propósito em mente.” (PIDD, 1994 apud FREITAS FILHO, 2001, p.134).

Este autor considera ainda que

“...é sempre possível que outras observações realizadas nos mesmos sistemas (modelo e real) apresentem uma discordância acentuada. Desta forma, um modelo válido é aquele irrefutável segundo os pressupostos bem especificados.” (PIDD, 1994 apud FREITAS FILHO, 2001, p.134).

CHWIF & MEDINA (2006) também destacam a necessidade de proceder à verificação e à validação de um modelo. Para estes autores a verificação é uma resposta à questão *“será que estamos desenvolvendo o modelo corretamente?”*, enquanto que validação busca responder à pergunta *“será que estamos desenvolvendo o modelo correto?”*. As técnicas propostas por estes autores são, de maneira geral, as mesmas propostas pelos demais especialistas em modelagem e simulação.

Neste trabalho, o modelo desenvolvido tem como base os requisitos relacionados às áreas de Gestão da Produção, Gestão de Cadeia de Suprimentos, sistema *Balanced Scorecard* e a Metodologia *System Dynamics*.

O comportamento do modelo reflete basicamente os fenômenos e pressupostos identificados na bibliografia relacionada a essas áreas do conhecimento, como por exemplo, o “efeito Forrester”, a existência de CS voltadas para a eficiência e outras voltadas para a responsividade. O modelo satisfaz a necessidade de uma representação sistêmica das CS, do desenvolvimento de ações coordenadas e alinhadas para a sustentabilidade das CS, de novas formas de medição do desempenho, da consideração das características essencialmente dinâmicas das CS, dentre outros aspectos. Além disso, o modelo tem como base modelos teóricos e ferramentas consolidadas na área acadêmica como o sistema BSC de Kaplan & Norton, o modelo dos cinco objetivos de desempenho de Nigel Slack, a metodologia *System Dynamics* e a simulação computacional com o uso do *software* Powersim.

Na medida em que o modelo tem o propósito de servir como apoio ao aprendizado de GCS, o modelo deve apresentar o comportamento apresentado pelas CS conforme descrito na bibliografia correlata.

Além disso, a verificação e a validação foram sendo desenvolvidas a cada experimentação, durante o desenvolvimento do modelo. Foram realizados testes para a verificação do modelo, como por exemplo, a confrontação do valor calculado do lucro pelo Balanço Patrimonial e, ao mesmo tempo, pela DRE. O efeito Forrester foi desenvolvido utilizando um modelo auxiliar para simplificar sua verificação e sua validação. O próprio

software Powersim, a partir da versão Studio, protege o usuário fazendo a análise dimensional de cada variável adicionada, impedindo erros relacionados às unidades utilizadas. Dessa forma, pode-se afirmar que os resultados obtidos, se confrontados com os principais pressupostos apresentados na bibliografia, podem atestar a validação do modelo em relação ao seu propósito: apoiar o estudo introdutório em relação à Gestão de Cadeia de Suprimentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

As organizações, ao longo das últimas décadas, vêm passando por inúmeros desafios que surgiram em função de diversos fatores, dentre os quais, a abertura da economia de muitos países, a evolução dos sistemas logísticos e o aumento da complexidade das operações e processos. A crescente exigência dos consumidores dos produtos e serviços, concomitante ao aumento da complexidade dos produtos e à redução dos seus ciclos de vida, impôs às organizações uma maior dependência em relação aos seus fornecedores e a necessidade de se concentrarem nas suas competências centrais.

Nesse contexto, as organizações passam a operar segundo uma perspectiva mais ampla, sob a qual há maior integração entre as organizações, seus fornecedores e clientes, constituindo cadeias de suprimentos. A busca de vantagens competitivas passa a se realizar a partir da competição entre cadeias e não mais, apenas, entre empresas isoladas.

Essas mudanças trazem novos desafios aos gestores das organizações que, impelidas a realizar processos de fusões, aquisições, parcerias e alianças, passam a competir segundo novas regras de concorrência. Para que seja atingido o objetivo maior de conquista e fidelização dos clientes, a gestão das organizações passa a considerar como especialmente importante as questões relacionadas à cooperação, à coordenação e à confiança.

Os estudos relacionados a essas práticas são cada vez mais presentes no meio acadêmico e se apresentam como tentativas de integrar as práticas de negócios ao conhecimento científico, por meio da formulação de novos conceitos e do desenvolvimento de novas ferramentas para a compreensão do comportamento das CS e para o desenvolvimento de gestões eficazes.

Apesar da ampla difusão e das tentativas de implantação das práticas de GCS, diversos estudos demonstram que a adoção dos pressupostos de CS pode ser constatada ou parcialmente identificada em apenas alguns segmentos das CS ou setores da economia. A necessidade de uma mudança de paradigma sobre a forma como são pensadas e geridas as organizações implicam dificuldades que deixam clara a existência de importantes oportunidades de estudo no que diz respeito a uma melhor integração entre o conhecimento acadêmico e o conhecimento prático dos

profissionais que atuam no mercado. Tal aproximação engloba o desenvolvimento de novas formas de geração de habilidades e competências que venham a agregar os novos pressupostos e as novas ferramentas de ensino à tradicional logística. O avanço em relação à prática efetiva de GCS deverá ocorrer quando os benefícios obtidos puderem ser medidos de forma mais adequada e eficiente e as técnicas e ferramentas necessárias para o alcance desses benefícios forem aprimoradas.

Constata-se que, diante da necessidade de enfrentamento de novas questões relacionadas com o desenvolvimento de capacidade de negociação em termos de concessões e compromisso, surge a necessidade de readequar o conteúdo e a forma de capacitação dos alunos egressos de cursos de graduação, pós-graduação e especialização. Para tanto, os profissionais educadores dessa área de conhecimento devem ser adequadamente preparados e equipados para lidar com os novos aspectos requeridos pela abordagem de cadeia de suprimentos.

A prática de GCS requer que seja dada ênfase às pessoas e ao seu relacionamento tanto no ambiente interno, entre as diversas funções de uma organização, quanto no ambiente externo, entre as organizações que integram a CS. A gestão das empresas como integrantes de uma CS passou a ter dimensões mais amplas e de características sistêmicas.

Tais mudanças de foco da gestão das organizações trazem implicações para o ensino e a pesquisa. Diversos autores sugerem que o foco das pesquisas da área de logística, voltado para a otimização operacional, deve possuir um caráter estratégico e voltado para a integração entre fornecedores, clientes e concorrentes e para a busca de soluções sistêmicas criativas.

Contudo, pode-se constatar que a organização e o conteúdo dos cursos relacionados à área de logística ainda dão excessiva ênfase para questões técnicas e operacionais como, por exemplo, gestão de estoques, movimentação e armazenagem de materiais, em detrimento de questões também importantes, como a integração das atividades logísticas e entre os processos logísticos e de mercado. Sob esse novo enfoque, os aspectos técnicos e operacionais devem passar a ser subordinados aos aspectos estratégicos e aos processos decisórios no sentido de desenvolver capacidade de negociação em termos de conciliações e compromisso, ou seja, treinamento em termos de gestão de relacionamentos.

Nesse contexto, podem ser identificadas diversas possibilidades de desenvolvimento de novas formas de ensino da área de logística, dentro dos novos conceitos integradores.

- Que ferramentas podem ser desenvolvidas para apoiar o desenvolvimento de competências na área de GCS?

Diante do objetivo deste trabalho, que consiste em contribuir para o avanço do aprendizado na área de GCS, foi elaborado um modelo de simulação computacional. O intuito é o de auxiliar os profissionais educadores dessa área a enfrentarem os novos aspectos requeridos pela abordagem de GCS para a busca dos já, inclusive, reconhecidos benefícios.

Para contemplar a característica essencialmente dinâmica das CS, representada pela existência dos fluxos de materiais, informações e de valores financeiros, o modelo foi desenvolvido com base na metodologia *System Dynamics*. Esta metodologia permitiu a representação de um sistema dinâmico por meio de um conjunto de estoques, fluxos, variáveis e ligações que permitem construir a estrutura do modelo e, conseqüentemente, simular o comportamento da CS.

Dada a complexidade do modelo, em função do grande número de variáveis, das influências recíprocas entre as diversas partes do modelo e das defasagens de tempo que correm entre as ações e os seus respectivos efeitos, foi considerado essencial o uso de um *software* de simulação computacional. Para este trabalho o *software* Powersim versão Studio 2005 foi considerado o mais adequado em função da necessidade de utilização da simulação contínua, de características probabilísticas e contemplação de efeitos de retroalimentação. Além disso, o *software* Powersim apresenta grande flexibilidade e robustez como requer a modelagem de uma CS.

Dentro dos pressupostos da GCS, pode-se identificar a busca por desempenhos sustentáveis, representados pela consistência dos resultados no longo prazo, tanto no âmbito individual como no âmbito global da cadeia. Para considerar este aspecto foi adotado um sistema de avaliação de desempenho baseado nas quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC) que também considerado como ferramenta para a formulação de estratégias.

A estrutura do modelo de CS desenvolvido foi baseada num “mapa estratégico” que considera as influências recíprocas das ações relacionadas a cada uma das quatro perspectivas de desempenho, além de balancear resultados de curto e de longo prazo. De certa forma, o “mapa estratégico” substituiu com algumas vantagens a elaboração dos tradicionais arquétipos, preconizados pela metodologia SD.

As características sistêmicas do BSC foram determinantes para a integração deste à metodologia SD. Para a medição de desempenho e alinhamento de estratégias dos integrantes da CS foi, também, adotado o modelo dos cinco objetivos de desempenho proposto por Nigel Slack.

- De que forma pode ser aprimorada a estratégia organizacional mediante as complexas questões relacionadas à GCS?

O modelo construído para representar a dinâmica da CS, apresenta quatro elos que realizam negócios entre si, desde a produção da matéria-prima até a venda de produtos acabados ao consumidor final. Cada elo pode tomar decisões associadas a gastos ou investimentos em diferentes áreas de decisões estratégicas.

A configuração da estratégia de cada elo influencia os seus objetivos de desempenho e, ao mesmo tempo, desencadeia consequências sobre os elos subsequentes em termos de custo, prazos de pagamento, rapidez e confiabilidade de entrega e de flexibilidade.

Ao ser processado, o modelo apresenta o impacto das ações estratégicas de cada integrante sobre os demais elos da cadeia. A partir da experimentação do modelo, podem ser testadas estratégias elaboradas pelos integrantes da cadeia de forma independente ou coordenada. Podem, também, serem testadas estratégias consideradas oportunistas ou de caráter cooperativo.

O modelo apresenta o desempenho das empresas de forma individual e da cadeia como um todo, permitindo a identificação das ações estratégicas que levam à obtenção de resultados satisfatórios. Podem ser testadas, também, ações que levam a uma adequada distribuição dos benefícios obtidos.

Dessa forma o estudo de GCS pode ser aprofundado por meio da identificação dos possíveis benefícios derivados da cooperação para a formulação das estratégias adotadas pelos integrantes da CS.

Uma importante característica do modelo é a que a tomada de decisões nos diferentes níveis, do operacional ao estratégico, é associada a gastos ou investimentos de forma que as vantagens produtivas obtidas são sempre analisadas em conjunto com os resultados financeiros alcançados. Assim, as decisões e ações são testadas por meio de uma análise do tipo “*o que acontece se...*”, sendo que, além da identificação da eficiência da ação, ao mesmo tempo, é fornecido um retorno sobre a sua eficácia. A eficiência está relacionada à adequada escolha da área de decisão e ao nível de investimentos ou gastos. A eficácia é identificada pelo alcance dos resultados obtidos, principalmente em termos do nível de serviço oferecido e do respectivo retorno financeiro.

Os resultados obtidos ratificam os pressupostos descritos na bibliografia estudada. Com base nos resultados do modelo, pode ser identificada a importância da coordenação e do alinhamento das estratégias entre os integrantes da CS. O modelo mostra que em determinados momentos, sob a ótica de GCS, uma empresa pode ter que sacrificar resultados superiores no curto prazo para a obtenção de resultados inferiores, porém mais duradouros, em prol da sustentabilidade da cadeia apoiada pela manutenção de resultados satisfatórios no longo prazo.

- De que forma se constroem os relacionamentos e a dinâmica das CS?

É possível, por meio da experimentação do modelo, traçar estratégias voltadas para a busca da eficiência ou para a busca de uma maior responsividade, a depender das características da demanda e dos produtos elaborados e comercializados.

Por meio da experimentação do modelo constata-se a fundamental importância do alinhamento das ações estratégicas. Estratégias isoladas levam a resultados individuais significativamente divergentes que tendem a diminuir a confiança e a coesão da CS. O modelo apresenta as consequências perversas do

desenvolvimento de ações isoladas e desalinhadas em relação à estratégia global da CS.

Baseado nos resultados pode-se, também, identificar a importância de uma adequada distribuição dos benefícios derivados de uma boa gestão da CS.

É ratificada, com base nos resultados, a possibilidade de aumentar a sustentabilidade da CS por meio do compartilhamento de informações e de atitudes colaborativas.

Dentre outros inúmeros aspectos, pode-se destacar o importante efeito do investimento adequado em sistemas de informação, reduzindo o “efeito Forrester” e permitindo uma gestão da CS mais eficiente.

Dessa forma, conclui-se que um modelo teórico de CS, construído com base no conhecimento de diversas áreas, tais como, gestão da produção, logística, GCS e com o apoio de ferramentas como o BSC e a metodologia *System Dynamics*, associada à simulação computacional, representa uma nova possibilidade para auxiliar a geração de aprendizado segundo as novas práticas de GCS.

Embora o presente trabalho possa trazer em seu escopo um modelo teórico pronto de CS para que este possa ser operado pelos interessados, o objetivo maior é estimular os usuários a promoverem alterações de forma contemplar outros aspectos que julgarem necessários, aprimorando o modelo e, ao mesmo tempo, desenvolvendo as características do “aprender a aprender.”

Condições para aplicação do modelo em ambiente de ensino sobre GCS.

Para que seja desenvolvido um processo de aprendizagem que utilize o modelo desenvolvido neste trabalho, é importante que seja previamente elaborado um plano de atividades de ensino com conteúdo e métodos adequadamente formulados.

Torna-se fundamental que um profissional acadêmico esteja disponível para orientar e apoiar os estudos propostos.

Para a utilização do modelo é necessária a utilização do *software* Powersim cuja licença precisa ser adquirida ou fazer o *download* de uma versão com tempo de utilização limitado.

Para que haja um bom aproveitamento do aprendizado obtido a partir da experimentação do modelo é de grande importância o cumprimento de alguns pré-requisitos, tais como, estudo da bibliografia de diversas áreas do conhecimento, além de iniciação em técnicas de simulação computacional.

O modelo proposto é dinâmico e, portanto, versões posteriores poderão adicionar importantes contribuições, extrapolando as condições básicas propostas.

Se os estudiosos e/ou usuários desejarem promover alterações no modelo é necessário que estes façam um curso específico de modelagem e simulação em Powersim. Este trabalho pode ser facilitado se o usuário já tiver conhecimentos de teorias ou outros *softwares* de simulação computacional.

Recomendações para Futuras Pesquisas

Como este trabalho tem um caráter significativamente abrangente e como a teoria relativa à GCS ainda encontra-se em franco desenvolvimento, há a possibilidade de aprofundamento dos estudos em diversas áreas que serviram de base teórica para a elaboração do modelo. Em especial, há carência nas áreas de métricas aplicadas à GCS.

A utilização do modelo, como parte de um método de ensino, de forma aplicada poderá ser uma atividade complementar de apoio a uma disciplina de GCS adaptada aos novos requisitos com os quais se defrontam os estudiosos e profissionais de logística e GCS.

Além disso, a utilização da simulação computacional pode abrir interessantes oportunidades de aplicação no âmbito educacional como apoio ao estudo de outras áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, A. G. et al. **Pressupostos da Gestão da cadeia de Suprimentos: Evidências de Estudos sobre a Indústria Automobilística.** Revista Gestão & Produção, 2004, V.11, n.3, p.275-288, set./dez.

ANGERHOFER, B. J.; ANGELIDES, M. C. – **System Dynamics Modelling in Supply Chain Management: Research Review - 2000** Winter Simulation Conference, 2000.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial.** 5ª edição. Ed. Bookman. Porto Alegre, 2006.

_____. **The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management** – Revista Produção – ABEPRO – V.16, n.3, p. 375-386, Set./Dez., 2006.

_____. **Logística Empresarial.** Ed. Atlas. São Paulo, 1993.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. **Administração – Construindo a Vantagem Competitiva.** São Paulo. Ed. McGraw-Hill, 2007.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.** Ed. Saraiva, 2005.

BECHTEL, C.; JAYARAM, J. **Supply Chain Management: a strategic perspective.** In: International Journal of Logistics Management, 1997, V.8. n.1, p. 15-34.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial – o processo de integração da cadeia de suprimento.** Ed. Atlas. São Paulo, 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos.** Ed. Bookman. Porto Alegre, 2006.

BOWERSOX, D. J.; DAUGHERTY, P. J. (1987) **Emerging Patterns of Logistical Organization** - Journal of Business Logistics, 1987, v.8, n.1, p. 46, ABI/INFORM Global.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva.** 10ª edição. Ed. Bookman. Porto Alegre, 2006.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** 1ª reimpressão. São Paulo. Ed. Pearson Education do Brasil, 2004.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Criando Redes que Agregam Valor.** 2ª edição. Ed. Thomson. São Paulo, 2007.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: teoria e aplicações**. São Paulo, Ed. dos Autores, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. Ed. Atlas, 2004.

COYLE, R.G. **Management System Dynamics**. Ed. John Wiley & Sons, 1977.

DAVIS, N. M., AQUILANO, N.J., CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. São Paulo. Ed. Bookman, 2001.

ECCLES, R. G.; NOHRIA, N.; BERKLEY, J. D. **Assumindo a Responsabilidade**. Ed. Campus, 1992.

FAWCETT, S. E.; MAGNAN, G. M. **The Rhetoric and Reality of Supply Chain Integration**. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2002, v. 32, n. 5, p. 339-361.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos**. Coleção Coppead. Ed. Atlas. São Paulo, 2006.

FIGUEIREDO, R. S.; ZAMBOM, A. C. **A empresa vista como um elo da cadeia de produção e distribuição**. Revista de Administração, São Paulo, v. 33, n.3, p. 29-39, jul./set. 1998.

FISHER, M. **What is the Right Supply Chain for your product?** In: Harvard Business Review, 1997, v.75 n.2, p.105-116.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias Empresariais e Formação de Competências - Um quebra-cabeça Caleidoscópico da Indústria Brasileira**. Ed Atlas, 2000.

FORRESTER, J. W. **The Beginning of System Dynamics. Banquet Talk at the international meeting of the System Dynamics Society – Stuttgart, Germany – D-4165-1 - MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. (Erro! A referência de hiperlink não é válida. – acessado em 02-09-2007).**

_____. **Industrial Dynamics**. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1961.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**. Florianópolis. Editora Visual Books, 2001.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Ed. Atlas, 2002.

GOLDACH, M. **Coordinating Interaction in Supply Chains – The Example of Greening Textile Chains**. In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria Goldach, Uwe Schneidewind (Editors). Strategy and Organization in Supply Chains. Heidelberg:Physica Verlag, 2003, p. 47-64.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. **Produção, Estratégia e Tecnologia – Em busca da vantagem competitiva.** Bookman Editora. Porto Alegre, 2008.

HALLDÓRSSON, A.; SKJØTT-LARSEN, T.; KOTZAB, H. **Interorganizational Theories behind Supply Chain Management – discussion and applications.** In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria Goldach, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategy and Organization in Supply Chains.* Heidelberg:Physica Verlag, 2003, p. 31-46.

HITT, M. E.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R.E. **Administração Estratégica.** São Paulo. Ed. Thomson-Pioneira, 2007.

HUAN, S. H.; SHEORAN, S. K.; WANG, G. **A Review and Analysis of Supply Chain Operations Reference (SCOR) model.** In: *Supply Chain Management*, 2004, v.9, n. 1, p. 23-29.

JAIN, RAJ **Art of Computer Systems Performance Analysis Techniques for Experimental Design Measurements, Simulation and Modeling.** Wiley Computer Publishing, John Wiley & Sons, Inc., 1991.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Alinhamento.** Ed. Campus/Elsevier, São Paulo, 2006.

_____. **Mapas Estratégicos.** Ed. Campus/Elsevier, São Paulo, 2004-b.

_____. **Kaplan & Norton na Prática.** Ed. Campus/Elsevier, São Paulo, 2004-a

_____. **Having Trouble with Your Strategy? Them Map It!** In: *Harvard Business Review*, set.-out., 2001.

_____. **Organização Orientada para a Estratégia.** 12^a edição. Ed. Campus/Elsevier, São Paulo, 2001.

_____. **A Estratégia em Ação – Balanced Scorecard.** 12^a Edição. Ed. Campus/Elsevier, São Paulo, 1997.

_____. **Using the Business Scorecard as a Strategic Management System.** In: *Harvard Business Review*, jan.-fev., 1996.

_____. **Putting the Balanced Scorecard to Work.** In: *Harvard Business Review*, set.-out., 1993.

_____. **The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance.** In: *Harvard Business Review*, jan.-fev., 1992.

LAMBERT, D. M.; POHLEN, T. L. **Supply Chain Metrics** In: International Journal of Logistical Management, 2001, v.12, n. 1, p. 1-19.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. **Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities**. In: International Journal of Logistical Management, 1998, v.9, n. 2, p. 1-19.

_____. **Supply Chain Management: What Does it Involve?** In: International Journal of Logistical Management, 1997, v.8, n. 1, p. 1-14.

LAMMING, R.; BROWN, S.; JONES, P.; BESSANT, J. **Administração da Produção e Operações: um enfoque estratégico**. São Paulo. Editora Campus, 2005.

MAIER, F. H.; GRÖSSLER, A. **What are we talking about? A taxonomy of computer simulations to support learning**. In: System Dynamics Review. Summer 2000, v. 16, n. 2, p. 135-148.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo, Ed. Saraiva, 2005.

MEREDITH, J. R.; SHAFER, S. M. **Administração da Produção para MBA's**. Ed. Bookman, 1999.

NADLER, D. A. et al. **Arquitetura Organizacional**. São Paulo. Editora Campus, 1992.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. São Paulo. Ed. Campus, 2007.

PADOVEZE, C. L. **Controladoria Estratégica e Operacional**. Editora Thomson-Pioneira, 2003.

PIDD, Michael. **Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Trad: Gustavo Severo de Borba *et al.* - Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PIRES, S. R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos – conceitos, estratégias, práticas e casos** – Editora Atlas – São Paulo, 2004.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. Ed. Pearson. São Paulo, 2004.

ROAD MAPS – **System Dynamics Principles** (1994) – *System Dynamics* Group – Sloan School of Management – MIT Press Cambridge, Massachusetts, Rev nov/1997. (<http://web.mit.edu/sdg/www/roadmaps.html> - acesso em 02-09-2007).

SENGE, P. M. **A Quinta Disciplina**. Ed. Best Seller. São Paulo. Trad. Círculo do Livro, 1998.

SENGE, P. M. **A Quinta Disciplina - Caderno de Campo**. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1997. Trad. Antônio R. M. da Silva.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos – Projeto e Gestão** – Reimpressão 2006. Porto Alegre. Bookman, 2003.

SKJØTT-LARSEN, T. **Supply Chain Management: a new challenge for researches and managers in logistics** – The International Journal of Logistics Management, 1999, v.10, nº 2, p. 41-43.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de Operações e Processos – princípios e práticas de impacto estratégico**. Porto Alegre. Bookman, 2008.

_____. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Ed. Bookman. Porto Alegre, 2008.

_____. **Administração da Produção** – Edição compacta. São Paulo. Ed. Atlas, 2006.

_____. **Administração da Produção**. 2^a Edição. São Paulo. Ed. Atlas, 2002.

_____. **Administração da Produção**. São Paulo. Ed. Atlas, 1997.

_____. **Vantagem Competitiva em Manufatura – atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo. Ed. Atlas, 1993.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Operations Strategy**. 2nd Edition. Essex. England. Prentice Hall, 2008.

SPEKMAN, R. E.; SPEAR, J.; KAMAUF, J. **Supply Chain Competency: Learning as a Key Component**. In: Supply Chain Management, 2002, v.7, n. 1, p. 41-55.

STERMAN, J. D. **Instructions for Running the Beer Distribution Game** – M.I.T. System Dynamics Group, 1984.

TAYLOR, D. A. **Logística na Cadeia de Suprimentos – uma perspectiva gerencial**. Ed. Pearson. São Paulo, 2005.

WISNER, J. D.; LEONG, G. K.; TAN, K. **Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach**. Thomson Learning. Ohio, 2005.

WRIGHT, P.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração Estratégica**. São Paulo. Ed. Atlas, 2000.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ACKERMANN, I. **Using the Balanced Scorecard for Supply Chain Management – Pre-requisites, Integrantion Issue, and Performance Measures.** In: Dierdonck, R. & Vereecke, A. (editors) *Operations Management – crossing borders and boundaries: the changing role of operations.* Ghent, Belgium: Academic Press Scientific Booksellers, 2000, p. 289-304.

ALBERS, S.; GEHRING, M.; HEUERMANN, C. (2003) **A Configurational Approach to Supply Chain Governance.** In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria Goldach, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategic and Organization in Supply Chains.* Heidelberg: Physica Verlag, 2003, p. 197-210.

ANDRADE, A. L. et al. **Pensamento Sistêmico: caderno de campo.** Porto Alegre, Ed. Bookman, 2006.

ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico.** 5ª edição. São Paulo. Editora Atlas, 2001.

ARGYRYS, C.; SCHÖN, D.A. **Organizational Learning II: Theory, Method, and Practice** - Addison-Wesley Publishing Comp., Reading, Mass., 1996.

_____. **Organizational Learning: A Theory of Action Perspective** - Addison-Wesley Publishing Comp., Reading, Mass., 1978.

AULINGE, A. R. **Supply Chain as Strategic Alliances – aA Route map for Cooperation Management.** In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria GOLDACH, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategic and Organization in Supply Chains.* Heidelberg: Physica Verlag, 2003, p. 225-238.

COLLINS, J. C.; PORRAS, J. I. **Feitas para Durar.** Ed. Rocco. Rio de Janeiro, 1995.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D.; PAGH, J. **Supply Chain Management: More than a New Name for Logistics.** In: *The International Journal of Logistics Management*, 1997, v. 8, n. 1, p. 1-13.

DAFT, R. L. **Organizações – Teoria e Projetos.** São Paulo: Thompson-Pioneira, 2002.

DRAPER, F. **Critical Thinking Software Tools and Workbook: with Stella II.** Ed. Wasdworth, 1992.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C.K. **Competindo pelo Futuro.** Ed. Campus, 1995.

HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our Competitive Edge – competing through manufacturing.** EUA. Ed. John Wiley & Sons, 1984.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações** - 8ª edição. Ed. Pioneira. São Paulo, 2002.

GHEMAWAT, P. **A Estratégia e o Cenário dos Negócios**. Ed. Bookman. Porto Alegre, 2000.

HANDFIELD & BECHTEL **The Role of Trust and Relationship Structure in Improvement Supply Chain Responsiveness**. *Industrial Marketing Management*, 2002, v. 31 p. 367-382.

JAYARAM & DROGE **The Effects of Information System Infrastructure and Process Improvements on Supply-Chain Time Performance**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000, v. 30, n.3-4, p. 314-329.

KEEBLER, S. J.; DURTSCHKE, D. A.; MANRODT, K. B.; LEDYARD, D. M. **Keeping score: measuring the business value of logistics in the supply chain**. Council of Logistics Management, 1999.

KOOG, B. **Power and Incentives in Environmental Supply Chain Management**. In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria GOLDACH, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategic and Organization in Supply Chains*. Heidelberg: Physica Verlag, 2003, p. 65-82.

LEE, W. **Information Sharing in a Supply Chain**. *International Journal of Technology Management*, 2000, v. 20, n. 3-4, p. 373-387.

LEONRAD-BARTON, D. **Wellsprings of Knowledge: Building and sustaining the source of innovation**. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1995.

MEIER, R. C. & NEWELL, W. T. & PAZER, H. L. **Simulation in Business and Economics**. Prentice-Hall Inc.- Englewood Cliffs - New Jersey, 1969.

MULLER, M. **The Use of Information Technologies in Supply Chains – A Transaction Cost Analysis**. In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria GOLDACH, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategic and Organization in Supply Chains*. Heidelberg: Physica Verlag, 2003, p. 17-30.

OTTO, K. **Does Supply Chain Management Really Pay? Six Perspectives to Measure the Performance of Managing a Supply Chain**. *European Journal of Operational Research*, 2003, v. 144, p. 306-320.

PIDD, M. **Computer simulation in management science**. (third edition) John Wiley, Chichester, 1992.

POWERSIM 2.5 – **Reference Manual**. Powersim Press, 1996.

POWERSIM 2.5 – **User's Guide**. Powersim Press, 1996.

POWERSIM STUDIO 2003 – **User's Guide**. Powersim Press, 2003.

REINER, G. SCHODL, R. **A Model for the Support and Evaluation of Strategic Supply Chain Design.** In: Dierdonck, R. & Vereecke, A. (editors) *Operations Management – crossing borders and boundaries: the changing role of operations.* Ghent, Belgium: Academic Press Scientific Booksellers, 2000, p. 305-320.

REZENDE, J. F. **Balanced Scorecard e a Gestão do Capital Intelectual.** 2ª edição. Ed. Campus, 2003.

ROSENHEAD, J. et al. **Rational Analysis for a Problematic World- Problem Structuring Method for Complexity, Uncertainty and Conflict** – John Wiley & Sons Ltd, 1989.

RUTH, M. ; HANNOM, B. **Modeling Dynamic Economic Systems.** Springer-Verlag New York Inc., 1977.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico.** 21ª Edição. Cortez Editora. São Paulo, 2000.

SEURING, S. **Strategic Supply Chain Management – From Focused Factories to Focused Supply Chains.** In: Stefan Seuring, Martin Muller, Maria GOLDACH, Uwe Schneidewind (Editors). *Strategic and Organization in Supply Chains.* Heidelberg: Physica Verlag, 2003, p. 181-196.

SHAPIRO, J.F. **Modeling the Supply Chain.** 2nd Edition. Thomson Brooks/Cole. Duxbury, Canada, 2007.

SPARLING, D. **Simulations and Supply Chains: Strategies for Teaching Supply Chain Management.** Supply Chain Management, 2002, v. 7, p.5.

STERMAN, J. D. **Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World** – McGraw-Hill Higher Education, 2000.

TOWIL, D. R. **Industrial Dynamics Modelling of Supply Chain.** In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management – Bradford, 1996-a, v. 26, n. 2, p. 23.

_____. **Time Compression and Supply Chain Management – A guided tour.** In: Supply Chain Management – Bradford, 1996-b, v. 1, p. 15.

VON BERTALLANFY, L. **General Systems Theory: Foundations, Development, Applications.** New York: Braziller, 1968.

APÊNDICE – Código do Modelo

```

mainmodel Component 1 {
aux Anos {
autotype Real
def NUMBER((TIME-STARTTIME)/360)
}
level Ativo Perm 1 {
autotype Real
unit Reais
dim 1..5
init {550;100;240;150;70}
inflow { autodef 'Invest AP 1' }
}
level Ativo Perm 2 {
autotype Real
unit Reais
dim 1..5
init {1700;300;900;600;300}
inflow { autodef 'Invest AP 2' }
}
level Ativo Perm 3 {
autotype Real
unit Reais
autodim 1..5
init {6000;800;1300;1400;500}
inflow { autodef 'Invest AP 3' }
}
level Ativo Perm 4 {
autotype Real
unit Reais
autodim 1..5
init {12000;1900;5800;4000;1500}
inflow { autodef 'Invest AP 4' }
}
const Ativo Realiz LP 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ativo Realiz LP 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ativo Realiz LP 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ativo Realiz LP2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ações 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ações 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ações 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Ações 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
aux Caixa 1 {
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 1'>0<<Reais>>; 'Caixa DIR
1'; 0<<Reais>>)
}
aux Caixa 2 {
autotype Real

```

```

autounit Reais
def IF('Caixa DIR 2'>0<<Reais>>; 'Caixa DIR
2'; 0<<Reais>>)
}
aux Caixa 3 {
autotype Real
autounit Reais
2
def IF('Caixa DIR 3'>0<<Reais>>; 'Caixa DIR
3'; 0<<Reais>>)
}
aux Caixa 4 {
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 4'>0<<Reais>>; 'Caixa DIR
4'; 0<<Reais>>)
}
aux Caixa DIR 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Conta 1'-'IRPJ 1'
}
aux Caixa DIR 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Conta 2'-'IRPJ 2'
}
aux Caixa DIR 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Conta 3'-'IRPJ 3'
}
aux Caixa DIR 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Conta 4'-'IRPJ 4'
}
aux Capac Max {
autotype Real
unit Prod/mo
def GRAPHSTEP('Infl Flex Vol
4';0%;10%;150;60;70;75;80;90;110;130;160;20
0//Min:0;Max:300//)<<Prod/mo>>)
}

```

```

const Capital 1 {
autotype Real
unit Reais
init INIT('Total Ativo 1')
}
const Capital 2 {
autotype Real
unit Reais
init INIT('Total Ativo 2')
}
const Capital 3 {
3
autotype Real
autounit Reais
init INIT('Total Ativo 3')
}
const Capital 4 {
autotype Real
autounit Reais
init INIT('Total Ativo 4')
}
const CH Tempo {
autotype Real
init 1
permanent
}
aux CIF 1 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 0,60
}
aux CIF 2 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 1,8
}
aux CIF 3 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 5
}
aux CIF 4 {
autotype Real
unit Reais/Prod

```

```

def 14
}
level CIF a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera CIF 1' }
outflow { autodef 'Pg CIF 1' }
}
level CIF a Pg 2 {
autotype Real
4
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera CIF 2' }
outflow { autodef 'Pg CIF 2' }
}
level CIF a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera CIF 3' }
outflow { autodef 'Pg CIF 3' }
}
level CIF a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera CIF 4' }
outflow { autodef 'Pg CIF 4' }
}
aux CIF Acum 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF Mensal 1'*Meses
}
aux CIF Acum 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF Mensal 2'*Meses
}
aux CIF Acum 3 {
autotype Real
autounit Reais

```

```

def 'CIF Mensal 3'*Meses
}
aux CIF Acum 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF Mensal 4'*Meses
}
const CIF Mensal 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 20
5
}
const CIF Mensal 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 50
}
const CIF Mensal 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 140
}
const CIF Mensal 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 400
}
level Comiss a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Comiss 1' }
outflow { autodef 'Pg Comiss 1' }
}
level Comiss a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Comiss 2' }
outflow { autodef 'Pg Comiss 2' }
}
level Comiss a Pg 3 {
autotype Real

```

```

unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Comiss 3' }
outflow { autodef 'Pg Comiss 3' }
}
level Comiss a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Comiss 4' }
outflow { autodef 'Pg Comiss 4' }
6
}
aux Confiab Consum {
autotype Real
def 9
}
aux Confiabilidade 1 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Perc Entr Prazo
1';50%;2,5%;{5;5;5,5;5,5;6;6;6,5;6,5;7;7;7,5;7,
5;8;8;8,5;8,5;9;9;9,5;10//Min:4;Max:10//})
}
aux Confiabilidade 2 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Perc Entr Prazo
2';50%;2,5%;{5;5;5,5;5,5;6;6;6,5;6,5;7;7;7,5;7,
5;8;8;8,5;8,5;9;9;9,5;10//Min:4;Max:10//})
}
aux Confiabilidade 3 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Perc Entr Prazo
3';50%;2,5%;{5;5;5,5;5,5;6;6;6,5;6,5;7;7;7,5;7,
5;8;8;8,5;8,5;9;9;9,5;10//Min:4;Max:10//})
}
aux Confiabilidade 4 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Perc Entr Prazo
4';50%;2,5%;{5;5;5,5;5,5;6;6;6,5;6,5;7;7;7,5;7,
5;8;8;8,5;8,5;9;9;9,5;10//Min:4;Max:10//})
}
level Consum {
autotype Real
unit Pessoas

```

```

init 5000
inflow { autodef 'Novos Consum Boca-a-
Boca' }
inflow { autodef 'Novos Consum MKT
Vendas' }
outflow { autodef 'Perda Consum' }
}
level Conta 1 {
autotype Real
unit Reais
init 2000
inflow { autodef 'Encaixe 1' }
outflow { autodef 'Desemb 1' }
}
level Conta 2 {
autotype Real
unit Reais
init 4000
outflow { autodef 'Desemb 2' }
inflow { autodef 'Encaixe 2' }
}
7
level Conta 3 {
autotype Real
unit Reais
init 10000
inflow { autodef 'Encaixe 3' }
outflow { autodef 'Desemb 3' }
}
level Conta 4 {
autotype Real
unit Reais
init 37500
inflow { autodef 'Encaixe 4' }
outflow { autodef 'Desemb 4' }
}
aux CP 1 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MD 1'+MOD 1+'CIF 1'
}
aux CP 2 {
autotype Real
autounit Reais/Prod

```

```

def 'MD 2'+MOD 2+'CIF 2'
}
aux CP 3 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MD 3'+MOD 3+'CIF 3'
}
aux CP 4 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MD 4'+MOD 4+'CIF 4'
}
const Custo do Capital Próprio 1 {
autotype Real
unit %
init 6
}
const Custo do Capital Próprio 2 {
autotype Real
unit %
init 6
8
}
const Custo do Capital Próprio 3 {
autotype Real
unit %
init 6
}
const Custo do Capital Próprio 4 {
autotype Real
unit %
init 6
}
aux Danos Mercad {
autotype Real
autounit %
def ABS(NORMAL((100%-'Infl Qual 4')/10;
(100%-'Infl Qual 3')/50+0,5%))
}
aux Deficit 1-2 {
autotype Real
def ARRSUM(FOR ( i=1..4 | IF('Desemp
1'[i]>'Desemp 2'[i];0;'Desemp 2'[i]-Desemp
1'[i])))
}
aux Deficit 2-3 {
autotype Real
def ARRSUM(FOR ( i=1..4 | IF('Desemp
2'[i]>'Desemp 3'[i];0;'Desemp 3'[i]-Desemp
2'[i])))
}
aux Deficit 3-4 {
autotype Real
def ARRSUM(FOR ( i=1..4 | IF('Desemp
3'[i]>'Desemp 4'[i];0;'Desemp 4'[i]-Desemp
3'[i])))
}
aux Deficit 4-Cons {
autotype Real
def ARRSUM(FOR ( i=1..4 | IF('Vetor
4'[i]>'Vetor Consum'[i];0;'Vetor Consum'[i]-
'Vetor 4'[i])))
}
level Dem Acum 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 1' }
}
level Dem Acum 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 2' }
9
}
level Dem Acum 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 3' }
}
level Dem Acum Consum {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Requis Lojas' }
}

```

```

aux Dem Cons Final {
autotype Real
unit Prod/mo
def LOOKUP((1-'Sel Dem 1')*Dem
Sazonal+'Sel Dem 1'*Dem
Linear';MONTH(TIME))*Fator Mult Dem*(1-
'Sel Dem 2')+Dem Continua**Sel Dem 2'
}
aux Dem Continua {
autotype Real
autounit Prod/mo
def
IF(Meses<3<<mo>>;100<<Prod/mo>>*Fator
Mult Dem';95<<Prod/mo>>*Fator Mult Dem')
}
aux Dem Linear {
autotype Real
unit Prod/mo
dim 1..12
def {100;95;95;95;95;95;95;95;95;95;95}
}
aux Dem Sazonal {
autotype Real
unit Prod/mo
dim 1..12
def
{32;44;90;72;104;116;138;72;94;141;154;88}
}
aux Desemb 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Desp Adm Mensal 1'+CIF
Mensal 1'+ARRSUM('Desp V 1')-'Desp V
1'[1]+MD 1**Rec MP 1'+MOD 1**Faturando
1'+ARRSUM('Invest 1')*Gera Rec 1';
'Prazo Pg Apos Fat 1')
}
aux Desemb 2 {
autotype Real
10
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Desp Adm Mensal 2'+CIF
Mensal 2'+ARRSUM('Desp V 2')-'Desp V

```

```

2'[1]+MD 2**Entr 2'+MOD 2**Faturando
2'+ARRSUM('Invest 2')*Gera Rec 2';
'Prazo Pg Apos Fat 2')
}
aux Desemb 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Desp Adm Mensal 3'+CIF
Mensal 3'+ARRSUM('Desp V 3')-'Desp V
3'[1]+MD 3**Entr 3'+MOD 3**Faturando
3'+ARRSUM('Invest 3')*Gera Rec 3';
'Prazo Pg Apos Fat 3')
}
aux Desemb 4 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Desp Adm Mensal 4'+CIF
Mensal 4'+ARRSUM('Desp V 4')-'Desp V
4'[1]+MD 4**Entr 4'+MOD 4**Efetua
Venda'+ARRSUM('Invest 4')*Gera Rec 4';
'Prazo Pg Apos Fat 4')
}
aux Desemp 1 {
autotype Real
autodim 1..4
def VECTOR('Rapid 1';Confiabilidade 1';Qual
1';Flexib 1')
}
aux Desemp 2 {
autotype Real
autodim 1..4
def VECTOR('Rapid 2';Confiabilidade 2';Qual
2';Flexib 2')
}
aux Desemp 3 {
autotype Real
autodim 1..4
def VECTOR('Rapid 3';Confiabilidade 3';Qual
3';Flexib 3')
}
aux Desemp 4 {
autotype Real
dim 1..4

```

```

def VECTOR('Rapid 4';'Confiabilidade 4';'Qual
4';'Flexib 4')
}
level Desp Adm a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Desp Adm 2' }
outflow { autodef 'Pg Desp Adm 2' }
}
11
level Desp Adm a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Desp Adm 3' }
outflow { autodef 'Pg Desp Adm 3' }
}
level Desp Adm a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Desp Adm 4' }
outflow { autodef 'Pg Desp Adm 4' }
}
aux Desp Adm Acum 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Desp Adm Mensal 1'*Meses+'Invest
1'[4]*'Receita Acum 1'
}
aux Desp Adm Acum 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Desp Adm Mensal 2'*Meses+'Invest
2'[4]*'Receita Acum 2'
}
aux Desp Adm Acum 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Desp Adm Mensal 3'*Meses+'Invest
3'[4]*'Receita Acum 3'
}
aux Desp Adm Acum 4 {

```

```

autotype Real
autounit Reais
def 'Desp Adm Mensal 4'*Meses+'Invest
4'[4]*'Receita Acum 4'
}
const Desp Adm Mensal 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 40
}
const Desp Adm Mensal 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 100
12
}
const Desp Adm Mensal 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 280
}
const Desp Adm Mensal 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
init 800
}
level Desp Admin a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
outflow { autodef 'Pg Desp Admin 1' }
inflow { autodef 'Gera Desp Adm 1' }
}
aux Desp Fin Mes 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Emprest a pg 1'*Tx Juros Banco'
}
aux Desp Fin Mes 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Emprest a pg 2'*Tx Juros Banco'
}
aux Desp Fin Mes 3 {

```

```

autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Emprest a pg 3*'Tx Juros Banco'
}
aux Desp Fin Mes 4 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Emprest a pg 4*'Tx Juros Banco'
}
level Desp Financ 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desp Fin Mes 1' }
13
}
level Desp Financ 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desp Fin Mes 2' }
}
level Desp Financ 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desp Fin Mes 3' }
}
level Desp Financ 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desp Fin Mes 4' }
}
aux Desp Mes MKT Vendas {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'Desp MKT Vendas*'PV 4*'Efetua Venda'
}
const Desp MKT Vendas {
autotype Real
unit %
init 2
}

```

```

aux Desp V 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
autodim 1..4
def 'Desp Var 1*'Gera Rec 1'
}
aux Desp V 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
dim 1..4
def 'Desp Var 2*'Gera Rec 2'
}
aux Desp V 3 {
autotype Real
14
autounit Reais/mo
dim 1..4
def 'Desp Var 3*'Gera Rec 3'
}
aux Desp V 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
autodim 1..4
def 'Desp Var 4*'Gera Rec 4'
}
const Desp Var 1 {
autotype Real
unit %
dim 1..4
init {6;12;8;3}
doc 1- Administrativas
2 - Tributárias
3 - Vendas - Comissões
4 - Fretes
}
const Desp Var 2 {
autotype Real
unit %
autodim 1..4
init {6;12;8;3}
doc 1- Administrativas
2 - Tributárias
3 - Vendas - Comissões
4 - Fretes
}

```

```

}
const Desp Var 3 {
autotype Real
unit %
autodim 1..4
init {6;12;8;3}
doc 1- Administrativas
2 - Tributárias
3 - Vendas - Comissões
4 - Fretes
}
const Desp Var 4 {
autotype Real
unit %
15
autodim 1..4
init {6;12;8;3}
doc 1- Administrativas
2 - Tributárias
3 - Vendas - Comissões
4 - Fretes
}
aux Desv Transp 1 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Confiab
1';0%;20%;{5;4;3;2;1//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Desv Transp 2 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Confiab
2';0%;20%;{5;4;3;2;1//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Desv Transp 3 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Confiab
3';0%;20%;{5;4;3;2;1//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Desv Transp 4 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Confiab
4';0%;20%;{5;4;3;2;1//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Efetua Venda {
autotype Real
autounit Prod/da
def MIN('Pedidos Acum'/TIMESTEP;'Est Area
Venda'/TIMESTEP)
}
const Elast Preço Dem {
autotype Real
init 2,5
permanent
}
aux Emprest a pg 1 {
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 1'>0<<Reais>>;
0<<Reais>>; -'Caixa DIR 1')
}
aux Emprest a pg 2 {
16
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 2'>0<<Reais>>;
0<<Reais>>; -'Caixa DIR 2')
}
aux Emprest a pg 3 {
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 3'>0<<Reais>>;
0<<Reais>>; -'Caixa DIR 3')
}
aux Emprest a pg 4 {
autotype Real
autounit Reais
def IF('Caixa DIR 4'>0<<Reais>>;
0<<Reais>>; -'Caixa DIR 4')
}
aux Encaixe 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Rec 1';'Prazo Fat
1')+ 'Rec Fin Mes 1'- 'Desp Fin Mes 1'

```

```

}
aux Encaixe 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Rec 2';'Prazo Fat
2')+ 'Rec Fin Mes 2'- 'Desp Fin Mes 2'
}
aux Encaixe 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Rec 3';'Prazo Fat
3')+ 'Rec Fin Mes 3'- 'Desp Fin Mes 3'
}
aux Encaixe 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def DELAYPPL('Gera Rec 4';'Prazo Fat
4')+ 'Rec Fin Mes 4'- 'Desp Fin Mes 4'
}
aux Entr 2 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Transp 1'
}
aux Entr 3 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Transp 2'
17
}
aux Entr 4 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Transp 3'
}
level Est Area Venda {
autotype Real
unit Prod
init 100
outflow { autodef 'Efetua Venda' }
inflow { autodef 'Para Area Venda' }
}
level Est Centro Distrib {
autotype Real
unit Prod
init 200
inflow { autodef 'Entr 4' }
outflow { autodef 'Separ Prod' }
}
level Est Depos Lojas {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Separ Prod' }
outflow { autodef 'Para Area Venda' }
}
aux Est Med PA 1 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est PA 1')
}
aux Est Med PA 2 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est PA 2')
}
aux Est Med PA 3 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est PA 3')
}
aux Est Medio Area Venda {
18
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Area Venda')
}
aux Est Medio CD {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Centro Distrib')
}
aux Est Medio Depos Lojas {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Depos Lojas')
}
aux Est MP {

```

```

autotype Real
autounit Prod
dim 1..4
def {'Est MP 1';'Est MP 2';'Est MP 3';'Est
Centro Distrib'}
}
level Est MP 1 {
autotype Real
unit Prod
init 200
outflow { autodef 'Ped Progr 1' }
inflow { autodef 'Rec MP 1' }
}
level Est MP 2 {
autotype Real
unit Prod
init 200
inflow { autodef 'Entr 2' }
outflow { autodef 'Ped Progr 2' }
}
level Est MP 3 {
autotype Real
unit Prod
init 200
outflow { autodef 'Ped Progr 3' }
inflow { autodef 'Entr 3' }
}
aux Est MP Med {
autotype Real
19
autounit Prod
autodim 1..4
def RUNAVERAGE('Est MP')
}
aux Est MP Med 1 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est MP 1')
}
aux Est MP Med 2 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est MP 2')
}

```

```

aux Est MP Med 3 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est MP 3')
}
aux Est Médio CS {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE(ARRSUM('Est PA'))
}
aux Est PA {
autotype Real
unit Prod
dim 1..4
def {'Est PA 1';'Est PA 2';'Est PA 3';'Est Area
Venda'}
}
level Est PA 1 {
autotype Real
unit Prod
init 100
outflow { autodef 'Faturando 1' }
inflow { autodef 'Ped Term 1' }
}
level Est PA 2 {
autotype Real
unit Prod
init 100
inflow { autodef 'Ped Term 2' }
outflow { autodef 'Faturando 2' }
20
}
level Est PA 3 {
autotype Real
unit Prod
init 100
outflow { autodef 'Faturando 3' }
inflow { autodef 'Ped Term 3' }
}
aux Est PA CS {
autotype Real
autounit Prod
def ARRSUM('Est PA')
}

```

```

aux Est PA max {
autotype Real
autounit Prod
dim 1..4
def RUNMAX('Est PA')
}
aux Est PA Med {
autotype Real
unit Prod
dim 1..4
def {'Est Med PA 1';'Est Med PA 2';'Est Med
PA 3';'Est Medio Area Venda'}
}
aux Est PA min {
autotype Real
autounit Prod
dim 1..4
def RUNMIN('Est PA')
}
aux Est PP Médio CS {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Prod Process CS')
}
level Est Process 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Progr 1' }
outflow { autodef 'Ped Term 1' }
}
21
level Est Process 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Progr 2' }
outflow { autodef 'Ped Term 2' }
}
level Est Process 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Progr 3' }
outflow { autodef 'Ped Term 3' }
}
aux Est Process Med {
autotype Real
autounit Prod
dim 1..4
def {'Est Process Med 1';'Est Process Med
2';'Est Process Med 3';'Est Medio Depos
Lojas'}
}
aux Est Process Med 1 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Process 1')
}
aux Est Process Med 2 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Process 2')
}
aux Est Process Med 3 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNAVERAGE('Est Process 3')
}
aux Est Prod Process CS {
autotype Real
autounit Prod
def 'Est Process 1'+ 'Est Process 2'+ 'Est
Process 3'+ 'Est Depos Lojas'
}
aux Est Tot Med {
autotype Real
autounit Prod
22
autodim 1..4
def 'Est MP Med'+ 'Est Process Med'+ 'Est PA
Med'
}
aux Est Valor 1 {
autotype Real
autounit Reais
def (70%* 'Est PA 1'+50%* 'Est Process 1')*PV
1+'Est MP 1'*MD 1'

```

```

}
aux Est Valor 2 {
autotype Real
unit Reais
def (70%*Est PA 2'+50%*Est Process 2)*PV
2+'Est MP 2'*MD 2'
}
aux Est Valor 3 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Est PA 3'*70%+'Est Process 3'*50%)*PV
3+'Est MP 3'*MD 3'
}
aux Est Valor 4 {
autotype Real
autounit Reais
def (70%*Est Area Venda'+50%*Est Depos
Lojas)*PV 4+'Est Centro Distrib'*MD 4'
}
aux Est Valor CS {
}
aux Est Variab {
autotype Real
autounit Prod
dim 1..4
def {'Est Variab 1';'Est Variab 2';'Est Variab
3';'Est Variab 4'}
}
aux Est Variab 1 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNSTDEV('Est PA 1')
}
aux Est Variab 2 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNSTDEV('Est PA 2')
}
aux Est Variab 3 {
autotype Real
23
autounit Prod
def RUNSTDEV('Est PA 3')
}

```

```

aux Est Variab 4 {
autotype Real
autounit Prod
def RUNSTDEV('Est Area Venda')
}
const Estrat 1 {
autotype Real
unit %
dim 1..5
init {10;10;10;10;10}
permanent
doc 1 - Capacidade de Produção / Tecnologia
de Processo (Instalações Industriais - Ativo
Perm Imobilizado)
2 - Tecnologia de Informação
(Hardware/Software - Ativo Perm Imobilizado)
3 - Logística (Veículos/Equipam - Ativo Perm
Imobilizado)
4 - Capacitação das Pessoas
5 - P & D (Ativo Perm Diferido)
}
const Estrat 2 {
autotype Real
unit %
dim 1..5
init {10;10;10;10;10}
permanent
}
const Estrat 3 {
autotype Real
unit %
dim 1..5
init {10;10;10;10;10}
permanent
}
const Estrat 4 {
autotype Real
unit %
dim 1..5
init {10;10;10;10;10}
permanent
}
aux EVA 1 {
autotype Real

```

24

```

autounit Reais
def 'Lucro Liq Bal 1'-Capital 1*(((1+'Custo do
Capital Próprio 1')^Anos)-1)
}
aux EVA 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Liq Bal 2'-Capital 2*(((1+'Custo do
Capital Próprio 2')^Anos)-1)
}
aux EVA 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Liq Bal 3'-Capital 3*(((1+'Custo do
Capital Próprio 3')^Anos)-1)
}
aux EVA 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Liq Bal 4'-Capital 4*(((1+'Custo do
Capital Próprio 4')^Anos)-1)
}
aux EVA Perc 1 {
autotype Real
unit %
def IF('EVA 1'<0<<Reais>>; -1*((1-'EVA
1'/Capital 1')^(1/Anos)-1);(((('EVA 1'/Capital
1')+1)^(1/Anos))-1)
}
aux EVA Perc 2 {
autotype Real
unit %
def IF('EVA 1'<0<<Reais>>; -1*((1-'EVA
2'/Capital 2')^(1/Anos)-1);(((('EVA 2'/Capital
2')+1)^(1/Anos))-1)
}
aux EVA Perc 3 {
autotype Real
unit %
def IF('EVA 1'<0<<Reais>>; -1*((1-'EVA
3'/Capital 3')^(1/Anos)-1);(((('EVA 3'/Capital
3')+1)^(1/Anos))-1)
}

```

```

aux EVA Perc 4 {
autotype Real
unit %
def IF('EVA 1'<0<<Reais>>; -1*((1-'EVA
4'/Capital 4')^(1/Anos)-1);(((('EVA 4'/Capital
4')+1)^(1/Anos))-1)
}
aux Fator Elast {
autotype Real
unit %
def IF(126,086297843<<Reais/Prod>>/'PV
4'>1; 126,086297843<<Reais/Prod>>/'PV
4'*Elast Preço
Dem';126,086297843<<Reais/Prod>>/'PV
4'/Elast Preço Dem)
}
25
aux Fator Flex Lanc Prod {
autotype Real
def SQRT(1+'Media Flex Lanc Prod')
}
aux Fator Flex mix {
autotype Real
def SQRT(1+'Media Flex Mix')
}
aux Fator Mult Dem {
autotype Real
unit %
def 'Fator Flex Lanc Prod'*'Fator Flex
mix'*'Fator Prazo'*'Fator Elast'
}
aux Fator Prazo {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Prazo Fat
4';30<<da>>;30<<da>>;{1;1,05;1,1;1,15})
}
aux Faturando 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def MIN('Progr Acum 1'/Timestep;'Est PA
1'/Timestep)
}
aux Faturando 2 {
autotype Real

```

```

unit Prod/mo
def MIN('Progr Acum 2'/Timestep;'Est PA
2'/Timestep)
}
aux Faturando 3 {
autotype Real
unit Prod/mo
def MIN('Progr Acum 3'/Timestep;'Est PA
3'/Timestep)
}
aux Flex Consum {
autotype Real
def 7
}
aux Flexib 1 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Prod Max
1';50<<Prod/mo>>;50<<Prod/mo>>;{5;6;7;8;9;
10//Min:4;Max:10;Zoom//})
}
aux Flexib 2 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Prod Max
2';50<<Prod/mo>>;50<<Prod/mo>>;{5;6;7;8;9;
10//Min:4;Max:10;Zoom//})
26
}
aux Flexib 3 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Prod Max
3';50<<Prod/mo>>;50<<Prod/mo>>;{5;6;7;8;9;
10//Min:4;Max:10;Zoom//})
}
aux Flexib 4 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Capac
Max';50<<Prod/mo>>;50<<Prod/mo>>;{5;6;7;8
;9;10//Min:4;Max:10;Zoom//})
}
level Frete a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Frete 1' }

```

```

outflow { autodef 'Pg Frete 1' }
}
level Frete a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Frete 2' }
outflow { autodef 'Pg Frete 2' }
}
level Frete a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Frete 3' }
outflow { autodef 'Pg Frete 3' }
}
level Frete a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Frete 4' }
outflow { autodef 'Pg Frete 4' }
}
level Gastos Acum Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desemb 1' }
}
27
level Gastos Acum Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desemb 2' }
}
level Gastos Acum Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desemb 3' }
}
aux Gastos Fixos 1 {
autotype Real

```

```

autounit Reais
def 'CIF Acum 1'+ 'Desp Adm Acum 1'
}
aux Gastos Fixos 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Desp Adm Acum 2'+ 'CIF Acum 2'
}
aux Gastos Fixos 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF Acum 3'+ 'Desp Adm Acum 3'
}
aux Gastos Fixos 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF Acum 4'+ 'Desp Adm Acum 4'
}
const Gastos Pré Oper 1 {
autotype Real
unit Reais
init 20
}
const Gastos Pré Oper 2 {
autotype Real
unit Reais
init 40
}
const Gastos Pré Oper 3 {
28
autotype Real
unit Reais
init 120
}
const Gastos Pré Operac 4 {
autotype Real
unit Reais
init 400
}
aux Gastos Var 1 {
autotype Real
autounit Reais

```

```

def (ARRSUM('Desp Var 1')-'Desp Var
1'[1])*Receita Acum 1'+MOD 1**Prod Fatur
1'+MD 1**Prod Entr 0'
}
aux Gastos Var 2 {
autotype Real
autounit Reais
def (ARRSUM('Desp Var 2')-'Desp Var
2'[1])*Receita Acum 2'+MOD 2**Prod Fatur
2'+MD 2**Prod Entr 1'
}
aux Gastos Var 3 {
autotype Real
autounit Reais
def (ARRSUM('Desp Var 3')-'Desp Var
3'[1])*Receita Acum 3'+MOD 3**Prod Fatur
3'+MD 3**Prod Entr 2'
}
aux Gastos Var 4 {
autotype Real
autounit Reais
def (ARRSUM('Desp Var 4')-'Desp Var
4'[1])*Receita Acum 4'+MOD 4**Prod
Vendidos'+MD 4**Prod Entr 3'
}
level Gastos-Invest a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
outflow { autodef 'Pg GI 1' }
inflow { autodef 'Gera GI 1' }
}
level Gastos-Invest a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera GI 2' }
outflow { autodef 'Pg GI 2' }
}
29
level Gastos-Invest a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0

```

```

inflow { autodef 'Gera GI 4' }
outflow { autodef 'Pg GI 4' }
}
aux Gera CIF 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'CIF Mensal 1'
}
aux Gera CIF 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'CIF Mensal 2'
}
aux Gera CIF 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'CIF Mensal 3'
}
aux Gera CIF 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'CIF Mensal 4'
}
aux Gera Comiss 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'Desp Var 1[3]*Faturando 1**PV 1'
}
aux Gera Comiss 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 2[3]*Faturando 2**PV 2'
}
aux Gera Comiss 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 3[3]*Faturando 3**PV 3'
}
aux Gera Comiss 4 {
30
autotype Real
autounit Reais/da
def 'Desp Var 4[3]*Efetua Venda**PV 4'
}

```

```

aux Gera Desp Adm 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'Desp Adm Mensal 1'
}
aux Gera Desp Adm 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Adm Mensal 2'
}
aux Gera Desp Adm 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Adm Mensal 3'
}
aux Gera Desp Adm 4 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Adm Mensal 4'
}
aux Gera Frete 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'Desp Var 1[4]*Faturando 1**PV 1'
}
aux Gera Frete 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 2[4]*Faturando 2**PV 2'
}
aux Gera Frete 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 3[4]*Faturando 3**PV 3'
}
aux Gera Frete 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def 'Desp Var 4[4]*Efetua Venda**PV 4'
31
}
aux Gera GI 1 {
autotype Real
unit Reais/mo

```

```

def ARRSUM('Invest 1')*Faturando 1**PV 1'
}
aux Gera GI 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def ARRSUM('Invest 2')*Faturando 2**PV 2'
}
aux Gera GI 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def ARRSUM('Invest 3')*Faturando 3**PV 3'
}
aux Gera GI 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def ARRSUM('Invest 4')*Efetua Venda**PV 4'
}
aux Gera MD 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MD 1**Rec MP 1'
}
aux Gera MD 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MD 2**Entr 2'
}
aux Gera MD 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MD 3**Entr 3'
}
aux Gera MD 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MD 4**Entr 4'
}
aux Gera MOD 1 {
autotype Real
32
unit Reais/mo
def 'MOD 1**Faturando 1'
}
aux Gera MOD 2 {

```

```

autotype Real
unit Reais/mo
def 'MOD 2**Faturando 2'
}
aux Gera MOD 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MOD 3**Faturando 3'
}
aux Gera MOD 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'MOD 4**Efetua Venda'
}
aux Gera Rec 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Faturando 1**PV 1'
}
aux Gera Rec 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Faturando 2**PV 2'
}
aux Gera Rec 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Faturando 3**PV 3'
}
aux Gera Rec 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def 'Efetua Venda**PV 4'
}
aux Gera Tribut 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def 'Desp Var 1'[2]*Faturando 1**PV 1'
}
33
aux Gera Tribut 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 2'[2]*Faturando 2**PV 2'

```

```

}
aux Gera Tribut 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def 'Desp Var 3'[2]**Faturando 3**PV 3'
}
aux Gera Tribut 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def 'Desp Var 4'[2]**Efetua Venda**PV 4'
}
level GI a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera GI 3' }
outflow { autodef 'Pg GI 3' }
}
aux Infl Confiab 1 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 1'[1]+50%**Estrat
1'[3]+20%**Estrat 1'[4])*5
}
aux Infl Confiab 2 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 2'[1]+50%**Estrat
2'[3]+20%**Estrat 2'[4])*5
}
aux Infl Confiab 3 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 3'[1]+50%**Estrat
3'[3]+20%**Estrat 3'[4])*5
}
aux Infl Confiab 4 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 4'[1]+50%**Estrat
4'[3]+20%**Estrat 4'[4])*5
}
aux Infl Flex Lanc 1 {

```

34

```

autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 1'[4]+70%**Estrat 1'[5])*5
}
aux Infl Flex Lanc 2 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 2'[4]+70%**Estrat 2'[5])*5
}
aux Infl Flex Lanc 3 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 3'[4]+70%**Estrat 3'[5])*5
}
aux Infl Flex Lanc 4 {
autotype Real
unit %
def (30%**Estrat 4'[4]+70%**Estrat 4'[5])*5
}
aux Infl Flex Mix 1 {
autotype Real
unit %
def (20%**Estrat 1'[1]+30%**Estrat
1'[4]+50%**Estrat 1'[5])*5
}
aux Infl Flex Mix 2 {
autotype Real
unit %
def (20%**Estrat 2'[1]+30%**Estrat
2'[4]+50%**Estrat 2'[5])*5
}
aux Infl Flex Mix 3 {
autotype Real
unit %
def (20%**Estrat 3'[1]+30%**Estrat
3'[4]+50%**Estrat 3'[5])*5
}
aux Infl Flex Mix 4 {
autotype Real
unit %
def (20%**Estrat 4'[1]+30%**Estrat
4'[4]+50%**Estrat 4'[5])*5
}
aux Infl Flex Vol 1 {

```

```

autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 1'[1]+30%*Estrat 1'[4])*5
35
}
aux Infl Flex Vol 2 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 2'[1]+30%*Estrat 2'[4])*5
}
aux Infl Flex Vol 3 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 3'[1]+30%*Estrat 3'[4])*5
}
aux Infl Flex Vol 4 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 4'[1]+30%*Estrat 4'[4])*5
}
aux Infl Qual 1 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 1'[1]+30%*Estrat
1'[4]+20%*Estrat 1'[5])*5
}
aux Infl Qual 2 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 2'[1]+30%*Estrat
2'[4]+20%*Estrat 2'[5])*5
}
aux Infl Qual 3 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 3'[1]+30%*Estrat
3'[4]+20%*Estrat 3'[5])*5
}
aux Infl Qual 4 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 4'[1]+30%*Estrat
4'[4]+20%*Estrat 4'[5])*5
}

```

```

aux Infl Rap Entr 1 {
autotype Real
unit %
def (20%*Estrat 1'[2]+70%*Estrat
1'[3]+10%*Estrat 1'[4])*5
}
aux Infl Rap Entrega 2 {
autotype Real
36
unit %
def (20%*Estrat 2'[2]+70%*Estrat
2'[3]+10%*Estrat 2'[4])*5
}
aux Infl Rap Entrega 3 {
autotype Real
unit %
def (20%*Estrat 3'[2]+70%*Estrat
3'[3]+10%*Estrat 3'[4])*5
}
aux Infl Rap Entrega 4 {
autotype Real
unit %
def (20%*Estrat 4'[2]+70%*Estrat
4'[3]+10%*Estrat 4'[4])*5
}
aux Infl Rap Prod 1 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 1'[1]+30%*Estrat 1'[4])*5
}
aux Infl Rap Prod 2 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 2'[1]+30%*Estrat 2'[4])*5
}
aux Infl Rap Prod 3 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 3'[1]+30%*Estrat 3'[4])*5
}
aux Infl Rap Prod 4 {
autotype Real
unit %
def (70%*Estrat 4'[1]+30%*Estrat 4'[4])*5
}

```

```

}
aux Infl Rap Progr 1 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 1'[2]+30%*Estrat
1'[3]+20%*Estrat 1'[4])*5
}
aux Infl Rap Progr 2 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 2'[2]+30%*Estrat
2'[3]+20%*Estrat 2'[4])*5
}
37
aux Infl Rap Progr 3 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 3'[2]+30%*Estrat
3'[3]+20%*Estrat 3'[4])*5
}
aux Infl Rap Progr 4 {
autotype Real
unit %
def (50%*Estrat 4'[2]+30%*Estrat
4'[3]+20%*Estrat 4'[4])*5
}
aux Inform Dem 1 {
autotype Real
autounit %
def 'Estrat 1'[2]
}
aux Inform Dem 2 {
autotype Real
autounit %
def 'Estrat 2'[2]
}
aux Inform Dem 3 {
autotype Real
autounit %
def 'Estrat 3'[2]
}
aux Invest 1 {
autotype Real
unit %

```

```

dim 1..5
def 'Estrat 1'/4
doc 1 - Capacidade de Produção / Tecnologia
de Processo (Instalações Industriais - Ativo
Perm Imobilizado)
2 - Tecnologia de Informação
(Hardware/Software - Ativo Perm Imobilizado)
3 - Logística (Veículos/Equipam - Ativo Perm
Imobilizado)
4 - Capacitação das Pessoas
5 - P & D (Ativo Perm Diferido)
}
aux Invest 2 {
autotype Real
autounit %
autodim 1..5
def 'Estrat 2'/4
}
aux Invest 3 {
38
autotype Real
autounit %
autodim 1..5
def 'Estrat 3'/4
}
aux Invest 4 {
autotype Real
autounit %
autodim 1..5
def 'Estrat 4'/4
}
aux Invest AP 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
dim 1..5
def VECTOR('Invest 1'[1]/2;'Invest 1'[2];'Invest
1'[1]/2;'Invest 1'[3];'Invest 1'[5])*'Gera Rec 1'
}
aux Invest AP 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
autodim 1..5
def VECTOR('Invest 2'[1]/2;'Invest 2'[2];'Invest
2'[1]/2;'Invest 2'[3];'Invest 2'[5])*'Gera Rec 2'

```

```

}
aux Invest AP 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
dim 1..5
def VECTOR('Invest 3'[1]/2;'Invest 3'[2];'Invest
3'[1]/2;'Invest 3'[3];'Invest 3'[5])*Gera Rec 3'
}
aux Invest AP 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
autodim 1..5
def VECTOR('Invest 4'[1]/2;'Invest 4'[2];'Invest
4'[1]/2;'Invest 4'[3];'Invest 4'[5])*Gera Rec 4'
}
level Invest MKT Vendas {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Desp Mes MKT Vendas' }
}
aux IRPJ 1 {
autotype Real
39
autounit Reais
def 'LAIR 1'*TX IRPJ 1'
}
aux IRPJ 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 2'*TX IRPJ 2'
}
aux IRPJ 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 3'*Tx IRPJ 3'
}
aux IRPJ 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 4'*Tx IRPJ 4'
}
aux LAIR 1 {
autotype Real

```

```

autounit Reais
def 'Lucro Oper 1'+Rec Financ 1-'Desp
Financ 1'
doc A diferença entre o LAIR (DRE) e o Lucro
(BAL PATRIM) deve-se à aproximação das
Despesas Administrativas e Outras Despesas
Fixas (Treinam MO, Gastos
com Program de Qual) que foram adotadas
fixas embora tenham sido consideradas como
variáveis (% sobre o Fatur) para o cálculo do
Coef de Markup (K).
note A diferença entre o LAIR (DRE) e o Lucro
(BAL PATRIM) deve-se à aproximação das
Despesas Administrativas e Outras Despesas
Fixas (Treinam MO, Gastos
com Program de Qual) que foram adotadas
fixas embora tenham sido consideradas como
variáveis (% sobre o Fatur) para o cálculo do
Coef de Markup (K).
}
aux LAIR 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Oper 2'+Rec Financ 2-'Desp
Financ 2'
}
aux LAIR 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Oper 3'+Rec Financ 3-'Desp
Financ 3'
}
aux LAIR 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Lucro Operac 4'+Rec Financ 4-'Desp
Financ 4'
}
aux Lucro Liq Bal 1 {
40
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 1'-Pass Circ Tot 1-'Capital 1'
}

```

```

aux Lucro Liq Bal 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 2'-Pass Circ Tot 2'-Capital 2'
}
aux Lucro Liq Bal 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 3'-Pass Circ Tot 3'-Capital 3'
}
aux Lucro Liq Bal 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 4'-Pass Circul Tot 4'-Capital 4'
}
aux Lucro Liq DRE 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 1'-IRPJ 1'
}
aux Lucro Liq DRE 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 2'-IRPJ 2'
}
aux Lucro Liq DRE 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 3'-IRPJ 3'
}
aux Lucro Liq DRE 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'LAIR 4'-IRPJ 4'
}
aux Lucro Oper 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'MC 1'-Gastos Fixos 1'
41
}
aux Lucro Oper 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'MC 2'-Gastos Fixos 2'
}
aux Lucro Oper 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'MC 3'-Gastos Fixos 3'
}
aux Lucro Operac 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'MC 4'-Gastos Fixos 4'
}
aux Market Share 4 {
autotype Real
unit %
def
NUMBER('Prod
Vendidos')/NUMBER(ARRSUM('Dem
Linear')*Anos)/12
}
aux Markup 1 {
autotype Real
def 1/(1-ARRSUM('Desp Var 1')-Perc Lucro
1')
}
aux Markup 2 {
autotype Real
def 1/(1-ARRSUM('Desp Var 2')-Perc Lucro
2')
}
aux Markup 3 {
autotype Real
def 1/(1-ARRSUM('Desp Var 3')-Perc Lucro
3')
}
aux Markup 4 {
autotype Real
def 1/(1-ARRSUM('Desp Var 4')-Perc Lucro
4')
}
aux MC 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Receita Acum 1'-Gastos Var 1+'Var Valor
Est 1'

```

```

}
aux MC 2 {
42
autotype Real
autounit Reais
def 'Receita Acum 2'-'Gastos Var 2'+ 'Var Valor
Est 2'
}
aux MC 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Receita Acum 3'-'Gastos Var 3'+ 'Var Valor
Est 3'
}
aux MC 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Receita Acum 4'-'Gastos Var 4'+ 'Var Valor
Est 4'
}
aux MC Unit 1 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MC 1'/Prod Fatur 1'
}
aux MC Unit 2 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MC 2'/Prod Fatur 2'
}
aux MC Unit 3 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MC 3'/Prod Fatur 3'
}
aux MC Unit 4 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'MC 4'/Prod Vendidos'
}
aux MD 1 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def (1-'Desp Var 1'[2])*PV 0'

```

```

}
aux MD 2 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def (1-'Desp Var 2'[2])*PV 1'
43
}
aux MD 3 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def (1-'Desp Var 3'[2])*PV 2'
}
aux MD 4 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def (1-'Desp Var 4'[2])*PV 3'
}
level MD a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MD 1' }
outflow { autodef 'Pg MD 1' }
}
level MD a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MD 2' }
outflow { autodef 'Pg MD 2' }
}
level MD a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MD 3' }
outflow { autodef 'Pg MD 3' }
}
level MD a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MD 4' }
outflow { autodef 'Pg MD 4' }

```

```

}
aux Media Flex Lanc Prod {
autotype Real
autounit %
def GRAPHSTEP(('Infl Flex Lanc 1'+Infl Flex
Lanc 2'+Infl Flex Lanc 3'+Infl Flex Lanc
4')/4;0<<%>>;10<<%>>;{-20;-18;-15;-10;-
5;0;5;10;15;18;20//Min:-1;Max:11//}<<%
44
>>)
}
aux Media Flex Mix {
autotype Real
autounit %
def GRAPHSTEP(('Infl Flex Mix 1'+Infl Flex
Mix 2'+Infl Flex Mix 3'+Infl Flex Mix
4')/4;0<<%>>;10<<%>>;{-20;-18;-15;-10;-
5;0;5;10;15;18;20//Min:-1;Max:11//}<<%>>)
}
aux Meses {
autotype Real
unit mo
def (TIME-STARTTIME)/30<<da/mo>>
}
aux MOD 1 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 1
}
aux MOD 2 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 3
}
aux MOD 3 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 8,20
}
level MOD 3 a Pg {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MOD 3' }
}
outflow { autodef 'Pg MOD 3' }
}
aux MOD 4 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 23
}
level MOD a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
45
inflow { autodef 'Gera MOD 1' }
outflow { autodef 'Pg MOD 1' }
}
level MOD a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MOD 2' }
outflow { autodef 'Pg MOD 2' }
}
level MOD a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera MOD 4' }
outflow { autodef 'Pg MOD 4' }
}
aux Novos Consum Boca-a-Boca {
autotype Real
unit Pessoas/mo
def (Consum-INIT(Consum))/TIMESTEP*Satur
}
aux Novos Consum Invest {
autotype Real
unit Pessoas/Reais
def 0,3
}
aux Novos Consum MKT Vendas {
autotype Real
autounit Pessoas/mo
def 'Desp Mes MKT Vendas'*Novos Consum
Invest'

```

```

}
aux Outros a Pg 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 1'+Desp Admin a Pg 1'+Gastos-
Invest a Pg 1'
}
aux Outros a Pg 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 2'+Desp Adm a Pg 2'+Gastos-
Invest a Pg 2'
}
aux Outros a Pg 3 {
46
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 3'+Desp Adm a Pg 3'+GI a Pg
3'
}
aux Outros a Pg 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 4'+Desp Adm a Pg 4'+Gastos-
Invest a Pg 4'
}
aux P Equil Contab 1 {
autotype Real
unit Prod/yr
def 'Gastos Fixos 1/'(MC Unit 1)/Meses
}
aux P Equil Contab 2 {
autotype Real
unit Prod/yr
def 'Gastos Fixos 2/'(MC Unit 2)/Meses
}
aux P Equil Contab 3 {
autotype Real
unit Prod/yr
def 'Gastos Fixos 3/'(MC Unit 3)/Meses
}
aux P Equil Contab 4 {
autotype Real
unit Prod/yr

```

```

def 'Gastos Fixos 4/'(MC Unit 4)/Meses
}
aux Para Area Venda {
autotype Real
autounit Prod/mo
def DELAYPPL('Separ Prod';Tempo
Repos;0<<Prod/mo>>)*(1-'Danos Mercad')
}
aux Pass Circ Tot 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Comiss a Pg 1'+Frete a Pg 1'+MD a Pg
1'+MOD a Pg 1'+Tribut a Pg 1'+CIF a Pg
1'+Desp Admin a Pg 1'+Gastos-Invest a Pg
1'+Emprest a pg 1'
}
aux Pass Circ Tot 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 2'+Comiss a Pg 2'+Desp Adm a
Pg 2'+Frete a Pg 2'+Gastos-Invest a Pg
2'+MD a Pg 2'+MOD a Pg 2'+Tribut a Pg
2'+Emprest a pg 2'
47
}
aux Pass Circ Tot 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 3'+Comiss a Pg 3'+Desp Adm a
Pg 3'+Frete a Pg 3'+GI a Pg 3'+MD a Pg
3'+MOD 3 a Pg'+Tribut a Pg 3'+Emprest a pg
3'
}
aux Pass Circul Tot 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'CIF a Pg 4'+Comiss a Pg 4'+Desp Adm a
Pg 4'+Frete a Pg 4'+Gastos-Invest a Pg
4'+MD a Pg 4'+MOD a Pg 4'+Tribut a Pg
4'+Emprest a pg 4'
}
const Pass Exig LP 1 {
autotype Real
unit Reais

```

```

init 0
}
const Pass Exig LP 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Pass Exig LP 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
const Pass Exig LP 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
}
aux Patrim Liq 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Capital 1'+ 'Lucro Liq Bal 1'
}
aux Patrim Liq 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Capital 2'+ 'Lucro Liq Bal 2'
}
aux Patrim Liq 3 {
autotype Real
48
autounit Reais
def 'Capital 3'+ 'Lucro Liq Bal 3'
}
aux Patrim Liq 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Capital 4'+ 'Lucro Liq Bal 4'
}
aux Ped Atend 1 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Faturando 1'
}
aux Ped Atend 2 {

```

```

autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Faturando 2'
}
aux Ped Atend 3 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Faturando 3'
}
aux Ped Atend 4 {
autotype Real
autounit Prod/da
def 'Efetua Venda'
}
level Ped Atend Acum 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Atend 1' }
}
level Ped Atend Acum 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Atend 2' }
}
level Ped Atend Acum 3 {
autotype Real
unit Prod
49
init 0
inflow { autodef 'Ped Atend 3' }
}
level Ped Atend Acum 4 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Atend 4' }
}
aux Ped Progr {
autotype Real
autounit Prod/mo
dim 1..4

```

```

def {'Ped Progr 1';'Ped Progr 2';'Ped Progr
3';'Separ Prod'}
}
aux Ped Progr 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL(MIN(MAX('Progr Ped 1'-('Est
PA      1'/TIMESTEP-'Progr      Ped
1');0<<Prod/mo>>);'Prod Max 1'; MAX('Est MP
1'/TIMESTEP;0<<Prod/mo>>));'Tempo Progr
Prod 1';0<<Prod/mo>>)
}
aux Ped Progr 2 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL(MIN(MAX('Progr Ped 2'-('Est
PA      2'/TIMESTEP-'Progr      Ped
2');0<<Prod/mo>>);'Prod Max 2'; MAX('Est MP
2'/TIMESTEP;0<<Prod/mo>>));'Tempo Progr
Prod 2';0<<Prod/mo>>)
}
aux Ped Progr 3 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL(MIN(MAX('Progr Ped 3'-('Est
PA      3'/TIMESTEP-'Progr      Ped
3');0<<Prod/mo>>);'Prod Max 3';MAX('Est MP
3'/TIMESTEP;0<<Prod/mo>>));'Tempo Progr
Prod 3';0<<Prod/mo>>)
}
aux Ped Term 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL('Ped Progr 1';'T Prod 1')*(1-
'Perda Qual 1')
}
aux Ped Term 2 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL('Ped Progr 2';'T Prod
2';0<<Prod/mo>>)*(1-'Perda Q 2')
}
50
aux Ped Term 3 {

```

```

autotype Real
autounit Prod/mo
def DELAYPPL('Ped Progr 3';'T Prod
3';0<<Prod/mo>>)*(1-'Perda Q 3')
}
level Ped Vendas Acum {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Para Area Venda' }
}
level Pedidos Acum {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Requis Lojas' }
outflow { autodef 'Ped Atend 4' }
}
aux Perc Atend 1 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Entr 1'/'Dem Acum
1');0;'Prod Entr 1'/'Dem Acum 1')
}
aux Perc Atend 2 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Entr 2'/'Dem Acum
2');0;'Prod Entr 2'/'Dem Acum 2')
}
aux Perc Atend 3 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Entr 3'/'Dem Acum
3');0;'Prod Entr 3'/'Dem Acum 3')
}
aux Perc Atend 4 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Entr 4'/'Dem Acum
Consum');0;'Prod Entr 4'/'Dem Acum Consum')
}
aux Perc Defeitos 1 {
autotype Real

```

```

unit %
def IF(ISNAN('Prod Defeit Tot 1'/Prod Acum
1');0%;'Prod Defeit Tot 1'/Prod Acum 1')
}
51
aux Perc Defeitos 2 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Defeit Tot 2'/Prod Acum
2');0%;'Prod Defeit Tot 2'/Prod Acum 2')
}
aux Perc Defeitos 3 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Defeit Tot 3'/Prod Acum
3');0;'Prod Defeit Tot 3'/Prod Acum 3')
}
aux Perc Defeitos 4 {
autotype Real
unit %
def IF(ISNAN('Prod Danif Acum'/Ped Vendas
Acum');0;'Prod Danif Acum'/Ped Vendas
Acum')
}
aux Perc Entr Prazo 1 {
autotype Real
unit %
def (1-'Prod Atras 1'/Prod Entr 1')
}
aux Perc Entr Prazo 2 {
autotype Real
unit %
def (1-'Prod Atras 2'/Prod Entr 2')
}
aux Perc Entr Prazo 3 {
autotype Real
unit %
def (1-'Prod Atras 3'/Prod Entr 3')
}
aux Perc Entr Prazo 4 {
autotype Real
unit %
def (1-'Prod Atras 4'/Prod Entr 4')
}

aux Perc Lucro 1 {
autotype Real
unit %
def 10
}
aux Perc Lucro 2 {
autotype Real
autounit %
52
def 10%
}
aux Perc Lucro 3 {
autotype Real
autounit %
def 10%
}
aux Perc Lucro 4 {
autotype Real
unit %
def 10
}
aux Perc Valor Est Rec 1 {
autotype Real
unit %
def 'Est Valor 1'/Receita Acum 1'
}
aux Perc Valor Est Rec 2 {
autotype Real
unit %
def 'Est Valor 2'/Receita Acum 2'
}
aux Perc Valor Est Rec 3 {
autotype Real
unit %
def 'Est Valor 3'/Receita Acum 3'
}
aux Perc Valor Est Rec 4 {
autotype Real
unit %
def 'Est Valor 4'/Receita Acum 4'
}
aux Perda Consum {
autotype Real
unit Pessoas/mo

```

```

def 'Tx Perda Mensal'/Timestep*Consum
}
aux Perda Q 2 {
autotype Real
unit %
def ABS(NORMAL((100%-'Infl Qual 2')/10;
(100%-'Infl Qual 2')/50+0,5%))
}
aux Perda Q 3 {
53
autotype Real
unit %
def ABS(NORMAL((100%-'Infl Qual 3')/10;
(100%-'Infl Qual 3')/50+0,5%))
}
aux Perda Qual 1 {
autotype Real
unit %
def ABS(NORMAL((100%-'Infl Qual 1')/10;
(100%-'Infl Qual 1')/50+0,5%))
}
aux Pg CIF 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera CIF 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg CIF 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera CIF 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg CIF 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera CIF 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg CIF 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera CIF 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')

```

```

}
aux Pg Comiss 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Comiss 1';'Prazo Pg
Apos Fat 1')
}
aux Pg Comiss 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Comiss 2';'Prazo Pg
Apos Fat 2')
}
aux Pg Comiss 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Comiss 3';'Prazo Pg
Apos Fat 3')
54
}
aux Pg Comiss 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def DELAYPPL('Gera Comiss 4';'Prazo Pg
Apos Fat 4')
}
aux Pg Desp Adm 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Desp Adm 2';'Prazo Pg
Apos Fat 2')
}
aux Pg Desp Adm 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Desp Adm 3';'Prazo Pg
Apos Fat 3')
}
aux Pg Desp Adm 4 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Desp Adm 4';'Prazo Pg
Apos Fat 4')
}

```

```

aux Pg Desp Admin 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Desp Adm 1';'Prazo Pg
Apos Fat 1')
}
aux Pg Frete 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Frete 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg Frete 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Frete 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg Frete 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Frete 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg Frete 4 {
autotype Real
55
autounit Reais/da
def DELAYPPL('Gera Frete 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')
}
aux Pg GI 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera GI 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg GI 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera GI 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg GI 3 {

```

```

autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera GI 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg GI 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def DELAYPPL('Gera GI 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')
}
aux Pg MD 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MD 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg MD 2 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MD 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg MD 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MD 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg MD 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MD 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')
}
56
aux Pg MOD 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MOD 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg MOD 2 {
autotype Real

```

```

unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MOD 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg MOD 3 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MOD 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg MOD 4 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera MOD 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')
}
aux Pg Tribut 1 {
autotype Real
unit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Tribut 1';'Prazo Pg Apos
Fat 1')
}
aux Pg Tribut 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Tribut 2';'Prazo Pg Apos
Fat 2')
}
aux Pg Tribut 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def DELAYPPL('Gera Tribut 3';'Prazo Pg Apos
Fat 3')
}
aux Pg Tribut 4 {
autotype Real
autounit Reais/da
def DELAYPPL('Gera Tribut 4';'Prazo Pg Apos
Fat 4')
}
const Polit Preço 1 {
autotype Real
unit %

```

57

```

init 0
permanent
}
const Polit Preço 2 {
autotype Real
autounit %
init 0%
permanent
}
const Polit Preço 3 {
autotype Real
autounit %
init 0%
permanent
}
const Polit Preço 4 {
autotype Real
autounit %
init 0%
permanent
}
level Potenciais Consum {
autotype Real
unit Pessoas
init 20000
}
const Prazo Fat 0 {
autotype Real
unit da
init 60
}
const Prazo Fat 1 {
autotype Real
unit da
init 60
permanent
}
const Prazo Fat 2 {
autotype Real
unit da
init 60
permanent
}

```

58

```

const Prazo Fat 3 {
autotype Real
unit da
init 60
permanent
}
const Prazo Fat 4 {
autotype Real
unit da
init 60
permanent
}
aux Prazo Pg Apos Fat 1 {
autotype Real
autounit da
def IF('Prazo Fat 0'-T Prod 1-'Tempo Progr
Prod 1'>0<<da>>;'Prazo Fat 0'-T Prod 1-'
Tempo Progr Prod 1';0<<da>>)
}
aux Prazo Pg Apos Fat 2 {
autotype Real
autounit da
def IF('Prazo Fat 1'-T Prod 2-'Tempo Progr
Prod 2'>0<<da>>;'Prazo Fat 1'-T Prod 2-'
Tempo Progr Prod 2';0<<da>>)
}
aux Prazo Pg Apos Fat 3 {
autotype Real
autounit da
def IF('Prazo Fat 2'-T Prod 3-'Tempo Progr
Prod 3'>0<<da>>;'Prazo Fat 2'-T Prod 3-'
Tempo Progr Prod 3';0<<da>>)
}
aux Prazo Pg Apos Fat 4 {
autotype Real
autounit da
def IF('Prazo Fat 3'-Tempo Repos'-Tempo
Transm Pedidos'>0<<da>>;'Prazo Fat 3'-
Tempo Repos'-Tempo Transm
Pedidos';0<<da>>)
}
aux Prazo Rec Apos Pg 1 {
autotype Real
autounit da
def 'Prazo Fat 1'-'Prazo Pg Apos Fat 1'
}
aux Prazo Rec Apos Pg 2 {
autotype Real
autounit da
def 'Prazo Fat 2'-'Prazo Pg Apos Fat 2'
}
aux Prazo Rec Apos Pg 3 {
59
autotype Real
autounit da
def 'Prazo Fat 3'-'Prazo Pg Apos Fat 3'
}
aux Prazo Rec Apos Pg 4 {
autotype Real
autounit da
def 'Prazo Fat 4'-'Prazo Pg Apos Fat 4'
}
aux Prev Dem Anual {
autotype Real
autounit Prod
def 'Fator Mult Dem'*ARRSUM('Dem
Linear')*1<<mo>>
}
level Prod Acum 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Term 1' }
}
level Prod Acum 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Term 2' }
}
level Prod Acum 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Ped Term 3' }
}
level Prod Atras 1 {
autotype Real

```

```

unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp Atras 1' }
}
level Prod Atras 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp Atras 2' }
60
}
level Prod Atras 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp Atras 3' }
}
level Prod Atras 4 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp Atras 4' }
}
aux Prod Danif {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Para Area Venda'*'Danos Mercad'
}
level Prod Danif Acum {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Prod Danif' }
}
aux Prod Defeit 1 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Ped Term 1'*'Perda Qual 1'
}
aux Prod Defeit 2 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Ped Term 2'*'Perda Q 2'
}

```

```

aux Prod Defeit 3 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def 'Ped Term 3'*'Perda Q 3'
}
level Prod Defeit Tot 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
61
inflow { autodef 'Prod Defeit 1' }
}
level Prod Defeit Tot 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Prod Defeit 2' }
}
level Prod Defeit Tot 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Prod Defeit 3' }
}
level Prod Entr 0 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Rec MP 1' }
}
level Prod Entr 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp 1' }
}
level Prod Entr 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp 2' }
}
level Prod Entr 3 {
autotype Real

```

```

unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp 3' }
}
level Prod Entr 4 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Transp 4' }
62
}
level Prod Entr Rec 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Receb 1' }
}
level Prod Entr Rec 2 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Receb 2' }
}
level Prod Entr Rec 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Receb 3' }
}
level Prod Entr Rec 4 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Receb 4' }
}
level Prod Fatur 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Faturando 1' }
}
level Prod Fatur 2 {
autotype Real
unit Prod

```

```

init 0
inflow { autodef 'Faturando 2' }
}
level Prod Fatur 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Faturando 3' }
}
63
aux Prod Max {
autotype Real
autounit Prod/mo
autodim 1..4
def RUNMAX('Ped Progr')
}
aux Prod Max 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def GRAPHSTEP('Infl Flex Vol
1';0%;10%;{50;75;100;150;200;225;250;275;3
00//Min:0;Max:300//}<<Prod/mo>>)
}
aux Prod Max 2 {
autotype Real
unit Prod/mo
def GRAPHSTEP('Infl Flex Vol
2';0%;10%;{50;75;100;150;175;200;225;250;2
75;300//Min:0;Max:300//}<<Prod/mo>>)
}
aux Prod Max 3 {
autotype Real
unit Prod/mo
def GRAPHSTEP('Infl Flex Vol
3';0%;10%;{50;75;100;115;125;150;175;200;2
25;250;300//Min:0;Max:300//}<<Prod/mo>>)
}
aux Prod Min {
autotype Real
autounit Prod/mo
autodim 1..4
def RUNMIN('Ped Progr')
}
level Prod Vendidos {

```

```

autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Efetua Venda' }
}
level Progr Acum 1 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 1' }
outflow { autodef 'Ped Atend 1' }
}
level Progr Acum 2 {
autotype Real
unit Prod
64
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 2' }
outflow { autodef 'Ped Atend 2' }
}
level Progr Acum 3 {
autotype Real
unit Prod
init 0
inflow { autodef 'Progr Ped 3' }
outflow { autodef 'Ped Atend 3' }
}
aux Progr Ped 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def ('Ped Progr 2*(0,2-'Inform Dem 1')+ 'Dem
Cons Final'*'Inform Dem 1')*5
}
aux Progr Ped 2 {
autotype Real
unit Prod/mo
def ('Ped Progr 3*(0,2-'Inform Dem 2')+ 'Dem
Cons Final'*'Inform Dem 2')*5
}
aux Progr Ped 3 {
autotype Real
unit Prod/mo
def ('Separ Prod*(0,2-'Inform Dem 3')+ 'Dem
Cons Final'*'Inform Dem 3')*5
}
}
aux PV 0 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 2,30
}
aux PV 1 {
autotype Real
unit Reais/Prod
def (1+'Polit Preço 1')*PV Teo 1'
}
aux PV 2 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def (1+'Polit Preço 2')*PV Teo 2'
}
aux PV 3 {
autotype Real
65
unit Reais/Prod
def (1+'Polit Preço 3')*PV Teo 3'
}
aux PV 4 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def (1+'Polit Preço 4')*PV Teo 4'
}
aux PV Consum {
autotype Real
unit Reais/Prod
def 120
}
aux PV Teo 1 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'CP 1'*Markup 1'
}
aux PV Teo 2 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'CP 2'*Markup 2'
}
aux PV Teo 3 {
autotype Real

```

```

autounit Reais/Prod
def 'CP 3'*Markup 3'
}
aux PV Teo 4 {
autotype Real
autounit Reais/Prod
def 'CP 4'*Markup 4'
}
aux Qual 1 {
autotype Real
def GRAPHSTEP ('Perc Defeitos
1';0%;1%;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;7;6,5;6;5//Min:4;
Max:10//})
}
aux Qual 2 {
autotype Real
def GRAPHSTEP ('Perc Defeitos
2';0%;1%;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;7;6,5;6;5//Min:4;
Max:10//})
}
aux Qual 3 {
autotype Real
66
def GRAPHSTEP ('Perc Defeitos
3';0%;1%;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;7;6,5;6;5//Min:4;
Max:10//})
}
aux Qual 4 {
autotype Real
def GRAPHSTEP ('Perc Defeitos
4';0%;1%;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;7;6,5;6;5//Min:4;
Max:10//})
}
aux Qual Consum {
autotype Real
def 8
}
aux Rapid 1 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Tempo Tot Med
1';34<<da>>;1<<da>>;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;6;5
//Min:5;Max:10//})
}
aux Rapid 2 {

```

```

autotype Real
def GRAPHSTEP('Tempo Tot Med
2';34<<da>>;1<<da>>;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;7;6;5
//Min:5;Max:10//})
}
aux Rapid 3 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Tempo Tot Med
3';34<<da>>;1<<da>>;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;6;5
//Min:5;Max:10//})
}
aux Rapid 4 {
autotype Real
def GRAPHSTEP('Tempo Tot Med
4';34<<da>>;1<<da>>;{10;9,5;9;8,5;8;7,5;6;5
//Min:5;Max:10//})
}
aux Rapidez Consum {
autotype Real
def 10
}
aux Rec Fin Mes 1 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def IF('Conta 1'>0<<Reais>>; 'Conta 1'*Tx
Juros Aplic'; 0<<Reais/mo>>)
}
aux Rec Fin Mes 2 {
autotype Real
autounit Reais/mo
def IF('Conta 2'>0<<Reais>>; 'Conta 2'*Tx
Juros Aplic'; 0<<Reais/mo>>)
}
aux Rec Fin Mes 3 {
autotype Real
autounit Reais/mo
67
def IF('Conta 3'>0<<Reais>>; 'Conta 3'*Tx
Juros Aplic'; 0<<Reais/mo>>)
}
aux Rec Fin Mes 4 {
autotype Real
autounit Reais/mo

```

```

def IF('Conta 4'>0<<Reais>>; 'Conta 4'*Tx
Juros Aplic'; 0<<Reais/mo>>)
}
level Rec Financ 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Rec Fin Mes 1' }
}
level Rec Financ 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Rec Fin Mes 2' }
}
level Rec Financ 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Rec Fin Mes 3' }
}
level Rec Financ 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Rec Fin Mes 4' }
}
aux Rec MP 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def PULSEIF(INIT('Est MP 1')-'Est MP
1'>100<<Prod>>;200<<Prod>>)
}
aux Receb 1 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL('Faturando 1';'Prazo Fat
1';0<<Prod/mo>>)
}
aux Receb 2 {
autotype Real
68
autounit Prod/mo

```

```

def DELAYPPL('Faturando 2';'Prazo Fat
2';0<<Prod/mo>>)
}
aux Receb 3 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def DELAYPPL('Faturando 3';'Prazo Fat
3';0<<Prod/mo>>)
}
aux Receb 4 {
autotype Real
autounit Prod/da
def DELAYPPL('Efetua Venda';'Prazo Fat
4';0<<Prod/mo>>)
}
aux Receita Acum 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Prod Fatur 1'*PV 1'
}
aux Receita Acum 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Prod Fatur 2'*PV 2'
}
aux Receita Acum 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Prod Fatur 3'*PV 3'
}
aux Receita Acum 4 {
autotype Real
unit Reais
def 'Prod Vendidos'*PV 4'
}
aux Requis Lojas {
autotype Real
unit Prod/mo
def 'Dem Cons Final'
}
aux ROE Perc 1 {
autotype Real
unit %

```

```

def IF('Lucro Liq Bal 1'<0<<Reais>>;1-(1-
'Lucro Liq Bal 1'/Capital
1)^(1/Anos);((1+'Lucro Liq Bal 1'/(Capital
1))^(1/Anos))-1)
}
69
aux ROE Perc 2 {
autotype Real
unit %
def IF('Lucro Liq Bal 1'<0<<Reais>>;1-(1-
'Lucro Liq Bal 2'/Capital
2)^(1/Anos);((1+'Lucro Liq Bal 2'/(Capital
2))^(1/Anos))-1)
}
aux ROE Perc 3 {
autotype Real
unit %
def IF('Lucro Liq Bal 1'<0<<Reais>>;1-(1-
'Lucro Liq Bal 3'/Capital
3)^(1/Anos);((1+'Lucro Liq Bal 3'/(Capital
3))^(1/Anos))-1)
}
aux ROE Perc 4 {
autotype Real
unit %
def IF('Lucro Liq Bal 1'<0<<Reais>>;1-(1-
'Lucro Liq Bal 4'/Capital
4)^(1/Anos);((1+'Lucro Liq Bal 4'/(Capital
4))^(1/Anos))-1)
}
aux Satur {
autotype Real
def MIN(1;'Potenciais
Consum'/INIT('Potenciais Consum'))
}
const Sel Dem 1 {
autotype Real
init 1
permanent
}
const Sel Dem 2 {
autotype Real
init 1
permanent
}
}
aux Separ Prod {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL(MIN(MAX('Requis Lojas'-'Est
Area Venda'/TIMESTEP-'Requis
Lojas');0<<Prod/mo>>);'Capac Max';MAX('Est
Centro Distrib'/TIMESTEP;0<<Prod/mo>
>));'Tempo Transm Pedidos';0<<Prod/mo>>)
}
aux T Prod 1 {
autotype Real
unit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Prod
1';0%;15%;{21;22;23;26;30;34;38;42//Min:20;
Max:40//}<<da>>)
}
aux T Prod 2 {
autotype Real
autounit da
70
def GRAPHSTEP('Infl Rap Prod
2';0%;20%;{20;25;30;35;40//Min:20;Max:40//}<
<da>>)
}
aux T Prod 3 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Prod
3';0%;20%;{20;25;30;35;40//Min:20;Max:40//}<
<da>>)
}
aux Tempo Atravess CS {
autotype Real
autounit da
def ARRSUM('Tempo Tot Vetor')
}
aux Tempo Cash to Cash CS {
autotype Real
autounit da
def 'Tempo Atravess CS'+Prazo Fat 4'-Prazo
Fat 0'
}
aux Tempo Med Transp 1 {

```

```

autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Entr
1';0%;20%;{15;12;9;6;3//Min:0;Max:8//}<<da>>
)
}
aux Tempo Med Transp 2 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Entrega
2';0%;20%;{15;12;9;6;3//Min:0;Max:8//}<<da>>
)
}
aux Tempo Med Transp 3 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Entrega
3';0%;20%;{15;12;9;6;3//Min:0;Max:8//}<<da>>
)
}
aux Tempo Med Transp 4 {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Prod
4';0%;20%;{15;12;9;6;3//Min:0;Max:8//}<<da>>
)
}
const Tempo Prod 1 {
autotype Real
unit da
init 30
permanent
}
71
const Tempo Prod 2 {
autotype Real
unit da
init 60
permanent
}
const Tempo Prod 3 {
autotype Real
unit da
init 15

```

```

permanent
}
const Tempo Prod 4 {
autotype Real
unit da
init 15
permanent
}
aux Tempo Progr Prod 1 {
autotype Real
unit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Progr
1';0%;20%;{6;5;4;3;2//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Tempo Progr Prod 2 {
autotype Real
unit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Progr
2';0%;20%;{6;5;4;3;2//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Tempo Progr Prod 3 {
autotype Real
unit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Progr
3';0%;20%;{6;5;4;3;2//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Tempo Repos {
autotype Real
autounit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Prod
4';0%;20%;{20;25;30;35;40//Min:20;Max:40//}<
<da>>)
}
aux Tempo Tot 1 {
autotype Real
autounit da
def 'Tempo Progr Prod 1'+Tempo Transp
1+'(Tempo Prod 1*'CH Tempo'+T Prod 1*(1-
'CH Tempo'))
}
72
aux Tempo Tot 2 {
autotype Real
autounit da

```

```

def 'Tempo Progr Prod 2'+Tempo Transp
2+('Tempo Prod 2'*CH Tempo'+T Prod 2*(1-
'CH Tempo'))
}
aux Tempo Tot 3 {
autotype Real
autounit da
def 'Tempo Progr Prod 3'+Tempo Transp
3+('Tempo Prod 3'*CH Tempo'+T Prod 3*(1-
'CH Tempo'))
}
aux Tempo Tot 4 {
autotype Real
autounit da
def 'Tempo Transm Pedidos'+Tempo Transp
4+('Tempo Prod 4'*CH Tempo'+Tempo
Repos*(1-'CH Tempo'))
}
aux Tempo Tot Med 1 {
autotype Real
autounit da
def RUNAVERAGE('Tempo Tot 1')
}
aux Tempo Tot Med 2 {
autotype Real
autounit da
def RUNAVERAGE('Tempo Tot 2')
}
aux Tempo Tot Med 3 {
autotype Real
autounit da
def RUNAVERAGE('Tempo Tot 3')
}
aux Tempo Tot Med 4 {
autotype Real
autounit da
def RUNAVERAGE('Tempo Tot 4')
}
aux Tempo Tot Vetor {
autotype Real
autounit da
dim 1..4
def VECTOR('Tempo Tot Med 1';'Tempo Tot
Med 2';'Tempo Tot Med 3';'Tempo Tot Med 4')
}
}
aux Tempo Transm Pedidos {
autotype Real
73
unit da
def GRAPHSTEP('Infl Rap Progr
4';0%;20%;{6;5;4;3;2//Min:0;Max:8//}<<da>>)
}
aux Tempo Transp 1 {
autotype Real
unit da
def ABS(NORMAL('Tempo Med Transp
1';'Desv Transp 1'))
}
aux Tempo Transp 2 {
autotype Real
unit da
def ABS(NORMAL('Tempo Med Transp
2';'Desv Transp 2'))
}
aux Tempo Transp 3 {
autotype Real
unit da
def ABS(NORMAL('Tempo Med Transp
3';'Desv Transp 3'))
}
aux Tempo Transp 4 {
autotype Real
unit da
def ABS(NORMAL('Tempo Med Transp
4';'Desv Transp 4'))
}
aux Total Ativo 1 {
autotype Real
autounit Reais
def ARRSUM('Ativo Perm 1')+Caixa 1'+Est
Valor 1'+Gastos Pré Oper 1'+Valor a Rec 1'
}
aux Total Ativo 2 {
autotype Real
autounit Reais
def ARRSUM('Ativo Perm 2')+Caixa 2'+Est
Valor 2'+Gastos Pré Oper 2'+Valor a Rec 2'
}
}

```

```

aux Total Ativo 3 {
autotype Real
unit Reais
def ARRSUM('Ativo Perm 3')+Caixa 3+'Est
Valor 3'+Gastos Pré Oper 3+'Valor a Rec 3'
}
aux Total Ativo 4 {
autotype Real
autounit Reais
def ARRSUM('Ativo Perm 4')+Caixa 4+'Est
Valor 4'+Gastos Pré Operac 4+'Valor a Rec 4'
}
74
aux Total Pass-PL 1 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 1'
}
aux Total Pass-PL 2 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 2'
}
aux Total Pass-PL 3 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 3'
}
aux Total Pass-PL 4 {
autotype Real
autounit Reais
def 'Total Ativo 4'
}
aux Transp 1 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def DELAYPPLMTR('Faturando 1';Tempo
Transp 1';3000<<da>>)
}
aux Transp 2 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def DELAYPPLMTR('Faturando 2';Tempo
Transp 2';3000<<da>>)

```

```

}
aux Transp 3 {
autotype Real
unit Prod/mo
def DELAYPPL('Faturando 3';Tempo Transp
3')
}
aux Transp 4 {
autotype Real
autounit Prod/da
def DELAYPPL('Efetua Venda';Tempo Transp
4')
}
aux Transp Atras 1 {
autotype Real
autounit Prod/mo
75
def IF('Tempo Transp 1'>'Tempo Med Transp
1'+2<<da>>';Faturando 1';0<<Prod/mo>>)
}
aux Transp Atras 2 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def IF('Tempo Transp 2'>'Tempo Med Transp
2'+2<<da>>';Faturando 2';0<<Prod/mo>>)
}
aux Transp Atras 3 {
autotype Real
autounit Prod/mo
def IF('Tempo Transp 3'>'Tempo Med Transp
3'+2<<da>>';Faturando 3';0<<Prod/mo>>)
}
aux Transp Atras 4 {
autotype Real
autounit Prod/da
def IF('Tempo Transp 4'>'Tempo Med Transp
4'+2<<da>>';Efetua Venda';0<<Prod/mo>>)
}
level Tribut a Pg 1 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Tribut 1' }
outflow { autodef 'Pg Tribut 1' }

```

```

}
level Tribut a Pg 2 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Tribut 2' }
outflow { autodef 'Pg Tribut 2' }
}
level Tribut a Pg 3 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Tribut 3' }
outflow { autodef 'Pg Tribut 3' }
}
level Tribut a Pg 4 {
autotype Real
unit Reais
init 0
inflow { autodef 'Gera Tribut 4' }
76
outflow { autodef 'Pg Tribut 4' }
}
const TX IRPJ 1 {
autotype Real
unit %
init 25
}
const TX IRPJ 2 {
autotype Real
autounit %
init 25%
}
const Tx IRPJ 3 {
autotype Real
autounit %
init 25%
}
const Tx IRPJ 4 {
autotype Real
unit %
init 25
}
const Tx Juros Aplic {

```

```

autotype Real
unit %/mo
init 1
permanent
}
const Tx Juros Banco {
autotype Real
unit %/mo
init 3
permanent
}
aux Tx Perda Mensal {
autotype Real
unit %
def 'Deficit 4-Cons'/1000
}
aux Valor a Rec 1 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Prod Fatur 1'-'Prod Entr Rec 1')*PV 1'
77
}
aux Valor a Rec 2 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Prod Fatur 2'-'Prod Entr Rec 2')*PV 2'
}
aux Valor a Rec 3 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Prod Fatur 3'-'Prod Entr Rec 3')*PV 3'
}
aux Valor a Rec 4 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Prod Vendidos'-'Prod Entr Rec 4')*PV 4'
}
aux Var Valor Est 1 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Est PA 1'-INIT('Est PA 1'))*70%*PV
1+'(Est Process 1'-INIT('Est Process
1'))*50%*PV 1+'(Est MP 1'-INIT('Est MP
1'))*MD 1'

```

```

}
aux Var Valor Est 2 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Est PA 2'-INIT('Est PA 2'))*70%*PV
2+'(Est Process 2'-INIT('Est Process
2'))*50%*PV 2+'(Est MP 2'-INIT('Est MP
2'))*MD 2'
}
aux Var Valor Est 3 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Est PA 3'-INIT('Est PA 3'))*70%*PV
3+'(Est Process 3'-INIT('Est Process
3'))*50%*PV 3+'(Est MP 3'-INIT('Est MP
3'))*MD 3'
}
aux Var Valor Est 4 {
autotype Real
autounit Reais
def ('Est Area Venda'-INIT('Est Area
Venda'))*70%*PV 4+'(Est Depos Lojas'-
INIT('Est Depos Lojas'))*50%*PV 4+'(Est
Centro Distrib'-INIT('Est Centro Distrib'))*MD
4'
}
aux Var-Med {
autotype Real
autodim 1..4
def 'Est Variab'/Est PA Med'
}
aux Vetor 4 {
autotype Real
78
dim 1..4
def {'Rapid 4';'Confiabilidade 4';'Qual 4';'Flexib
4'}
}
aux Vetor Consum {
autotype Real
dim 1..4
def {'Rapidez Consum';'Confiab Consum';'Qual
Consum';'Flex Consum'}
}

```

```

const Vetor Infl 1 {
autotype Real
autounit %
dim 1..8
init VECTOR('Infl Rap Prod 1';'Infl Rap Progr
1';'Infl Rap Entr 1';'Infl Confiab 1';'Infl Qual
1';'Infl Flex Vol 1';'Infl Flex Mix 1';'Infl Flex Lanc
1')
}
const Vetor Infl 2 {
autotype Real
autounit %
autodim 1..8
init VECTOR('Infl Rap Prod 2';'Infl Rap Progr
2';'Infl Rap Entrega 2';'Infl Confiab 2';'Infl Qual
2';'Infl Flex Vol 2';'Infl Flex Mix 2';'Infl Flex Lanc
2')
}
const Vetor Infl 3 {
autotype Real
autounit %
autodim 1..8
init VECTOR('Infl Rap Prod 3';'Infl Rap Progr
3';'Infl Rap Entrega 3';'Infl Confiab 3';'Infl Qual
3';'Infl Flex Vol 3';'Infl Flex Mix 3';'Infl Flex Lanc
3')
}
const Vetor Infl 4 {
autotype Real
autounit %
autodim 1..8
init VECTOR('Infl Rap Prod 4';'Infl Rap Progr
4';'Infl Rap Entrega 4';'Infl Confiab 4';'Infl Qual
4';'Infl Flex Vol 4';'Infl Flex Mix 4';'Infl Flex Lanc
4')
}
}
range i {
def 1..4
}
unit Pessoas {
def ATOMIC
}
unit Prod {

```

```
def ATOMIC
}
unit Reais {
79
def ATOMIC
}
80
```