

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA DA CADEIA LOGÍSTICA INTEGRADA  
UTILIZANDO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)**

**Tese de Doutorado**

Doutorando: **Iglê Santos Pequeno**, M.Sc.  
Orientador: Prof. **Carlos Manuel Taboada Rodriguez**, Dr.

**Florianópolis**

**2003**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA DA CADEIA LOGÍSTICA INTEGRADA  
UTILIZANDO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)**

Doutorando: **Iglê Santos Pequeno**, M.Sc.  
Orientador: Prof. **Carlos Manuel Taboada Rodriguez**, Dr.

**Tese de Doutorado** apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Engenharia de Produção do  
Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para o grau de  
Doutor em Engenharia de Produção

**Florianópolis  
2003**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO**

IGLÊ SANTOS PEQUENO

UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA DA CADEIA LOGÍSTICA INTEGRADA  
UTILIZANDO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Doutor

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – UFSC

Moderador : Prof. Mauricio Pereira – Doutor

Departamento de Administração – UFSC

Membros: Prof. Sergio Ronaldo Granemann – Doutor

União Educacional de Brasília – UNEB

Prof. Fernando Ribeiro de Melo Nunes– Doutor

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Jovane Medina Azevedo- Doutor

Faculdade Estácio de Sá de Santa Catarina

Florianópolis, 30 de junho de 2003.

*A mente é um processador de informações. Informações são objetos exteriores, estranhos à mente. A mente os transforma em objetos interiores, isto é, pensáveis. Pelo pensamento, as informações são assimiladas, tornam-se da mesma substância da mente. O pensamento estranho se torna pensamento compreendido.*

**Rubem Alves**

(ALVES, 2002)

### **Agradecimentos**

Aos familiares, aos amigos, às pessoas queridas, aos professores e às instituições.

Aos familiares, por entenderem e incentivarem.

Aos amigos, pelo estímulo.

Às pessoas queridas, pelas faltas cometidas.

Aos professores pela instigação, pela paciência e pela dedicação e, em especial, ao professor orientador, pela oportunidade.

Por fim, às instituições pela oportunidade de concluir este trabalho, em particular, à PUC-PR.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	ix
<b>LISTA DE QUADROS</b>	xi
<b>LISTA DE REDUÇÕES, ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	xii
<b>RESUMO</b>	xiii
<b><i>ABSTRACT</i></b>	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	01
1.1 UMA PRIMEIRA VISÃO	01
1.2 A RAZÃO DA COMPETITIVIDADE	06
1.3 A ESCOLHA DAS FERRAMENTAS	12
1.4 TEMA DA PESQUISA	16
<b>2. O PROBLEMA A SER PESQUISADO</b>	22
2.1 CONCEITOS INICIAIS	26
2.1.1 Logística	26
2.1.2 Supply Chain Management	27
2.1.3 Estratégia Empresarial	29
2.1.4 Teoria das Restrições	30
2.1.5 Intervenção Organizacional	32
2.2 JUSTIFICATIVAS E ORIGINALIDADE DA PESQUISA	35

2.3 RESULTADOS ESPERADOS E CONTRIBUIÇÕES POTENCIAIS DO TRABALHO _____	43
<b>3. OBJETIVOS, HIPÓTESES E LIMITAÇÕES _____</b>	<b>48</b>
3.1 OBJETIVOS _____	48
3.1.1 Objetivo Geral _____	49
3.1.2 Objetivos Específicos _____	49
3.2 HIPÓTESE _____	50
3.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA _____	51
<b>4. CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS E REVISÃO DA LITERATURA _____</b>	<b>54</b>
4.1 A PERSPECTIVA INSTITUCIONAL _____	57
4.2 A VISÃO LOGÍSTICA _____	65
4.3 O PROCESSO OPERACIONAL (TEORIA DAS RESTRIÇÕES) _____	73
<b>5. METODOLOGIA APLICADA _____</b>	<b>83</b>
5.1 A METODOLOGIA DE ABORDAGEM _____	84
5.2 A METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO _____	87
5.3 A METODOLOGIA DE VERIFICAÇÃO _____	90

<b>6. PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE</b>	
<b>UM <i>SUPPLY CHAIN</i></b>	<b>93</b>
6.1 Características básicas de um modelo	93
6.2 Caracterização da Conjuntura Aplicável	98
6.3 Os elementos estruturais do modelo	101
6.4 Os elementos processuais do modelo	103
6.5 Uma proposta de um modelo completo	105
6.6 A construção estratégica de um <i>Supply Chain</i>	108
6.7 A funcionalidade da cadeia logística	113
6.8 Um indicador único de mensuração	122
6.9 A adequação estratégica do Modelo	126
6.10 A otimização do <i>Supply Chain</i> pela metodologia TOC	127
6.11 Adequação do modelo a situações reais	141
<b>7. TESTE DO MODELO</b>	<b>144</b>
7.1 A simulação quantitativa do modelo	145
7.2 A percepção qualitativa do processo de otimização	155
7.3 Os resultados dos testes do modelo	158
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>160</b>

9. BIBLIOGRAFIA _____	165
10. ANEXOS _____	172
10.1 Simulação do Modelo _____	173
10.2 Roteiro de Entrevista para Teste de Crítica _____	205

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As fronteiras da Competitividade _____	04
Figura 2 – Estratégia Competitiva de Longo Prazo nas Empresas _____	11
Figura 3 – A Relação de Elos entre as Diversas Logísticas _____	18
Figura 4 – A Visão Gráfica Básica da Teoria das Restrições _____	20
Figura 5 – O modelo Fabbe-Costes de Integração Logística-Estratégia nas Empresas _____	25
Figura 6 – Amplitudes de Visão dos Supply Chain, segundo a Perspectiva TOC _____	41
Figura 7 – A Logística como Atividade-Fim e Recurso Estratégico _____	45
Figura 8 – Estruturação das Áreas de Conhecimento do Estudo _____	55
Figura 9 – As Escolas de Estratégia Corporativa _____	64
Figura 10 – As Ameaças segundo o Modelo Porter _____	66
Figura 11 – Evolução da Logística _____	70
Figura 12 – A Analogia Tambor – Pulmão - Corda _____	76
Figura 13 – Panorama Atual da TOC _____	78
Figura 14 - Representação Gráfica da Metodologia de Abordagem _____	86
Figura 15 – Representação Gráfica da Metodologia Utilizada _____	88
Figura 16 – O Modelo Gráfico do Teste Adotado _____	92
Figura 17 – O Sistema “Caixa Preta” _____	95

Figura 18 – A Composição Estrutural e Processual de uma Cadeia Logística _____	102
Figura 19 – Equalização de Elementos Estruturais e Processuais numa Cadeia Logística _____	103
Figura 20 – O Modelo de Otimização / TOC do <i>Supply Chain</i> _____	105
Figura 21 - Resumo dos Parâmetros Utilizados na Mensuração do Modelo _____	118
Figura 22 – As Ponderações de Kaplan _____	121
Figura 23 – Otimização da $f(\Phi)$ _____	123
Figura 24 – As Fórmulas de Cálculo da Dimensão Única _____	125
Figura 25 – A Ponderação Estratégica de $f(\Phi)$ _____	127
Figura 26 – Fluxograma do Processo TOC no Modelo _____	129
Figura 27 - Sistema de Definição de $f(\Phi)$ _____	130
Figura 28 – Aplicação dos Índices à Cadeia Logística _____	131
Figura 29 – Identificação das Restrições da Cadeia Logística _____	132
Figura 30 – A Exploração da Restrição _____	133
Figura 31 – Ideograma da Subordinação da Cadeia à Restrição _____	134
Figura 32 – A Elevação da Restrição _____	136
Figura 33 – Uma nova Restrição _____	137
Figura 34 – Nova Subordinação da Cadeia à Restrição _____	138
Figura 35 – Decomposição das Variáveis _____	142

Figura 36 – Exemplo de Par de Alternativa _____	147
Figura 37 – Notação do Modelo para o Cenário de Informações _____	149
Figura 38 - Estrutura Gráfica da Cadeia antes da Melhoria _____	150
Figura 39 - Estrutura Gráfica da Cadeia após Melhoria _____	152
Figura 40 - Mensurações do Processo de Otimização TOC da Cadeia Logística _____	154

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Usos da TI na Logística _____	23
Quadro 2 – Capacidades Estratégicas Classe Mundial _____	33
Quadro 3 – Trabalhos Acadêmicos Correlatos ou Assemelhados _____	42
Quadro 4 – Ponderação Estratégica Utilizada _____	146
Quadro 5 – Levantamento de Desperdício da Cadeia Logística Original ____	151
Quadro 6 – Levantamento de Desempenho da Cadeia Logística Melhorada _____	153

## LISTA DE REDUÇÕES, ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	Centro de Distribuição
CLM	<i>Council of Logistics Management</i>
DRP	<i>Distribution Resource Planning</i>
ECR	<i>Efficient Consumer Response</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
GDR	Gerenciamento das Restrições
GIS	<i>Geographical Information System</i>
GR	Gestão das Restrições
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MLT	<i>Manufacturing Lead Times</i>
MRP I	Material Requirements Planning
MRP II	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
QR	<i>Quick Reponse</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SWOT	<i>Strengts, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TCP	Tambor-Corda-Pulmão
TI	Tecnologia da Informação
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
WCL	<i>World Class Logistics</i>
WIP	<i>Work-in-Process Inventory</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

## RESUMO

Busca-se neste trabalho a constatação de que há uma identidade conceitual, técnica e de premissas entre os conceitos de cadeia logística e do método de otimização de cadeias lineares denominado de Teoria das Restrições, de tal maneira a se poder elaborar um modelo de otimização da atuação logística nas chamadas redes *Supply Chain* em seus níveis estratégico, gerencial-funcional e operacional. Esta possibilidade se revela bastante importante tanto empresarialmente como do ponto de vista conceitual dentro da perspectiva de que a Logística vem se constituindo crescentemente como importante variável funcional para o processo de alcançar a competitividade necessária num mundo globalmente concorrencial. Firmadas esta hipótese e propósitos, o trabalho procura estabelecer as bases conceituais a serem utilizadas para a construção de um modelo que agregue os três níveis de abordagem da questão logística: o estratégico, o funcional e o operacional. A utilização de conceitos de convergência de mensurações permite que seja possível a utilização de variáveis de dimensões diferentes. Este processo de mensuração permite também verificar a possibilidade de uso das propostas na geração de um *benchmarking* interno. A interação destes três níveis permitiu que o modelo proposto, num processo de iterações, indicasse modificações no desenho da cadeia logística, principalmente no que trata dos chamados elementos estruturais da rede. A construção do modelo, de natureza matemática, permite a realização de simulações que comprovam a tese proposta, ou seja, que a hipótese de trabalho seja aceita. Além da confirmação da hipótese, observa-se um conjunto de características ou benefícios adicionais, que permite inferir que aperfeiçoamentos do modelo podem ser desenvolvidos, com amplas aplicações empíricas e acadêmicas.

**Palavras-Chave:** Logística, Teoria das Restrições, Estratégia Empresarial, Cadeias Logísticas, Competitividade, Mensuração, Modelos de Otimização.

## **ABSTRACT**

*The purpose of this work is to verify the existence of a conceptual identity, technique and premises among the concepts of chain logistics and the optimization of linear chains method denominated of Theory of Constraints (TOC) and, to examine its applicability to Supply Chains in order to elaborate a logistics performance optimization model considering strategic, managerial-functional and operational issues. The value of this studies either for enterprises or conceptually is reinforced by fast growing importance as a functional variable of the global competitiveness process in a competitive world. Under this hypothesis and adopting these purposes, this work attempts to establish the conceptual bases for the construction of a model that combines the three levels of logistics approach: strategic, functional and operational. The use of concepts of convergence measurement allows the use of variables of different dimensions. This measurement process also allows the verification of the possibility of proposal's applicability to the generation of an internal benchmarking. The interaction of these three levels allowed the proposed model, in a process of iterations, to indicate modifications in the chain logistics drawing, mainly on the structural elements of the net. The construction of the model, of mathematics nature, allows the accomplishment of simulations that support the proposed thesis, in other words, that the work main hypothesis is accepted. Besides the confirmation of the hypothesis, a group of characteristics or additional benefits is observed, which allows inferring that improvements can be developed, with wide empiric and academic applications.*

**Key-words:** *Logistics, Theory of Constraints, Managerial Strategy, Logistics Chains, Competitiveness, Measuring, Optimizer's Models.*

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho se propõe buscar, discutir e orientar uma nova abordagem a respeito do posicionamento logístico das empresas, utilizando, para isto, da conjunção de conceitos já estabelecidos e consagrados, tais como o posicionamento estratégico, o *Supply-Chain* e a Teoria das Restrições, de maneira a se obter resultados que possam se traduzir em competitividade empresarial.

Numa primeira aproximação, conforme se poderá inferir das páginas que se seguem, este aumento de produtividade poderá resultar em ganhos empresariais, em ganhos para os participantes destas organizações e, por fim, em ganhos para a própria Sociedade, na medida que prevaleçam as regras concorrenciais, fazendo com que parte dos ganhos de competição se transfira para os clientes finais.

Os conceitos, seus encadeamentos lógicos e propostas que foram utilizados para se alcançar esta finalidade serão examinados de maneira mais profunda nas páginas que se seguem.

### 1.1 Uma primeira visão

Uma das marcas da segunda metade do século passado, do ponto de vista acadêmico e empresarial, foi a proliferação cada vez mais inflacionada de propostas, modismos e abordagens com o propósito de tornar um empreendimento mais competitivo. Uma rápida olhada nos títulos publicados nos últimos tempos sobre esta proliferação permitirá a comprovação desta afirmativa: somente sobre o tema estratégia, a distribuidora internacional de livros *Amazon* possuía em seu acervo virtual, em dezembro de 2002, 8.221

títulos e, se considerado o tema geral administração, o acervo se elevava para 31.014 títulos.

Entende-se esta enorme difusão de propostas, e com elas os eventuais modismos, pela forte demanda de meios competitivos que permitam às empresas tornarem-se mais competitivas. Esta ânsia por novidades faz com que surjam também novas abordagens para a solução de temas clássicos.

Pode-se entender como abordagem a proposição de um novo tema ou área de exame para a gestão empresarial ou de resgate de uma abordagem já feita, porém, sob as luzes de um novo paradigma, na concepção de mudanças no entendimento científico de Kuhn. (KUHN, 1989)

Uma visão do passado permite vislumbrar uma perspectiva mais clara de como algumas contribuições se tornaram paradigmáticas. Como ilustração, pode-se dizer que a abordagem de Elton Mayo com sua Escola de Relações Humanas constituiu uma nova visão da questão da produtividade empresarial, o que mudou e complementou o enfoque anterior. A quantidade de trabalhos acadêmicos e relatos de casos a respeito do assunto, até os dias atuais, atesta sua importância.

Este exemplo é uma ilustração completa da maneira como se processa a transformação paradigmática dentro da proposta popperiana (método hipotético-dedutivo) de desenvolvimento da Ciência. (MAGEE, 1973)

Assim, a abordagem da Escola de Relações Humanas, que se formou em 1932, se antepôs à, então, visão atual da chamada Escola de Administração Científica (paradigma vigente), ao propor que a fundamentação da motivação para o trabalho estava centrada também na motivação sócio-psicológica e não somente no estímulo econômico e que os pequenos grupos sociais existentes na produção eram fundamentais para a produtividade. (CHIAVENATO, 1995)

A convivência da visão antiga (a visão processualística da “escola” de Taylor), com esta nova perspectiva, envolvendo a consideração do comportamento dos participantes da organização mostra que, além da proposição dialética, também a evolução do conhecimento parece se moldar ao

modelo espiralado de evolução proposto por Chardin, numa visão neo-mística da tendência ao conhecimento holístico. (CHARDIN, 1988)

Outro exemplo, mais recente e na mesma linha, foi a evolução da chamada Análise de Valor que permitiu uma nova abordagem com relação ao conceito de valor, estendido a produtos e serviços, que possibilita uma visão absolutamente diferente de como os negócios, produtos e processos podem ser estrategicamente posicionados na busca da competitividade. (CSILLAG, 1995)

Na área da Logística, por exemplo, a aplicação da abordagem do valor agregado traz significativas alterações, já que a revisão dos valores de lugar, de tempo, de qualidade e de informação afeta inclusive os objetivos da própria Logística. (NOVAES, 2001)

Entretanto, dentro do mesmo processo de inovações conceituais, outras abordagens têm surgido constantemente ao longo do tempo e que, porém, não se distinguiram pela inovação dos temas, complementação do conhecimento ou geração empírica de resultados alcançados.

Embora seja impossível estabelecer um censo sobre estas iniciativas, pode-se intuir que têm acontecido em elevada escala. Entretanto, quase na mesma velocidade como estas propostas proliferam, acontece o desuso e abandono destas proposições.

Algumas abordagens, no entanto, se firmaram e hoje constituem degraus para o processo de desenvolvimento do conhecimento voltado para a atuação empresarial. Podem ser considerados como clássicos e seus conteúdos são tidos como básicos no processo de aquisição do conhecimento.

Correndo algum risco de omissão ou de juízo de valor, pode-se indicar algumas abordagens consistentes como proposições que se tornaram base para o conhecimento empresarial a ser construído neste novo século. Uma visão panorâmica dos últimos cinqüenta anos permite algum tipo de avaliação.

Assim, pode-se exemplificar algumas proposições significativas, como a abordagem da visão e planejamento estratégico que toma consistência a partir dos anos cinqüenta, a abordagem sistêmica nos anos sessenta e setenta, a proposição da filosofia "*just-in-time*" e da qualidade total na transição dos

anos setenta para os oitenta, a introdução do moderno conceito de logística empresarial, em meados da década de oitenta e, por fim, as proposições das idéias da gestão do conhecimento na década de noventa, seguramente foram elementos constituintes de uma base de conhecimento empresarial para o desenvolvimento de novas propostas no campo e se caracterizaram pelos resultados que produziram.

De certa maneira, pode-se dizer que estas proposições se constituíram, em suas respectivas épocas, em fronteiras da competitividade empresarial. Por suas características, estas abordagens continuaram sendo importantes ferramentas no processo da busca da competitividade.

A competitividade, nesta perspectiva, pode ser definida como *a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permita ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado.* (FERRAZ, KUPFER e HAGUENAUER, 1998)

Assim, as empresas que inovam (ao propor e postular estratégias calcadas em novos ou aperfeiçoados conceitos empresariais) se destacam das demais, na essência da concorrência. Estes conceitos ou ferramentas estariam, em princípio, disponíveis a todas as empresas concorrentes, formando assim um espaço de opções competitivas limitado por aquilo que pode-se chamar de fronteiras da competitividade.

Apresenta-se, a seguir, a Figura 1 – As Fronteiras da Competitividade, que se propõe ajudar a visualização do conceito de espaços competitivos.

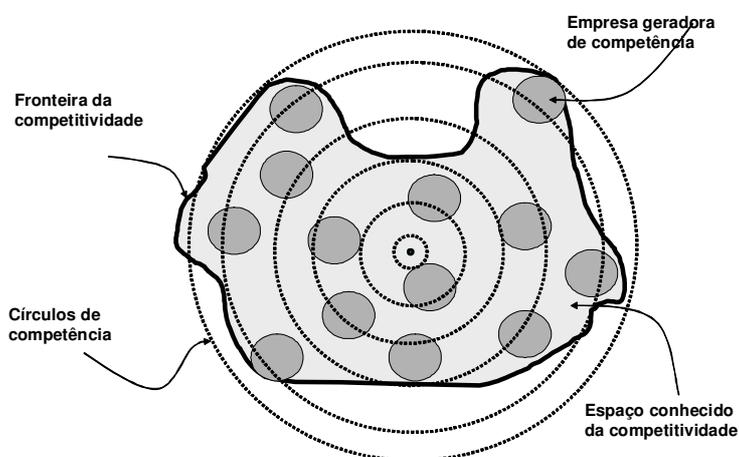


Fig. 1 – As Fronteiras da Competitividade

fonte: elaborado pelo autor

A respeito do conceito destas fronteiras da competitividade empresarial, cumpre ressaltar que as primeiras empresas que aderiram pioneiramente a um novo conceito se revestiram de diferencial competitivo que as faz serem líderes de seus segmentos, mas que, ao passar do tempo, podem tornar-se com capacidade competitiva menos aguda pelo fato de novas empresas irem aderindo ao novo conceito, até o momento que o diferencial se exaure.

Neste processo, outras empresas ou até mesmo as de tradição de pioneirismo de modernização, adotam conceitos ou ferramentas ainda mais inovadoras e podem passar à liderança do processo de competição. Esta visão dinâmica corresponde à proposição da chamada economia da inovação (SHUMPETER, 1934) e que designa o empreendedor como o agente deflagrador ou indutor deste processo.

A este propósito, alguns autores, tendo em vista este processo da competição entre empresas, e como cenário a situação socioeconômica como um todo, vêem esta dinâmica como um processo evolutivo, análogo à visão darwiniana da evolução das espécies. Neste sentido, o fracasso e sucesso de empreendimentos nada mais se configuram como partes de um processo de auto ajuste, de incrementos individuais das empresas através da emulação e, por fim, do crescimento sinérgico da Sociedade como um todo. (PEQUENO, 2001)

A contextualização em que estas novas propostas inovadoras surgiram, como por exemplo, o aumento da chamada telemática, o processo de incremento da globalização e o fim das alternativas político-econômicas ao capitalismo, permitiu a rápida concepção, disseminação, teste e alterações destas abordagens. Aquelas que efetivamente não suportaram a prova da realidade passaram para a condição de pequenos eventos da história.

Ficaram nesta condição, portanto, salvo melhor juízo, modismos empresariais do tipo: orçamento base zero, a reengenharia enquanto mero instrumento de redução de custos, a inteligência emocional, o *downsizing*, entre outros.

Entretanto, sempre pode ocorrer a redescoberta de alguma destas abordagens que, re-enfocada, pode se tornar, no futuro, importante diretiva. Porém, dentro da perspectiva atual e da normalidade, são expressões menores do pensamento e ação empresarial.

## **1.2 A razão da competitividade**

A competitividade tem sido, desde sempre e em geral para a Sociedade e em particular para as empresas, a regra fundamental da concorrência, num processo mais bem entendido desde a proposta de Adam Smith sobre as bases do que hoje se denomina de Sistema Capitalista (SMITH, 1996), onde se reconheceram as regras para um sistema competitivo, individualista e descentralizado da economia.

Assim, a concorrência, isto é, o ambiente que estimula a busca do máximo resultado econômico através do mercado, tem, portanto, a competitividade como pressuposto. As chamadas regras do mercado perfeito, entre as quais a homogeneidade de produtos e competidores, portanto, são tudo que os concorrentes procuram evitar como maneira de se obter a máxima rentabilidade.

Esta é a referência do mundo de negócios: diferenciais são fatores de competitividade. Estes diferenciais, de modo geral relativos à inovação, ou à produtividade ou por fim, à fuga de concorrer diretamente com os demais competidores é que marcam a questão estratégica da competitividade.

Em algumas situações de natureza conjuntural, no entanto, podem marcar ou permitir que uma empresa ou indústria seja mais ou menos competitiva. A História tem mostrado situações deste tipo, onde alguns países conjunturalmente mais competitivos, embora estas situações de vantagem ambiental às vezes sejam de natureza sazonal e, portanto, temporárias, em confronto com situação de países conjunturalmente competitivos por razões estruturais.

No caso específico do Brasil, nesta questão da conjuntura econômica é importante mencionar o chamado “Custo Brasil”, uma série de fatores de natureza conjuntural, que afetam a competitividade das empresas nacionais.

São os chamados fatores exógenos às organizações e que afetam suas competitividades.

Estes fatores exógenos podem ser de natureza física ou social (na realidade econômico-social). O “Custo Brasil” antes mencionado pertence à segunda categoria.

À primeira categoria estão relacionados fatores tais como clima, fertilidade de solos, recursos naturais de modo geral, que configuram um País ou região como mais ou menos competitivo. Um exemplo bastante claro no Brasil está relacionado com a cultura de certos produtos agrícolas, como a soja, por exemplo, que graças a condições de solo, insolação, disponibilidade de áreas e clima, fazem do País um dos principais *players* desta *commoditie* no mercado internacional.

Alguns destes mesmos fatores já tornam a cultura do trigo uma atividade pouco competitiva no País, fazendo com que o Brasil seja extremamente dependente deste produto.

Do ponto de vista dos fatores exógenos de natureza econômico-social, pode-se mencionar a questão da infra-estrutura, da política econômica ou seus resultados, incidências tributárias, insegurança, qualidade de mão-de-obra, fenômenos sociais como corrupção, burocracia e influências políticas. Este conjunto de fatores exógenos, de natureza econômico-social, é chamado genericamente de Custo Brasil.

A CNI – Confederação Nacional da Indústria, definiu o Custo Brasil como “o conjunto de ineficiências sistêmicas que prejudica a competitividade dos produtos brasileiros”. (CNI, 1998). Esta instituição propõe que o Custo Brasil seja formado por seis elementos principais, a saber:

- Sistema Tributário
- Encargos Sociais e Legislação Trabalhista
- Infra-Estrutura (Transportes, Telecomunicações, Energia e Portos)
- Custo e Disponibilidade de Financiamento
- Educação e Saúde
- Custo da Regulamentação Excessiva

Assim, este conjunto de elementos torna a empresa brasileira menos competitiva que suas concorrentes estrangeiras, embora, do ponto de vista das congêneres nacionais, as condições competitivas sejam iguais.

Neste sentido, a existência de uma carga tributária que já ascende próximo de 36% do PIB, distribuídos em cerca de 55 tributos diferentes e incidentes sobre uma base relativamente pequena de contribuintes, dá indicações da grande carga tributária que drena recursos daquelas empresas que não sonegam impostos.

Do ponto de vista dos encargos sobre o trabalho, as empresas brasileiras têm custos obrigatórios acima de 100% dos salários brutos (PASTORE, 1998), que aliado à baixa produtividade da mão-de-obra brasileira, torna a competição da empresa brasileira bastante difícil, além de ocasionar baixas taxas de emprego e conseqüente mercado doméstico menor.

Com relação à infra-estrutura, a questão dos transportes é, talvez, a mais relevante, uma vez que a falta de investimentos em portos, estradas e complementos, inviabilizam a prática de processos logísticos mais produtivos e, portanto, mais baratos.

Na área de energia, o recente episódio do “apagão” bem demonstra as deficiências do País nesta área, inviabilizando uma série de modernizações que demanda maior consumo de energia.

Relativamente ao custo da Regulamentação Excessiva, a burocracia viabiliza a chamada “indústria da corrupção”, onde a super presença do governo, conjugado a um emaranhado código administrativo do poder de polícia do Estado aliado às dificuldades de acesso à Justiça, faz com que a prática de compra de facilidades seja comum.

A questão dos custos financeiros do País (no início, as altas taxas de juros eram uma decorrência do processo inflacionário) se transformou em um fator estrutural, isto é, permanente, em decorrência de uma política econômica voltada para a subsistência do Governo, fazendo com que o exercício da atividade empresarial seja algo custoso e cheio de riscos.

Por fim, do ponto de vista sistêmico, a existência de precariedades na saúde da população, decorrente de falta de estruturas básicas de suporte à saúde, aliada à questão da educação e de acesso à informação, fazem com que a mão-de-obra tenha baixa produtividade, elevando os custos operacionais das empresas que atuam no País. Relacionada com estes elementos, deve-se comentar também, a questão da violência social que se transforma crescentemente em fator de deficiência sistêmica da empresa brasileira, já que os custos de segurança, mormente na área logística, são elevados.

Em que pese a importância dos fatores exógenos para a competitividade das empresas, para a presente investigação é mais significativa a questão dos fatores endógenos da formação da empresa competitiva.

Este arrazoado é relativamente simples. Os fatores exógenos são, via de regra, variáveis incontrolláveis, enquanto os endógenos constituem um conjunto de opções, de modo geral, estratégicas tomadas pelas empresas competitivas.

Este grupo corresponde àquelas empresas que incorporaram ferramentas de inovação, produtividade ou posicionamento estratégico, que permitem competir com vantagens sobre a concorrência, por estarem sempre no círculo maior da competitividade, nas bordas das fronteiras da competitividade, como mostrado na Figura 1.

Do ponto de vista de definir a competitividade, são nestes fatores endógenos que se deve estabelecer uma maior atenção, já que eles são, de modo geral, fatores controláveis ou opções.

Conforme dito anteriormente, estes fatores endógenos de competitividade se resumem a três grandes grupos de gestão estratégica: a inovação, a produtividade e o posicionamento.

Deve-se mencionar, embora com certa tendência de alteração, a falta de tradição das empresas brasileiras nestas “artes”, conforme se pode aferir de estudos já realizados a respeito (FERRAZ, KUPFER e HAGUENAUER, 1998). Nestes estudos, se infere, desde o início, a relação entre a competitividade e o mercado e a macroeconomia. Neste estudo, p XVIII, afirma-se que:

“ É certo que em uma economia mundial cada vez mais globalizada, a perda de competitividade de empresas locais implica perda de condições de sobrevivência e, conseqüentemente, desindustrialização e eliminação de postos de trabalho. Já a ampliação e conquista de novos mercados, derivadas da maior competitividade, resultam em aumento da produção, que pode ser acompanhada de aumento de pessoal ocupado”.

De qualquer forma, a empresa é considerada como um espaço de planejamento e organização da produção que se estrutura em torno das diversas áreas de competência. Estas são arranjadas segundo quatro áreas :

- Atividades de Gestão;
- Atividades de Inovação;
- Atividades de Produção; e
- Recursos Humanos

A composição destas quatro áreas, num processo dinâmico, permanente e estratégico, define, num momento seguinte, o grau de capacitação (competência) de uma empresa. Estas decisões estratégicas devem ser factíveis e economicamente atraentes.

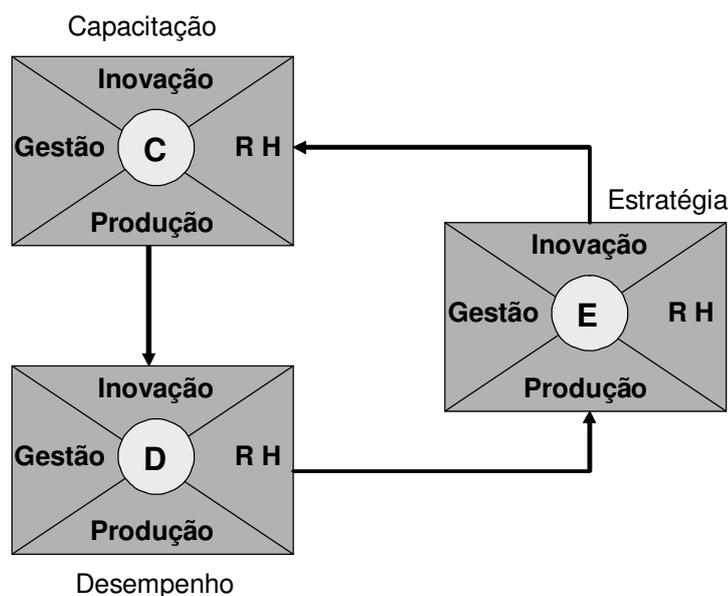
Na área de Gestão, o foco de atenção se relaciona com o Marketing, com os Serviços de Pós-Venda, com as Finanças, com a Administração geral e com o Planejamento. Na área de Inovação a preocupação centra-se na busca do processo inovativo para os produtos, para o processo e para a questão da transferência de tecnologia.

A área de Produção estaria focada com a questão de atualização de equipamentos, com as técnicas organizacionais e com a qualidade. Por fim, a área de Recursos Humanos se voltaria para as questões de produtividade, de qualificação e flexibilidade. (FERRAZ, KUPFER e HAGUENAUER, 1998)

Este esquema proposto pelos autores mostra uma visão voltada para a economia (na verdade a microeconomia), que se pudesse ser revista por especialistas em gestão poderia ser mostrada de uma maneira diferente, com preocupações de natureza sistêmica, funções empresariais mais modernas e com proposições mais estratégicas.

Vale lembrar que estas áreas correspondem a uma visão dos chamados fatores controláveis, ou seja, aqueles fatores que são produto de decisões e implementações dos diretores e gerentes da empresa, conforme já discutido anteriormente.

O esquema gráfico deste processo é sugerido na Figura 2 – Estratégia Competitiva de Longo Prazo nas Empresas, mostrado a seguir.



**Fig. 2 – Estratégia Competitiva de Longo Prazo das Empresas**

Fonte: FERRAZ et al, modificado pelo autor

Estas observações mostram a importância do processo de busca de ferramentas estratégicas pelas empresas de modo a obterem suas competitividades.

Este espaço é bastante singular, na medida em que o processo de escolha de opções estratégicas não envolve apenas a racionalidade, mas, também, a percepção e a intuição. Se a escolha envolvesse apenas a racionalidade, seria fácil de se perceber que haveria uma certa tendência das escolhas serem iguais o que, eventualmente, levaria as empresas a possuírem um perfil processual muito assemelhado e, portanto, pouco competitivas entre si.

O foco do presente trabalho é desenvolver mais uma das ferramentas, dentro do múltiplo e facetado conjunto disponível. A dificuldade de estabelecer que ferramenta consiste em contribuição efetiva ou se configura como mera especulação ou modismo é o primeiro dos problemas a ser verificado.

Outra questão é estabelecer, a despeito do fato que qualquer alteração organizacional é, por definição, sistêmica, a área funcional da organização onde se buscará o desenvolvimento da ferramenta escolhida. Neste caso presente, a área funcional escolhida é a da Logística.

Esta escolha está relacionada com o fato da Logística ainda ser, no Brasil, uma área funcional em desenvolvimento, capaz de estabelecer diferenciais competitivos. Em segundo lugar, pelas características geográficas do País, a atividade logística se configura como de fundamental importância. Em terceiro lugar, os fatores exógenos representados por uma economia em processo inflacionário bastante inferior ao início da década de 90, aliado ao alto custo do dinheiro, faz da atividade logística algo de fundamental importância. (FLEURY, 2000)

### **1.3 A escolha das ferramentas**

A pergunta básica a ser enfrentada logo de início é: qual proposta, dentre as muitas existentes, se constitui uma efetiva e válida ferramenta que traga contribuições verdadeiras para a obtenção de diferenciais competitivos para as empresas?

Chiavenato propõe, por exemplo, um programa de mudanças calcado em algumas ferramentas que, em seu entendimento, podem romper com limitações paradigmáticas. Estas ferramentas seriam:

- o *Kaizen*;
- o DO (Desenvolvimento Organizacional);
- a Reengenharia Organizacional;
- o Treinamento e Desenvolvimento de Pessoas; e
- a Criatividade e Inovação Empresarial.

(CHIAVENATO, 2000)

Slack, na proposição de busca de competitividade nas operações industriais, propõe um outro modelo:

- fazer certo: qualidade;
- fazer rápido: velocidade;
- fazer pontualmente: confiabilidade;
- mudar o que é feito: flexibilidade; e
- fazer barato: custo.

Além destas ferramentas, o autor propõe como intenções gerais:

- gerenciamento da tecnologia;
- desenvolvimento da organização;
- administração da rede de suprimentos; e, por fim
- uma estratégia de manufatura.

(SLACK, 2000)

Como se pode observar, o universo é bastante amplo, o que significa que as possibilidades são múltiplas. A adoção de qualquer uma delas também não constitui em si uma possibilidade inovadora, na medida em que pode ser uma abordagem não recomendada para a situação.

Além do mais, algumas proposições, no entanto, a título de justiça, ainda não tiveram seu tempo de depuração. São questões que ainda estão sob a análise de consistência acadêmica ou de experimento empresarial, de maneira que podem se transformar em algo com significância ou podem compor a ala dos modismos.

Entretanto, numa delimitação proposital e arbitrária do autor, algumas poucas e específicas ferramentas serão analisadas.

Uma destas proposições nesta situação diz respeito à chamada Teoria das Restrições (*Theory of Constraints - TOC*) que trata de uma nova abordagem para a otimização de processos que envolvam uma seqüência de eventos encadeados, de maneira a se determinar qual destes é o responsável pela limitação do processo como um todo.

A filosofia básica do TOC surgiu a partir de um programa de gerenciamento da produção, conhecido como OPT (*Optimized Production Technology*) que permitiu que seus desenvolvedores, mais tarde, propusessem uma espécie de metodologia de solução de problemas de processos ou sistemas. O primeiro esboço desta proposta está contido no livro *A Meta* (GOLDRATT, 1986).

Já o ferramental definido pelo que se chama genericamente de Planejamento Estratégico já se constitui em abordagem consagrada e sobre ela existe, como mencionado, um conjunto de teorias, visões e técnicas bastante amplas. Mais à frente, no decorrer do trabalho, estas questões serão discutidas, caracterizadas e selecionadas para a construção do modelo que se pretende.

Especificamente com relação à função Logística, a conformação estratégica está muito relacionada com a proposição do *Supply Chain*, embora mais modernamente o conceito esteja evoluindo para uma visão ainda mais sistêmica, com a ampliação da visão da cadeia produtiva para a interação entre a cadeia produtiva e a própria Sociedade, em algo que Poist denominou de neologística.(CAIXETA-FILHO, 2001).

Estabelecidos estes três elementos como conformadores da visão sistêmica: o ambiente institucional e organizacional, onde o Planejamento Estratégico é importante, a função, escolhido aqui a Logística e as ferramentas a serem utilizadas neste espaço – o Planejamento Estratégico e a Teoria das Restrições, resta saber de que maneira este conjunto, em que cada um dos elementos de *per se* não são novos, pode resultar em algo inovador.

Por mais paradoxal que possa parecer, a possibilidade de inovação com a utilização de abordagens convencionais é possível. A combinação de técnicas ou abordagens que possam ser consideradas complementares pode

acrescentar um novo valor ao processo proposto. Algumas destas combinações surgem espontaneamente, como por exemplo, a complementaridade entre a filosofia *just in time* de produção e a logística, permitindo à gestão da produção a obtenção de importantes ganhos de competitividade.

Outras combinações também se traduzem em resultados consideráveis. O *marketing* e a logística resultam numa importante sinergia. As mudanças do mercado, e principalmente do consumidor final, têm tornado cada vez mais a logística um importante apoio para a ação mercadológica (CHRISTOPHER,1999).

Também se pode considerar a complementaridade entre o Planeamento Estratégico e a Gestão do Conhecimento, na geração de algo que pode ser tratado como Gestão Estratégica do Conhecimento, onde o conhecimento, considerado como algo individual e medido como capital intelectual, pode ser desenvolvido e arranjado de tal maneira que resulte num aumento da competitividade das empresas.

A causa do incremento da competitividade está associada, sobretudo, à criatividade e à capacidade de adaptação da administração da empresa às mudanças ambientais decorrentes de alterações de mercado, de posicionamento de clientes e de contextos económicos e governamentais. As empresas competitivas são, sobretudo, empresas adaptativas.

Outra possibilidade de inovação nas abordagens diz respeito não só a um evento isolado, mas a um conjunto de eventos inter-relacionados, de maneira a estabelecer uma espécie de abordagem sistêmica e não só tópica como a maioria dos manuais sugere. Neste sentido, a abordagem deve ser vista como um processo, cuja conformação é dada por uma série de pequenas abordagens consistentes, encadeadas e incrementais e reveladas como resultados sistêmicos.

Neste sentido, este tipo de abordagem constitui antes, portanto, um processo do que um pensamento ou modelo pronto e conclusivo.

Outro contexto adequado à inovação são aqueles onde, por situações conjunturais episódicas, sazonais ou permanentes, haja necessidade de

renovação. Alguns autores propõem que a Logística é uma área onde pode haver uma significativa renovação. ( KOBAYASHI, 2000)

#### **1.4 Tema da pesquisa**

O tema da pesquisa proposto para este trabalho de investigação científica está relacionado com a associação entre abordagens distintas, como mencionado na seção anterior, de modo a verificar a possibilidade de se obter uma outra perspectiva, fruto de um processo de sinergia.

As áreas a serem consideradas para a junção de conceitos e produção de novos posicionamentos estão relacionadas com o Planejamento Estratégico da Logística Empresarial e à Teoria das Restrições.

Neste sentido, a visão utilizada para a conceituação de Logística Empresarial ou Logística Integrada é a proposta pela CLM ( Council of Logistics Management) *in* (BALLOU, 1999) :

*Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.*

Uma consulta mais recente (janeiro de 2003) feita diretamente ao site da CLM, mostrou a mais recente definição de Logística como sendo:

*Logística é a parte do processo de cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla a eficiência do efetivo fluxo a frente e o fluxo inverso e armazenagem de bens, serviços, e informações relacionadas entre o local de origem e o ponto de consumo para satisfazer para as exigências de clientes.*

Council of Logistics Management, disponível em  
<http://www.clm1.or> – acesso em 10 jan 2003

Como se pode ver, há, até mesmo dentro das próprias intuições que zelam pela coerência dos conceitos, uma evolução do entendimento do conceito de Logística, o que não dizer de autores e instituições diferentes?

Isto pode significar a necessidade de se escolher ou se arbitrar por um dos conceitos vigentes e desenvolver o estudo pretendido a partir desta opção inicial.

Portanto, nestas circunstâncias, se optou por depreender deste conceito é que a visão da Logística Integrada ou o *Supply Chain* – concepção diferenciada de Fleury (2000) - pode ser considerada como a junção de pelo menos cinco tipos de Logística: a de Suprimentos, a Interna ou Industrial, a de Distribuição, a Reversa e a Contextual (ou Urbana ou Infra-estrutura).

Este conceito, ainda que reconhecendo que os conceitos de *Supply Chain* ainda são muito polemizados no meio acadêmico logístico como mencionado acima, corresponde a uma das possibilidades e é uma extensão da visão proposta por CHRISTOPHER (1992).

Em partes posteriores deste estudo haverá uma discussão mais profunda, que permitirá o desenvolvimento dos conceitos propostos de uma maneira mais clara e inequívoca.

Num primeiro instante se adotará uma simplificação do conceito de cadeia logística integrada, ou *Supply Chain* que facilitará o processo de relacionamento e desenvolvimento de conceitos associados. À medida que o estudo evolua, estes elementos básicos de modelo serão incrementados em complexidade, de maneira a permitir que o modelo proposto seja mais completo e adequado à realidade.

A Figura 3 – A Relação de Elos entre as Diversas Logísticas, a seguir apresentada, procura demonstrar, graficamente de maneira simplificada, como estes conceitos logísticos se estruturam e, principalmente, qual o processo ou funcionalidade do modelo.

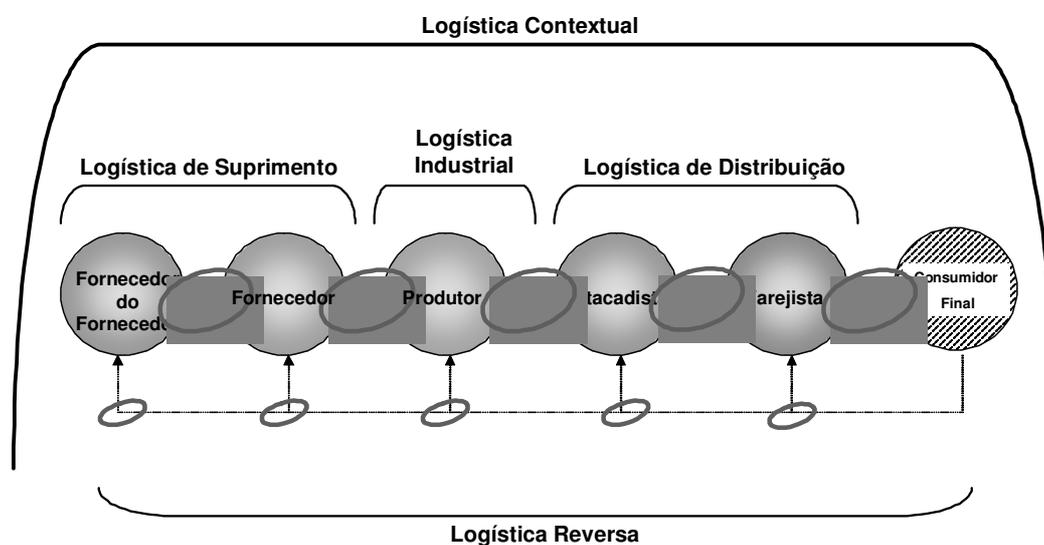


Figura 3 – A relação de Elos entre as Diversas Logísticas

Fonte: elaborado pelo autor

Como se pode observar, a Logística Integrada pode ser interpretada como o fluxo (elos) de bens e informações entre instituições e pessoas, formando conjuntos e subconjuntos interdependentes, configurados idealmente de maneira linear de forma a produzir, no final do conjunto, um resultado global caracterizado como valores agregados e consolidados para o cliente final.

Assim, pode-se ver que, por definição, o objetivo final da Logística é a geração de benefícios (ou valor agregado) ao cliente final, seja de maneira direta (por exemplo, produtos mais frescos, pela redução do *lead time* do processo logístico), seja de maneira indireta (por exemplo, pela redução do preço final do produto através da redução dos custos logísticos).

Esta relação de entender a Logística como geradora de valor para o cliente final, permite a inferência de se considerar a Logística Empresarial como uma área fim da empresa, já que uma das definições de área fim da empresa é a capacidade de geração ou agregação de valor a um produto ou serviço.

O enfoque principal, no entanto, para os propósitos deste trabalho, é a visão processual da Logística Integrada, no nível estratégico, de tal maneira a ser vista como um encadeamento de elos considerados interdependentes linearmente.

Neste sentido, a visão estratégica do *Supply Chain* deixa de considerar a Logística como preocupação emanada de um determinado elo, o principal elo de uma cadeia, para se tornar, efetivamente, preocupação sistêmica com todos os elos que constituem a Logística Integrada.

Esta visão sistêmica da cadeia logística, em muitos pontos semelhante aos conceitos do QT (Total Quality), principalmente quando se agrega o conceito de cadeias produtivas ou de valores, Paladini (1997), propõe que a disfunção ou limitação de um elo (por exemplo, o suprimento de um fornecedor), pode afetar de maneira decisiva o resultado logístico de toda a cadeia.

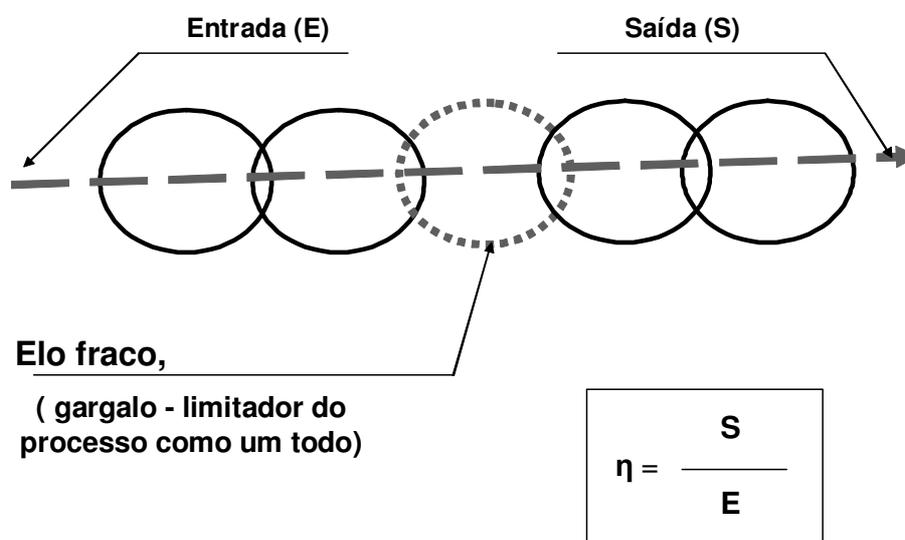
Em paralelo ao evidenciamento dos conceitos até agora apresentados relativos à logística nas empresas, o *Global Logistics Research Team* da *Michigan State University*, que vem estudando empiricamente algumas empresas consideradas como globais, sob o enfoque da função logística, agrupadas sob a denominação de WCL – *World Class Logistics* – Logística Classe Mundial, propõe em suas colocações básicas, entre outras, que a Logística deva ser entendida cada vez mais como uma variável estratégica (BOWERSOX *et al*, 1995).

Esta visão sistêmica e posicional da logística nas empresas, ainda que parcial, já permite associar este conceito de fluxo em cadeia ao conceito basilar da Teoria das Restrições.

Em síntese, a Teoria das Restrições procura, também, através de metodologia apropriada, examinar os problemas de resultados de processos, através de uma ótica sistêmica. O requisito básico, portanto, para a aplicação do método, é a existência, também, de um “fluxo de corrente”, configurando um encadeamento de eventos de causas e efeitos, de natureza cumulativa e que produz resultados ao fim da cadeia, que devem ser avaliados.

Basicamente, a otimização do processo se faz pela análise, do ponto de vista sistêmico, do elo restritivo, isto é, aquele que limita o processo como um todo. A rentabilidade é dada, sistemicamente, pela relação entre entradas e saídas do processo.

A Figura 4 – A Visão Gráfica Básica da Teoria das Restrições, mostrada a seguir, sintetiza graficamente esta visão.



**Figura 4 – A visão Gráfica Básica da Teoria das Restrições**

fonte: elaborado pelo autor

Num processo produtivo, por exemplo, o encadeamento entre as unidades (setores) produtivas estabelece limitações da produção, produtividade e qualidade global, decorrentes do papel que uma das unidades do processo venha a exercer.

Um dos princípios da Teoria das Restrições, talvez o principal, é que a capacidade de uma cadeia produtiva é igual à capacidade de seu elo mais fraco (GOLDRATT, 1997). Daí a ênfase com que o método trabalha o elo restritivo.

Uma das aplicações básicas da Teoria das Restrições é justamente a Logística, que juntamente com as outras duas configura o espectro de aplicabilidade do conhecimento. As outras duas dizem respeito aos chamados processos de pensamento e gerenciamento de “pulmões” .(COX e SPENCER, 2002)

A visão básica, então, das duas abordagens corresponde, em princípio, à mesma premissa básica – um processo de encadeamento onde o resultado global é dado pela atuação dos elos que o compõem.

Nas duas situações – o *Supply-Chain* e o processo da Teoria das Restrições dependem do desempenho de seus elos e a máxima rentabilidade é dada pela equalização dos elos. Qualquer falha ou subdimensionamento de um elo é responsável pela imediata redução dos resultados do sistema como um todo.

Pode-se afirmar, portanto, que ambas as abordagens possuem características conceituais semelhantes, o que induz, pelo princípio da analogia, à percepção de que poder-se-ia estabelecer uma associação entre as duas abordagens.

No próximo capítulo se procurará estabelecer um maior detalhamento a respeito do problema a ser abordado e pesquisado.

## 2. O PROBLEMA PESQUISADO

Conforme visto no capítulo anterior, o problema a ser pesquisado é, portanto, a verificação da possibilidade de associação da abordagem da Logística com a abordagem da Teoria das Restrições. Este estudo verifica não só as possibilidades desta junção, mas, principalmente, quais as vantagens decorrentes deste eventual processo.

Deve-se estabelecer, também, ao longo do estudo, alguns questionamentos a respeito das duas abordagens, principalmente no que diz respeito à Teoria das Restrições. Reflexões diversas, como por exemplo, sobre a visão determinística da abordagem pelas restrições num mundo destacadamente estocástico serão investigadas, como maneira de tornar o estudo mais confiável.

Nesta mesma linha de exemplos apriorísticos de questões a serem estudadas, outras possibilidades de natureza de amplitude da abordagem deverão ser consideradas, como o que fazer quando existe mais de um fluxo de processo, e estes fluxos possuem um elo em comum. Esta situação pode ser bastante freqüente e pode caracterizar a necessidade de um processo de otimização mais abrangente de uma unidade fabril mais complexa, como um todo.

Do ponto de vista do funcionamento do *Supply Chain*, por exemplo, novamente torna-se necessário o estudo de medidas de desempenho, de capacidade e de qualidade, de tal maneira que se permita a possibilidade de estabelecer medidas capazes de assegurar o mapeamento da cadeia logística como um todo. Isto significa que o presente estudo deverá se preocupar com uma das áreas mais complexas e recentes da Logística, que diz respeito aos conceitos, critérios e mecânicas de mensuração de desempenho.

Nesta área, deve-se considerar até mesmo questões mais complexas, como a necessidade de Sistemas de Informações Logísticas, numa analogia aos Sistemas de Informações Empresariais. (REZENDE, 2001)

Na verdade, o incremento cada vez mais significativo da informação no problema logístico está também relacionado com as possibilidades da TI – Tecnologia de Informações. Esta constatação mostra que a Logística é uma disciplina contemporânea, ou seja, cujo progresso está relacionado com o avanço de áreas de ponta do conhecimento atual. Fleury (2000) aponta a importância da TI, segundo a abordagem de *hardware* ou *software*, através dos instrumentos atualmente utilizados pela Logística.

O Quadro 1 – Usos da TI na Logística, mostra as ferramentas de TI atualmente usadas na Logística.

Quadro 1 – Usos da TI na Logística

<b>Aplicações de Hardware</b>	<b>Aplicações de Software</b>
Microcomputadores	Roteirizadores
<i>Palmtops</i>	WMS
Códigos de Barra	GIS
Coletores de Dados	DRP
Rádio Freqüência	MRP
Transelevadores	Simuladores
Sistemas GPS	Otimização de Redes
Computadores de Bordo	Previsão de Vendas
<i>Picking</i> automático	EDI

fonte: (FLEURY, 2000)

Todavia, o trabalho deverá envolver, além do estudo da viabilidade conceitual de associar estas duas ferramentas e conseguir, de alguma maneira, um efeito sinérgico desta relação, também a busca de uma metodologia adequada para este processo de junção. Por fim, o trabalho procurará estabelecer as limitações que a eventual associação destas abordagens pode apresentar.

A questão básica está situada, portanto, na percepção estratégica e otimizada da estrutura da cadeia Logística, colocada como pano de fundo, na medida em que os vários trechos da cadeia logística possuem diversos atributos, tal como capacidades, custos e qualidades. Já na proposição da Teoria das Restrições, esta cadeia logística poderia estar limitada ao seu elo mais fraco, o que constitui uma restrição bastante clara para o processo como um todo.

Portanto, a definição da viabilidade conceitual e a definição de uma metodologia que permita a realização de uma análise deste tipo, possibilitaria a elaboração de um desenho estrutural e funcional da cadeia logística mais adequada e, portanto, mais competitiva.

Uma logística mais competitiva permite, por consequência, uma empresa mais competitiva, nos termos da proposição de Fabbe-Costes (1996) da integração entre a área de Logística e a do Planejamento Estratégico das Empresas. A extensão do conceito de competitividade empresarial para a competitividade da cadeia produtiva, ou, numa abordagem mais moderna, na cadeia de valores, parece ser consequência natural da lógica descrita.

Na realidade, esta extensão parece ser o desafio das empresas na atualidade: de que maneira transformar a competitividade individual em competitividade conjunta de uma estrutura ou cadeia produtiva como um todo? Neste sentido, há uma concordância que a Logística tem importante papel nesta transição, já que preponderantemente o fluxo logístico relaciona empresas com seu ambiente.

A Figura 5 – O Modelo Fabbe-Costes de Integração Logística-Estratégia nas Empresas, mostrada a seguir, procura demonstrar graficamente a proposição da relação da Logística com o Planejamento Estratégico ou Corporativo de uma empresa.

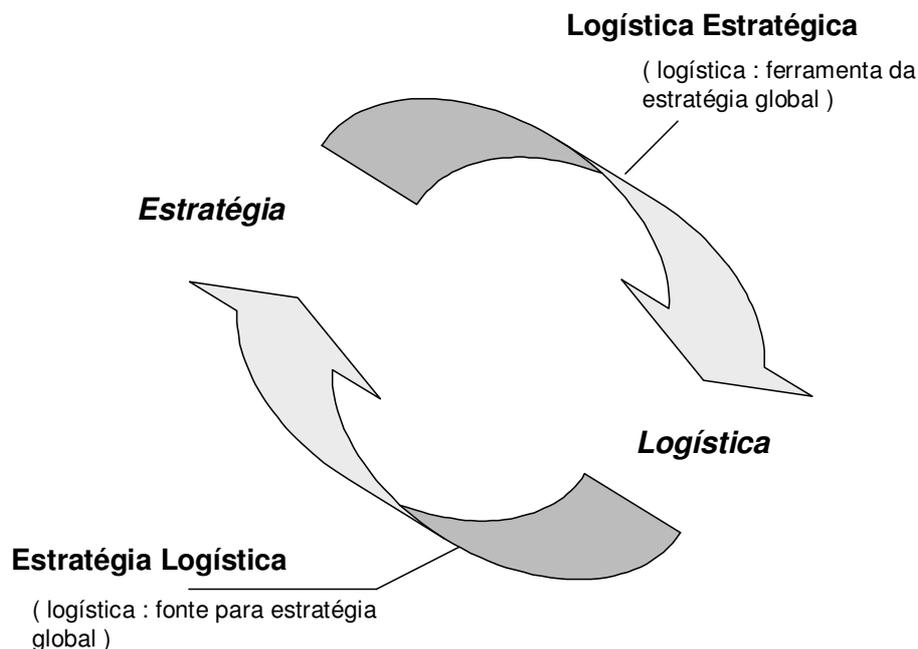


Figura 5 – O Modelo Fabbe-Costes de Integração Logística-Estratégia nas Empresas

fonte: adaptado pelo autor de FABBE-COSTES(1996)

Não se fala só da estruturação estratégica de uma empresa, mas também da construção estratégica da competitividade estratégica de uma cadeia. Assim, o campo onde o processo de integração entre empresas de uma mesma cadeia, visando a construção de sua maior competitividade, é objeto cada vez maior de estudos na área de alianças estratégicas e de acordos operacionais, se constituindo em área de avanço acadêmico significativo. Os preceitos utilizados pela estratégia corporativa se aplicam também na estratégia de cadeias.

A mensagem final da proposta estabelecida por Fabbe-Costes para a visão estratégica da Logística, da mesma forma que a proposição feita pelo *Global Logistics Research Team at Michigan State University* (1995), cujo principal representante é Bowersox, é que a Logística se configura como importante ferramenta da definição da Estratégia, onde assume determinadas e importantes missões definidas pelo Planejamento Estratégico.

Na concepção de Fabbe-Costes, no entanto, a Logística pode se tornar importante inspiradora da Estratégia Corporativa, já que trata-se de disciplina ou grupo de atividades que atua diretamente com os dois mais importantes núcleos funcionais das empresas: o *marketing* e a produção. (FABBE-COSTES, 1994)

É neste último sentido que a otimização da cadeia Logística permitirá importantes ganhos competitivos, na medida em que, além dos ganhos de valor da própria função logística, há possibilidades de ganhos sistêmicos nas áreas mercadológicas e de produção, catalizados pela logística. Daí o elevado potencial de conceitos e de um método que permita a otimização da cadeia logística no nível estratégico.

## 2.1 Conceitos iniciais

Esta seção tem como objetivo estabelecer conceitos iniciais necessários para o entendimento das propostas, enfoque dos problemas, hipóteses e objetivos do trabalho ora proposto.

Os conceitos a serem estabelecidos e utilizados são os seguintes:

### 2.1.1 Logística ( conceitos correlatos: Logística Empresarial, Logística Integrada, Logística de Transportes)

Além dos conceitos propostos pela CLM (Council of Logistics Management), já destacados anteriormente, existem muitas outras propostas conceituais.

*Por exemplo: Logística Empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através do planejamento, organização e controles efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos. (BALLOU, 1992).*

Outra concepção, ainda que parecida, é: *A Logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas), através da organização e seus canais de*

*marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura, através do atendimento dos pedidos a baixo custo.* (CHRISTOPHER, 1992).

É possível se perceber, pelas várias definições verificadas, que a apresentação da Logística como ferramenta estratégica não é muito comum entre as proposições mais conservadoras (as primeiras), que se preocupam principalmente com o fluxo material, demonstrando uma evolução a partir do conceito inicial de Logística, hoje mais conhecido como Logística de Transportes.

(LIMA JR,2001), citando POIST (1989), propõe justamente esta visão de ênfase no transporte como parte de um processo evolutivo, classificada como Era Pré-logística, onde a preocupação principal está centrada no modal.

Outros autores como Fleury, procuram ver a Logística Integrada como uma espécie de extensão no Marketing, onde o elemento Praça do composto mercadológico (*Marketing Mix*) é decomposto em atividades logísticas relacionadas com o cliente, com as atividades físicas de fluxo da mercadoria do vendedor ao consumidor e as atividades de informação para este propósito (FLEURY, 2000).

O conceito a ser utilizado neste trabalho está relacionado com a percepção estratégica da Logística, envolvendo, portanto, não só a preocupação com o cliente final, mas, também, com o fluxo de informações relacionadas e com a vantagem estratégica comparativa (geração de valor) decorrente do uso desta disciplina, o que aproxima ao conceito de *Supply Chain*, examinado a seguir.

**2.1.2 *Supply Chain Management*** – (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos) – Existe no mundo prático uma evidente confusão a respeito dos conceitos de Logística e de *Supply Chain Management*. Pelas definições de Logística vistas anteriormente, apesar do amplo aspecto funcional contido no propósito logístico, a concepção de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos envolve a extrapolação dos

limites da empresa ao adotar os conceitos logísticos. Desta maneira, a inclusão de fornecedores e clientes no ambiente logístico integra o conceito de Cadeia de Suprimentos (CHRISTOPHER, 1992).

Esta visão, mais abrangente, moderna e sistêmica, é decorrente basicamente do conceito de valor, especificamente, de cadeia de valores. A concepção competitiva atual demonstra que a competição não se dá mais tanto a nível de empresas mas, fundamentalmente, na concorrência de cadeias produtivas integrais, estabelecendo, para cada um dos elos da corrente, níveis de contribuição distintos para a geração do valor global do produto e seus serviços associados.

Isto significa que os negócios de uma cadeia produtiva, ou melhor, de uma cadeia de valores, estão envolvidos no processo, o que torna o conceito de *Supply Chain* muito mais complexo e relevante dentro do processo de obtenção da competitividade. Na verdade, o conceito de *Supply Chain* é mais do que uma simples extensão da Logística Integrada (FLEURY, 2000).

A otimização de negócios é o processo que envolve questões complexas e importantes, como a gestão de valor, que é uma dimensão estratégica. Daí a ênfase que se dá a este processo de administração, como ponto chave na competitividade.

A concepção adotada pelo autor é a existência de pelo menos cinco espécies de logística: a de suprimentos, a industrial, a de distribuição, a reversa e a de infra-estrutura. O conceito de *Supply-Chain* seria a integração de todos estes tipos de Logística, observada a dimensão estratégica envolvida.

Portanto, a gestão da Cadeia de Suprimentos consistiria basicamente na aplicação consistente, sistêmica e racional da filosofia logística empresarial a toda cadeia logística, com o estratégico propósito de criar valor para o cliente final e maximizar os ganhos dos participantes da cadeia. A Figura 3 mostrada anteriormente mostrou sinteticamente e graficamente este processo.

Deve-se mencionar que este conceito, adotado pelo autor, não é pacífico entre todos os autores, o que é natural numa disciplina ainda não consolidada.

**2.1.3 Estratégia Empresarial** - (Estratégia, Planejamento Estratégico, Estratégia Corporativa) – Também o conceito de Estratégia Empresarial, da mesma forma que os conceitos examinados anteriormente, é extraordinariamente amplo e se apresenta das mais diversas formas, conforme a escola ou doutrina a que o autor se filia. Embora se tenha bem claro os propósitos e limites do âmbito de atuação do chamado Planejamento Estratégico, as divergências surgem quanto ao mecanismo de atuação deste conhecimento, cuja concepção e explicação variam conforme a ideologia do pensador ou profissional que estabelece o modelo de intervenção. Alguns estudiosos propõem a existência de mais de uma dezena de possibilidades de abordagens que, embora produzindo efeitos semelhantes, divergem quanto a teoria do mecanismo de funcionamento do processo (MINTZBERG, 2000).

Especificamente, no presente caso, por escolha do autor a proposta de Estratégia Empresarial está relacionada com o conceito darwiniano de adaptação (evolução) das espécies ao ambiente. Em termos análogos, a proposição parte do princípio de que empresa de sucesso é aquela que apresenta ao mercado (ambiente) aquilo que justamente ele quer, portanto, dentro de uma proposta do melhor ajuste possível entre a empresa e seu ambiente.

Nesta concepção, a Estratégia Empresarial é o caminho escolhido para que este ajuste perfeito entre mercado e empresa se torne efetivo e, na medida do possível, permanente. Dificuldades óbvias nesta proposta são a correta percepção do ambiente, a adequada formulação de um caminho estratégico e a implementação tempestiva da proposta, face à alta dinamicidade do ambiente.

Alguns autores pretendem que esta visão seja eminentemente reativa, enquanto outros propõem uma determinada margem de pró-atividade no processo, na medida em que a análise de cenários futuros permite antever o ambiente e objetivos futuros.

Em qualquer destas possibilidades, esta visão, cujo detalhamento para a definição do modelo será feito dentro de uma perspectiva mais empírica, permite a possibilidade de se utilizar a Logística como uma das ferramentas de ajuste estratégico. Esta dimensão é compartilhada por Christopher (1992) e corresponde à escola sistêmica de Whittington e à escola ambiental de Mintzberg (WHITTINGTON,1993), (MINTZBERG,2000).

Com relação à questão da utilização da Logística como elemento de importância na estratégia funcional ou corporativa da empresa, ou sua cadeia de valor numa visão expandida, é importante que se diga que já se considera a área logística como uma área capaz de gerar valor (NOVAES, 2001) e, portanto, se alinhar com as áreas de marketing e produção, tradicionais geradores de valor e considerados como áreas fins da empresa. Este conceito será melhor discutido à frente.

**2.1.4 Teoria das Restrições** (TOC, Teoria do Gargalo) – A teoria das Restrições representa, sobretudo, um processo de pensamento baseado no Método Científico – relações do tipo efeito-causa-efeito (ANTUNES JUNIOR, 1998). Desenvolvida por Goldratt, a construção da TOC é regida por alguns princípios que visam a consolidação de um modelo empírico que permite a sua utilização em situações práticas relacionadas com as mais diversas funções empresariais, tais como produção, *marketing*, gestão de projetos, entre outras.

Basicamente a Teoria das Restrições busca maximizar ganhos e, para isto, reconhece três caminhos: aumento de produtividade, redução de estoques e diminuição de despesas operacionais, sendo reconhecido, no entanto, por Goldratt que as oportunidades de aumento de ganho em estoques e despesas operacionais são relativamente limitadas,

enquanto os ganhos em produtividade podem ser ilimitados (PIERCE, 2002). É importante que se ressalte que grande parte dos ganhos do método está relacionada com a Logística, embora as aplicações explícitas da TOC na Logística ainda sejam limitadas. As aplicações mais conhecidas estão voltadas, sobretudo, para a função produção.

A TOC se sofisticou, embora a aplicação mais simples do modelo prevê a utilização de cinco regras básicas destinadas a identificar, num processo produtivo, os pontos tidos como “gargalos” da produção, a avaliar a qualidade e grau de restrição deste ponto, a mensuração do impacto desta restrição no processo como um todo, a maximização das possibilidades da restrição e, por consequência, a minimização desta restrição no global, a eliminação da restrição e a volta para o primeiro passo, o que caracteriza o método como um processo e não como um produto.

Entenda-se como restrição qualquer coisa que impede um sistema, como um todo, alcançar um resultado melhor. A partir desta definição, pode-se inferir que todos os sistemas possuem, sempre, uma restrição, caso contrário, teriam desempenho infinito. Da mesma forma, deve-se entender que um gargalo (ou restrição) estará dinamicamente localizado em algum ponto do processo, se alterando conforme as restrições inferiores ou anteriores sejam resolvidas.

Coroando a visão sistêmica da abordagem, as restrições podem ser internas, quando situadas dentro do processo, ou externas, situação em que a restrição se move para fora do processo e se torna, quase sempre, não controlável, obrigando o sistema dar uma resposta reacional.

A aplicação que se pretende desenvolver a partir destes conceitos se orienta para a visão das restrições externas caso se considere o ponto de vista da empresa, ou, interno, se considerada a cadeia logística como um sistema.

Além da naturalidade da Teoria nos processos produtivos e empresariais, ela mais recentemente tem sido usada, também, para

avaliar processos educacionais, para gestão de projetos e para o desenvolvimento de raciocínios lógicos.

**2.1.5 – Intervenção Organizacional** – Um das conceitualizações básicas para o propósito do trabalho apresentado é a premissa de que é possível a intervenção na organização, seja qual for o nível de atuação, e que esta ação pode ser capaz de alterar o posicionamento ou resultados da empresa.

Do ponto de vista logístico, é possível apreender e realizar a transferibilidade da capacidade requerida para que mudanças organizacionais aconteçam.

Esta é uma das premissas que um grupo de vanguarda em estudos logísticos da Universidade Estadual de Michigan que vem estudando, de maneira empírica, a função logística em mais de 1.500 empresas globais, com a realização de pesquisas periódicas com o propósito de avaliar aquilo que denominam de *the best practices in logistics*.

O *Global Logistics Research Team at Michigan State University*, como se autodenomina este grupo, também propõe que uma empresa com tais características, chamada empresa de Logística Classe Mundial – LCM - é uma empresa que se enfoca estrategicamente segundo quatro categorias de competência: o posicionamento, a integração, a agilidade e a mensuração (THE GLOBAL LOGISTICS RESEARCH TEAM, 1995).

O atendimento destas quatro categorias, que se dividem em 17 capacidades (ver Quadro 2 – Capacidades Estratégicas Classe Mundial), se realizadas segundo as melhores práticas, podem levar a empresa para o estado de LCM.

Quadro 2 – As Capacidades Estratégicas Classe Mundial

<b>Posicionamento</b>	<b>Integração</b>	<b>Agilidade</b>	<b>Mensuração</b>
• <i>Estratégia</i>	• <i>Unificação do Supply Chain</i>	• <i>Relevância</i>	• <i>Avaliação Funcional</i>
• <i>Supply Chain</i>	• <i>Informação Tecnológica</i>	• <i>Acomodação</i>	• <i>Avaliação de Processos</i>
• <i>Network</i>	• <i>Partilhamento da Informação</i>	• <i>Flexibilidade</i>	• <i>Benchmarking</i>
• <i>Organização</i>	• <i>Conectividade</i>		
	• <i>Padronização</i>		
	• <i>Simplificação</i>		
	• <i>Disciplina</i>		

Fonte: THE GLOBAL LOGISTICS RESEARCH TEAM, 1995

Estas chamadas melhores práticas correspondem ao resultado de três premissas :

1. Classe Mundial é obtida pelo desempenho superior.
2. A abstração de uma melhor prática específica para uma capacidade oferecer um caminho para sua aprendizagem e generalização (transferibilidade).
3. A capacidade para efetuar a mudança organizacional para se obter a transferibilidade pode ser apreendida.

O significado mais simples destas afirmativas é que as melhores práticas podem levar uma organização para o estado de Classe Mundial e que estas melhores práticas podem ser apreendidas através da mudança organizacional.

Por outro lado, do ponto de vista dos seguidores da TOC, há uma preocupação quase filosófica a respeito do processo de mudanças e

intervenção organizacional. A primeira percepção dos “Jonahs”, como os adeptos da Teoria das Restrições se autodenominam, em referência ao livro **A Meta**, com relação às mudanças diz respeito justamente à correta perspectiva do processo de mudanças.

Nestas circunstâncias, as mudanças (processo de aperfeiçoamento contínuo) devem ser concebidas e continuamente tratadas segundo as luzes das respostas às seguintes perguntas:

- O que mudar?
- Até que ponto?
- Como fazer a mudança?

O envolvimento das pessoas afetadas pelas mudanças constituem ponto essencial para evitar a resistência emocional causada pela percepção de insegurança associada às mudanças.

Algumas medidas que alavancariam o processo de mudança, segundo a perspectiva dos adeptos da Teoria das Restrições, poderiam ser:

- Resolução de conflitos com vantagem mútua;
- Comunicação eficaz;
- Habilidades de formação de equipes;
- Delegação; e
- Autonomia.

As propostas de Goldratt, neste campo da lógica, são conhecidas como processos de pensamento e envolvem uma busca contínua do entendimento do processo ECE (efeito-causa-efeito), que ajudam a compreensão do processo de mudança e afastam o medo ou resistência emocional (GOLDRATT, 1990).

Estas colocações todas, no campo da Logística e da Teoria das Restrições, permitem caracterizar o que se conceitua como intervenção organizacional e da razão pela qual ela é necessária.

Em palavras reduzidas, a intervenção organizacional é capaz de alterar uma organização, levando-a, em princípio, de um estado de maior entropia para outro de menor, resultado que leva a organização a ser mais competitiva.

## 2.2 Justificativas e originalidade da pesquisa

Conforme já estabelecido anteriormente, pode-se afirmar, com base na observação empírica da atualidade, a crescente importância da Logística como fator significativo no estabelecimento da capacidade competitiva das empresas.

Diversos setores empresariais da realidade brasileira têm demonstrado, na atualidade, a importância competitiva da Logística, seja ela relativa aos suprimentos, à distribuição ou mesmo à atuação industrial. Desta maneira, ao lado dos casos relatados pela literatura sobre a importância da Logística como diferencial competitivo, se observa no Brasil a preocupação com a disciplina na composição do *mix* competitivo.

A Logística é uma disciplina relativamente nova no Brasil. As principais razões desta importância tardia da Logística no País estavam relacionadas com questões macroeconômicas de natureza processual e estrutural. Do ponto de vista processual, as décadas de 70 e 80 foram marcadas por elevados níveis inflacionários da moeda, que permitia o contínuo ajuste de custos e a baixa produtividade através de elevações de preços.

Ainda do ponto de vista processual, baixos níveis de crescimento da economia não permitiram a existência de capacidades de investimentos, nem necessidade de ampliação dos negócios, caracterizando o período por uma estagnação econômica acompanhada de elevados níveis inflacionários, configurando o que se chamava na época de “estagno inflação”. Não por outro motivo, a década de oitenta foi conhecida no Brasil como a “década perdida”.

A questão macroeconômica de natureza estrutural estava relacionada com a política de proteção do mercado interno nacional da concorrência internacional, onde, através de um complexo sistema alfandegário e aduaneiro, aliado a políticas econômicas setoriais de proteção de mercados, transformava a concorrência no mercado brasileiro uma espécie de calmo lago, onde empresas nacionais ou aqui instaladas faziam todos os tipos de associações para atuarem coordenadas no mercado.

Ao mesmo tempo que se formavam grandes empresas, caracterizando um panorama onde a competição, a flexibilidade e o interesse do cliente não

eram significativos, os índices de competitividade eram bastante baixos face ao que acontecia no mercado mundial, marchando para a globalização.

Na década de 90, no entanto, esta perspectiva começou a mudar. Políticas econômicas mudaram, face à constatação da baixa capacidade competitiva dos produtos nacionais. A economia globalizada começa a ameaçar os feudos nacionais, fazendo com que as empresas brasileiras busquem rapidamente maneiras de se ombrearem às competidoras internacionais mais competitivas.

O marco mais significativo da mudança da busca de competitividade das empresas nacionais aconteceu, no entanto, em 1994, com a adoção do chamado Plano Real, que arquitetou e implementou uma estratégia de estabilização do processo inflacionário. De imediato, na adoção do plano e com a queda do chamado imposto inflacionário, houve um súbito aumento da demanda, fazendo com que fosse permitida a presença de fornecedores internacionais para atender rapidamente às demandas locais, enquanto planos de expansão das empresa locais ainda se desenhavam para efetivação.

Entre 1994 e 1997, o comércio exterior brasileiro pulou de um volume próximo de US\$ 77 bilhões para cerca de US\$ 115 bilhões, o que corresponde a um crescimento de 50% em três anos (FLEURY, 2000)

Embora a infra-estrutura logística (portos, estradas rodoviárias e ferroviárias) tenha sido privatizada, começou a se perceber o quanto o País estava defasado em termos de atuação logística.

Na área de portos, por exemplo, uma longa tradição de política de pessoal paternalista, aliada à falta de estímulos a investimentos, que com que a perda de capacidade de investimento governamental na área fez com a variável portos se transformasse em importante item do chamado custo Brasil. O Banco Mundial diagnosticou que a ineficiência portuária brasileira acrescenta cerca de 7% ao custo dos produtos exportados pelo País. A produtividade da mão-de-obra portuária era, em 1996, cerca de 20% da similar europeia. A produtividade dos guindastes no porto do Rio de Janeiro era, no mesmo ano, 9 *containers* por hora, enquanto Buenos Aires era de 22 e Hamburgo, 28 (FLEURY, 2000).

Entretanto, além da deficiência da infra-estrutura, se percebeu que as empresas locais não tinham a visão de Logística, o que afetava significativamente a competitividade brasileira.

Neste momento, se constatou que faltava às empresas nacionais capacidade competitiva. A exposição à competição globalizada fez com que alguns setores industriais inteiros quase desaparecessem, fruto da baixa produtividade, produtos defasados e enfoques administrativos e operacionais desatualizados. As empresas remanescentes destes setores tiveram que fazer um enorme esforço para se atualizar em termos de capacidade competitiva.

A indústria textil nacional é um dos exemplos de como este processo se desenrolou no Brasil. Outros setores, como a indústria do aço, a de autopeças, a química, a agroindústria, foram setores que tiveram uma boa resposta ao desafio. Entretanto, em alguns outros setores os resultados foram mais visíveis que em outros.

Um dos setores mais competitivos da indústria é a automobilística, não só por sua importância econômica, mas também por ser um setor que, reconhecidamente, tem se utilizado mundialmente de ferramentas de ponta para disputar a concorrência.

Neste sentido, é um setor globalizado, com níveis extremados de competição e cujo processo competitivo também se expressa no Brasil. Tradicionalmente a indústria brasileira de automóveis era um setor oligopolizado, dentro de um mercado fechado, onde a competição acontecia dentro de contidos parâmetros.

A partir de 1997, a indústria automobilística nacional recebeu um grande número de *players* internacionais, interessados, sobretudo, no então único mercado importante de veículos em expansão no mundo. Cerca de dois milhões de unidades tinham sido comercializadas naquele ano.

Dentro da visão estratégica das montadoras, uma boa participação neste mercado constituía importante auxílio para a concepção estabelecida que uma indústria de veículos voltada para o segmento de *market mass* somente

seria viável, no novo milênio, se tivesse uma escala de produção da ordem de seis milhões de unidades/ano.

Nesta situação, estimava-se que no máximo seis empresas globalizadas teriam condições de disputar o mercado mundial, o que já havia deflagrado, no início da década passada, um expressivo processo de aquisições e fusões de empresas. Embora atualmente o número de participantes mundiais já tenham se reduzido, o processo ainda continua em andamento.

Ao lado da busca de escala, as companhias mundiais continuaram o processo de melhoria tecnológica e de gestão, representado, sobretudo, pela automatização, expansão do conteúdo informatizado e utilização de filosofias de gestão do tipo *just-in-time* - JIT.

Com relação principalmente ao uso do *just-in-time*, cujas origens estiveram relacionadas com o chamado chão de fábrica das unidades fabris, a amplitude do processo se expandiu, e continua a se expandir, de tal maneira que os conceitos desta filosofia de gestão da produção alcançaram quase toda a cadeia produtiva, estabelecendo processos sincronizados de produção de todo o setor de suprimentos.

Do ponto de vista físico, este processo gerencial criou uma espécie de cidades produtivas, envolvendo o fabricante principal e um expressivo conjunto de fornecedores. Embora muitos fornecedores participassem deste bloco produtivo, outros fornecedores não participaram desta “*urbe*” produtiva.

O desafio que restou desta situação é que todos os participantes da cadeia produtiva, locais ou não, deveriam ter o mesmo sincronismo produtivo. Esta é a essência do propósito da logística de suprimentos moderna.

No Brasil, pelo fato das empresas atuantes serem subsidiárias de *players* globalizados, as novas unidades industriais automobilísticas trouxeram uma nova demanda, não muito comum ainda, da logística eficiente e bem situada, como parte dos diferenciais competitivos.

Esta situação, portanto, particularizada para o setor automobilístico e para uma região – o Brasil representa, no entanto, um problema mundial, cujos desafios e soluções aqui estabelecidos formarão a base para o procedimento

mundial do setor, já que, reconhecidamente, as unidades brasileiras são as mais modernas do mundo.

Do ponto de vista logístico seguinte, o da logística interna ou industrial, as novas fábricas aqui instaladas se orientaram por uma arquitetura própria para o recebimento e disposição dos insumos (Logística), que permite uma maior produtividade.

Segundo depoimento feito ao autor pelo eng. Jean-Paul Bets, Gerente de Logística Industrial da Renault do Brasil, o *lay-out* e planta da unidade brasileira tiveram como premissa básica em seu projeto a Logística.

Outro exemplo desta preocupação com o processo logístico foi a criação da CRTS, uma *joint venture* criada para servir a Volkswagen em suas operações de logística internacional, formada por duas empresas nacionais, a Colúmbia e a Translor, e em duas empresas internacionais, a Schnelecker e a Ryder (FLEURY, 2000)

Por fim, do ponto de vista logístico, a questão da distribuição dos veículos está começando a ser enfrentada. A pioneira do processo no Brasil foi a fábrica da *General Motors* em Gravataí - RS, onde produz o veículo Celta, sendo seguida com menor intensidade por outros fabricantes como a FIAT, Renault, entre outros.

Dentro do conceito básico do JIT, isto é, a produção puxada, a GM está comercializando seu novo produto através de processo de *e-commerce*, o que permite a produção a partir de vendas firmes. Hoje, mais de 85% do faturamento da unidade é obtido desta maneira, o que reduz a elaboração de estimativas de vendas e, portanto, o risco, a menos de um terço. A empresa se propõe a entregar o produto em, no máximo, uma semana na região sul-sudeste e em dez dias para as demais.

Outros produtores estão seguindo o mesmo caminho, o que faz prever que se está constituindo uma tendência no Brasil este tipo de comércio, que viabiliza a utilização mais fácil do processo *just-in-time* de produção e as conseqüentes ações logísticas necessárias.

A junção destas três perspectivas logísticas (suprimentos, industrial e distribuição) permite uma visão quase que total do *supply-chain*, ou seja, a corrente logística total.

A se inferir que, se o processo em andamento esteja acontecendo com uma indústria de ponta como a automobilística, é lícito se supor que tais procedimentos devam chegar a outros segmentos produtivos e de mercado, o que permite que se perceba a importância do estudo do *supply-chain*.

Aparentemente, portanto, esta deve ser a característica da logística futura.

Dentro desta hipótese que a opção pelo *supply-chain* seja uma tendência presente para o processo competitivo nacional e global, significa que o estudo do posicionamento do ponto-de-vista estratégico de uma empresa genérica, constitui importante questão.

O passo seguinte após o posicionamento é a busca da eficácia do processamento da cadeia produtiva feito através de elos, situação que caracteriza o *supply-chain*. Neste sentido, algumas abordagens diferenciadas podem ser estabelecidas.

A primeira delas diz respeito à abordagem funcional ou individual, onde cada um dos elos do processo é analisado de *per se*, numa típica visão tradicional e segmentada. A premissa, discutível, é que, se cada elo bem funciona, o conjunto como um todo também bem funcionará.

Esta é a abordagem mais tradicional, tanto do ponto-de-vista da Logística como da Teoria das Restrições, ou seja, a análise de cada empresa isolada de sua cadeia produtiva.

A segunda abordagem está relacionada com uma visão processualística, onde se estabelece para o processo como um todo, ou suas partes, relações de eficiência do tipo saída/entrada, de maneira a se ver globalmente o conjunto. Nesta abordagem, se vê simultaneamente o processo, a função e as relações entre os elos, de modo a se poder analisar criticamente a oportunidade de intervenção num determinado elo em relação ao seu rendimento ou importância global.

Esta abordagem corresponde a uma ampliação da proposta da Teoria das Restrições, que de modo geral é mais aplicada à abordagem funcional. A análise do *Supply Chain*, de acordo com esta visão da TOC ampliada, corresponde a uma abordagem inovadora. Além do mais, as experiências do uso da TOC em logística são limitadas, embora existam experiências relatadas da utilização da Teoria das Restrições em problemas produtivos, na gestão de projetos e, mais recentemente, no ensino.(MABIN, 2000)

A abordagem da TOC também é relatada em algumas experiências de logística de distribuição, porém dentro de uma perspectiva mais operacional, como, por exemplo, a localização e otimização de CD's (Centros de Distribuição).

Por fim, há uma terceira abordagem possível, que é a de se ver uma ampliação ainda maior do escopo do estudo, de maneira a se perceber aquilo que se está chamando agora de *networks*, ou seja, o relacionamento entre vários fluxos ou processos, partindo da premissa que existirão elos que participam de dois ou mais processos (cadeias).

A Figura 6 – Amplitudes de Visão dos *Supply Chain*, segundo a Perspectiva TOC, permite verificar graficamente as possibilidades de tratamento da cadeia produtiva segundo o enfoque logístico. Há de se perceber que quanto maior a amplitude adotada, maior a complexidade da situação a ser analisada.

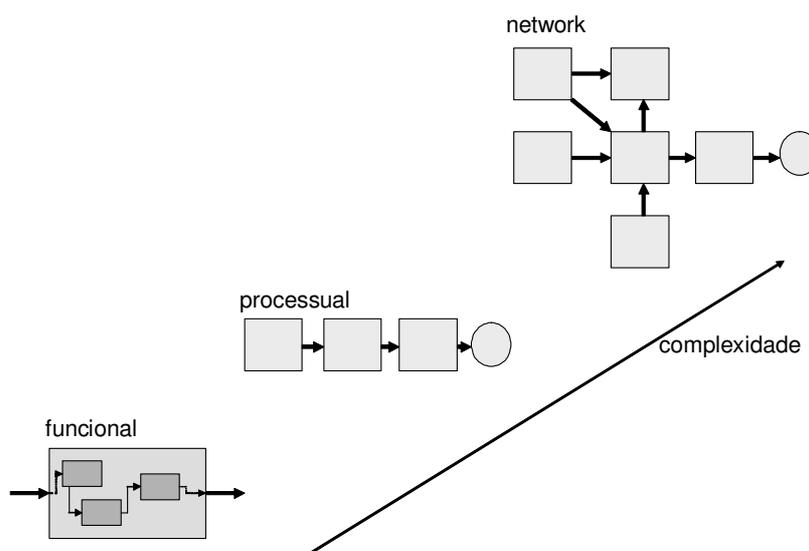


Figura 6 – Amplitudes de Visão dos *Supply Chain*, segundo a Perspectiva TOC

Uma proposta de planejamento ou ajuste estratégico do *Supply Chain* através de um instrumento de otimização como a Teoria das Restrições, é uma proposta inovadora. Da mesma forma, os produtos derivados do estudo, como, por exemplo, a metodologia a ser desenvolvida, constitui igualmente uma abordagem inovadora.

Este é, portanto, o resultado que se procurará atingir com o presente trabalho, estabelecidas as limitações concernentes. Isto significa que a abordagem se fará a partir da segunda amplitude de visão do *Supply Chain*.

Indicações de como se poderá evoluir para estruturas mais complexas (o terceiro modelo) poderão ser indicadas, a partir das soluções encontradas no estudo centrado no segundo modelo.

Apresenta-se, a seguir, o Quadro 3 – Trabalhos Acadêmicos Correlatos ou Assemelhados, onde estão indicados os trabalhos relacionados com o tema proposto e desenvolvidos por participantes de cursos de pós-graduação em instituições brasileiras.

**Quadro 3 – Trabalhos Acadêmicos Correlatos ou Assemelhados**

<b>Autoria</b>	<b>Data</b>	<b>Título</b>	<b>Instituição</b>	<b>Tipo</b>
<b>Alves</b> , Eduardo S.	2000	Sistemas Logísticos Integrados : um quadro de referência	UFSC	Dissertação
<b>Pequeno</b> , Iglê S.	2000	A Administração Estratégica : proposição de um modelo baseado em projetos empresariais e, em especial, nos projetos logísticos	UFSC	Dissertação
<b>Antunes Junior</b> , José A	1998	Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção de sistemas de produção com estoque zero	UFRS	Tese
<b>Neves</b> , Marcos Fava	1999	Um modelo de Planejamento de canais de distribuição no setor de alimentos	USP	Tese
<b>Moura</b> , Delmo Alves	2000	Caracterização e análise de um sistema de coleta programada de peças, Milk Run, na indústria automobilística nacional	USP	Dissertação
<b>Abramczuk</b> , André <sup>a</sup>	2001	Os relacionamentos na cadeia de suprimento sob o paradigma da desintegração vertical de processos: um estudo de caso	USP	Dissertação
<b>Bocanegra</b> , Charlie Williams	2002	Procedimentos para tornar mais efetivo o uso das redes neurais artificiais em planejamento de transportes	Escola de Engenharia de São Carlos	Dissertação

fonte: pesquisa do autor em diversos *sites* acadêmicos

Na próxima seção será tratada a perspectiva de obtenção de resultados práticos na utilização dos conceitos e metodologia a serem desenvolvidos pelo trabalho proposto.

### **2.3 Resultados esperados e contribuições potenciais do trabalho**

Como já mencionado em seções anteriores, a Logística vem se constituindo em relevante fator de diferenciação competitiva. Um dos conceitos modernos de competitividade é a proposta de que ser competitivo é possuir a capacidade de gerar valor agregado ao cliente final.

Valor agregado, por sua vez, é conceituado como a percepção positiva e diferenciada do cliente final a respeito do produto e serviços associados, a ele oferecidos, pela qual o cliente se propõe pagar mais. (PALADINI, 1997)

Portanto, ao valor agregado, enquanto percepção e, portanto, subjetiva, não se insere nada concreto; pelo contrário, é uma abstração pessoal do cliente a respeito da situação mercantil a que se vê confrontado. Corresponde, com algumas pequenas diferenças, ao conceito de qualidade total.

Embora venha se discutindo que a capacidade de geração de valor agregado seja uma característica sistêmica, isto é, deve ser produzido por todas as áreas empresariais, há um certo consenso de que as chamadas áreas fins são aquelas que mais contribuem para este propósito.

As designadas áreas fins da empresa são tradicionalmente as que tratam das funções de *marketing* e de produção. Assim, a área de *marketing* trabalha fundamentalmente com os serviços e a imagem do produto, de tal maneira a levar o cliente a uma determinada “boa vontade” com o produto oferecido.

Em que pese esta constatação, há um movimento que propõe a evolução do *Marketing* tradicional (que basicamente trata dos 4P's) (KOTLER, 1993), trabalhando marcas fortes, propaganda, imagens corporativas e preços. A proposta mais atual está centrada fundamentalmente na questão dos serviços associados ao produto, que diferenciariam os produtos cada vez

mais *commoditizados*, onde outros valores se superpõem aos conceitos básicos do *marketing mix*. (CRISTHOPHER, 1999)

Já a área de produção é responsável pela chamada qualidade intrínseca do produto, isto é, a elaboração de um produto com bom *design* e com características físicas capazes de atender, ou superar, a expectativa do cliente.

Mesmo nesta área, modernamente, a questão dos serviços se consubstanciam como valores fundamentais para a conquista e manutenção do cliente. Estes serviços estão relacionados fundamentalmente com a participação do cliente antes, durante e após a produção, estabelecendo, neste sentido, a “fidelidade” do mercado. Situações deste tipo exigem, sobretudo, flexibilidade e presteza (*lead times* baixos). (SLACK, 1997)

Face a estas questões, o autor propõe que a Logística, além de colaborar, na atualidade, de maneira relevante com as duas áreas funcionais mencionadas, é capaz de, independentemente, gerar também valor agregado ao cliente.

A primeira destas capacidades diz respeito à capacidade de dispor do produto tempestivamente e no local desejado pelo cliente. É o que pode ser chamado de valor de lugar. Ao se tratar da tempestividade de disposição do produto, está se tratando do segundo valor, o valor do tempo, umas das dimensões mais discutidas na atualidade a respeito da eficiência e eficácia dos gerenciamentos organizacionais.

A qualidade do fluxo de produtos, que configura-se no fato de que os produtos não sejam afetados em suas qualidades intrínsecas ao serem transportados da origem produtiva ao destino de consumo, sejam quais forem os estágios intermediários, constituem os valores de qualidade.

Por fim, o valor da informação constitui outro dos valores produzidos pela Logística, que torna possível que o cliente acompanhe o estágio logístico de seu produto. Principalmente a partir do incremento do comércio virtual, este valor tornou-se bastante importante. (NOVAES, 2001)

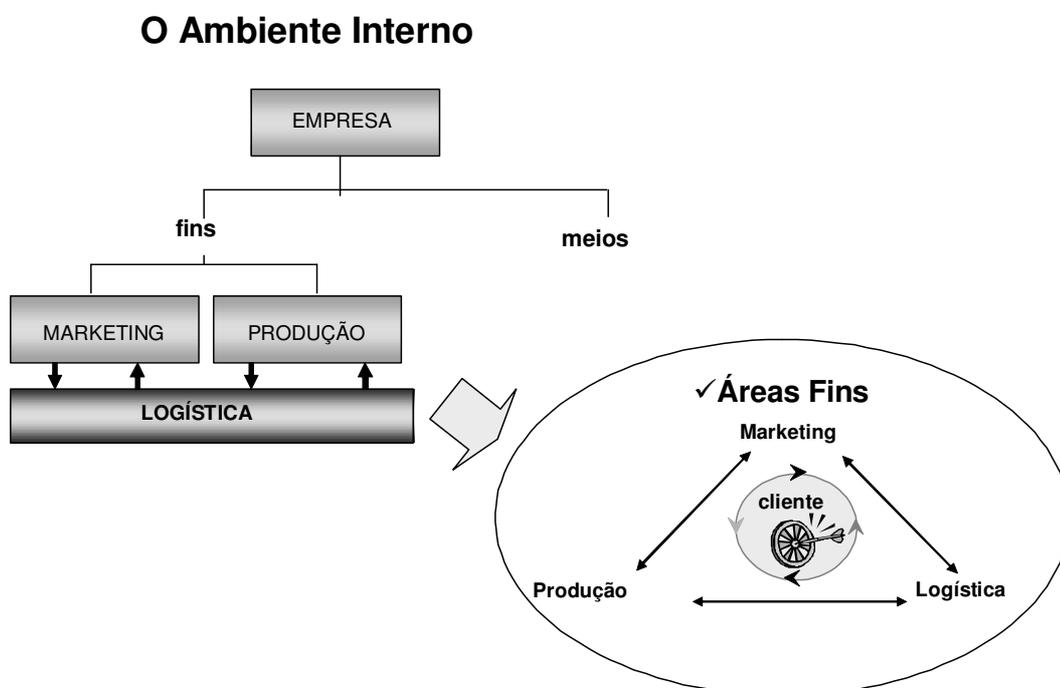
Além destes valores, que são de natureza direta, a Logística contribui para a redução do preço do produto, a partir da gestão racional dos ditos

custos logísticos e que compõem, com boa proporção, a definição dos custos finais do produto oferecido. Segundo Fleury (2000), no Brasil, cerca de 19% do preço final de um produto corresponde ao custo logístico (FLEURY, 2000).

Por fim, uma capacidade funcional que torna-se cada vez mais importante no mercado atual, e que se caracteriza como diferencial competitivo, está relacionada com a atuação da Logística no pós-venda, dando suporte ao cliente em termos de garantia, substituição de produtos e em eventuais processos de logística reversa, como o caso de retorno de embalagens ou partes do produto, como, por exemplo, baterias elétricas e pneus.

Diante desta proposição, ou seja, que a função logística é capaz de gerar valor agregado, é legítimo considerar que a Logística também, juntamente com o *marketing* e a produção, compõe uma área de atuação que pode ser considerada como atividade-fim.

A Figura 7 – A Logística como Atividade-Fim e Recurso Estratégico, apresentada a seguir, procura ilustrar graficamente este processo.



**Figura 7 – A Logística como Atividade-fim e Recurso Estratégico**

fonte: elaborado pelo autor

Assim a transformação da Logística, de mero coadjuvante no processo de gerar valor, como visto tradicionalmente, em um importante instrumento de obtenção deste propósito, se vista de uma perspectiva mais atual, é de fundamental importância.

Esta proposta permite que se faça uma importante reformulação da visão tradicional de Planejamento Estratégico. Assim, dentro da metodologia SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) da escola de *design* de Planejamento Estratégico (MINTZBERG, 2000), onde a análise do ambiente interno, nesta metodologia clássica de elaboração de estratégias, deve se contrapor à análise de cenários futuros, situação que se percebe as oportunidades e ameaças, o que permite estabelecer, a partir desta confrontação, a definição de uma estratégia (PEQUENO, 2000).

Neste sentido, pode-se afirmar que estratégia é a escolha de um caminho de ajustar a empresa a um ambiente futuro, entendendo-se como melhor ajuste aquele capaz de gerar maior valor agregado para o cliente final. A percepção sobre o aspecto competitivo desta metodologia é bastante clara, de modo que a visão estratégica se constitui imprescindível passo para o sucesso empresarial.

Nesta perspectiva, o Planejamento Estratégico corporativo pode receber, portanto, uma importante contribuição da área logística e pode-se afirmar que, corroborando outras propostas mencionadas anteriormente, a Logística é uma disciplina estratégica. A este propósito, reveja-se os comentários anteriormente realizados da proposição de Fabbe-Costes (1994) da integração entre a área de Logística e a do Planejamento Estratégico.

Ao se propor nesta tese a discussão sobre as possibilidades de um alinhamento racional e eficiente de uma situação particular da Logística, a estrutura do *supply-chain*, está se propondo, afinal, a estabelecer um caminho mais adequado para a definição e implementação de uma estratégia empresarial.

Este alinhamento racional corresponde à possibilidade de se utilizar a Teoria das Restrições para se otimizar a estrutura do Supply Chain e, portanto,

permitir que a empresa que se utilize deste ferramental será estrategicamente mais competitiva.

Assim, o resultado do estudo poderá permitir, portanto, vantagens micro e macroeconômicas. Do ponto de vista microeconômico ou empresarial, a aplicação de um modelo permitirá, portanto, a construção de vantagens competitivas de uma empresa e, por conseqüência, a obtenção de posições favoráveis no mercado, seja por decorrência de vantagens relacionadas por diferencial de serviços, seja pela redução de custos.

Do ponto de vista macroeconômico, existem duas situações que originam a vantagem maior. A primeira é o fato de uma empresa se estabelecer numa posição de liderança que permite que o valor agregado médio se altere favoravelmente pela presença de uma parcela melhor; a segunda é que este novo líder de mercado induz, a todo um processo de emulação, capaz de gerar uma elevação do nível do conjunto de empresas concorrentes como um todo, dentro de uma mecânica proposta pelo autor e denominada de demanda organizacional (PEQUENO, 1978).

O beneficiário desta elevação do nível de concorrência, seja por causa individual ou por indução de melhoria do conjunto, é obviamente o mercado e toda a Sociedade.

No próximo capítulo serão discutidos os objetivos, as hipóteses e as limitações do presente trabalho.

### **3. OBJETIVOS, HIPÓTESES E LIMITAÇÕES**

O presente capítulo tem como propósito discutir algumas questões básicas relativas ao presente estudo. A primeira questão a ser discutida trata justamente dos objetivos a serem sistematizados no trabalho, ou seja, o resultado específico a ser obtido, bem como as partes que o compõem e que podem ser consideradas como resultados parciais.

Da mesma forma, se formaliza a hipótese que, dependendo do resultado alcançado, poderá ou não, ser verificada. Por fim, ainda neste capítulo serão apontadas, a priori, algumas limitações do estudo, abrangendo, principalmente, a área de abrangência do estudo, em termos de partes do universo pesquisado e as situações especiais de validação do estudo.

#### **3.1 Objetivos**

O desenvolvimento do tema proposto já teve demonstrados no capítulo anterior a sua originalidade, importância e oportunidade, não só do ponto de vista acadêmico de se estudar um novo enfoque e da metodologia associada, mas também, e sobretudo, do ponto de vista empresarial ou empírico, ao permitir que empresas envolvidas de alguma maneira com a Logística possam estabelecer ou reformular sua visão estratégica a partir da metodologia e produtos estudados.

Neste sentido, a tese ora proposta se orienta para a obtenção de dois tipos de objetivos. Um deles é o objetivo geral, como o próprio nome sugere, de natureza ampla e que se constitui numa espécie de norte para o desenvolvimento do trabalho.

Assim, o objetivo principal ou geral define de maneira clara e direta, qual o aspecto da problemática ou contexto estabelecido que constitui o interesse central da pesquisa (ALVES-MAZZOTTI, 1998)

Desta forma, todo o trabalho deve girar em torno do propósito estabelecido, de maneira que toda a metodologia a ser aplicada se orientará para alcançar o objeto eleito como resultado.

Além deste resultado principal, existem como decomposição deste propósito geral, objetivos específicos, necessários para o estudo e para a solução satisfatória do problema contido no objetivo principal (SANTOS, 1999), se destacam por sua aplicabilidade empírica ou particularidade acadêmica e devem ser explicitados.

Portanto, além do objetivo principal que constitui a peça básica em termos de orientação do trabalho e resultado principal de aplicabilidade acadêmica e empírica que se apresenta a seguir, também os subprodutos resultantes deste objeto primeiro, seja por serem peças construtivas do principal, seja por serem corolários do objetivo principal, também são apresentados como resultados esperados.

A listagem destes produtos está relacionada a seguir :

### **3.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral da tese acadêmica ora proposta é:

- propor uma abordagem da visão estrutural e estratégia da cadeia logística, onde seja possível demonstrar a relação conceitual entre o Supply Chain e a Teoria das Restrições – TOC, de maneira a permitir que os métodos definidos no desenvolvimento do estudo sejam reaplicados em situações similares e que resultem na melhoria do desempenho da cadeia como um todo.

### **3.1.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, o trabalho buscará os seguintes resultados:

- estabelecer um conjunto de parâmetros que permita construir um adequado posicionamento logístico e estratégico, a partir da análise operacional atual;

- elaborar, a partir deste parâmetros, um método de diagnóstico de desempenho da cadeia logística integrada; e,
- desenvolver um modelo de melhoria de desempenho do sistema *Supply Chain*, capaz de permitir a observação de resultados potencialmente alcançáveis.

Estes são os objetivos do estudo, formando um conjunto de resultados relevantes para o estudo da Logística, na medida em que exploram possibilidades de resultados e agregação de valores, discutem variáveis e métodos de aferição e avaliação e, por fim, permitem a discussão de mecanismos de otimização de estratégias.

Na seção seguinte será discutida a hipótese que dá base, caso confirmada, para a obtenção dos objetivos propostos.

### **3.2 Hipótese**

As hipóteses constituem o ponto fulcral de qualquer trabalho de pesquisa, pois são elas que permitem a escolha, *a priori*, dos caminhos que devem ser trilhados para que consigam atingir os objetivos estabelecidos.

A hipótese central deste trabalho, que deu origem à sua concepção e que será investigada e testada, é a seguinte:

- Existe uma compatibilidade conceitual entre os enfoques estabelecidos para o Planejamento Estratégico da Logística de uma empresa (*Supply Chain* da forma como definido) e a abordagem para solução de problemas denominada de Teoria das Restrições, o que permite elaborar uma metodologia de solução de problemas logísticos estratégicos visando a melhoria de resultados.

Esta hipótese deverá ser verificada do ponto de vista de princípios, metodologia e resultados, gerando um conteúdo ou modelo empiricamente verificável, na forma proposta neste trabalho.

A definição da maneira pela qual esta hipótese será verificada está explicitada no capítulo 5 - METODOLOGIA APLICADA, onde se sistematizam

as origens metodológicas para a verificação da hipótese central do trabalho e, principalmente, qual a abordagem metodológica a ser dada para a verificação e eventual validação da hipótese de trabalho acima descrita.

### **3.3 Limitações da Pesquisa**

As limitações do presente trabalho estão delineadas em algumas dimensões. A primeira delas diz respeito à delimitação que o trabalho faz quanto ao contexto a ser examinado, que o fará somente dentro dos limites da estratégia corporativa relacionada com a questão logística.

Embora a chamada estratégia corporativa tenha como pressuposto sua visão sistêmica, é feita uma tentativa de isolamento da função logística para evitar os chamados efeitos cruzados, comum nas visões multilaterais. Isto significa que, por exemplo, causas na área da produção podem se refletir na área da logística, e vice-versa, razão pela qual se buscará um tratamento, principalmente no que tange à mensuração, estrito à área logística.

A situação inversa também é possível de acontecer, ou seja, causas logísticas podem se refletir em situações de outras áreas, principalmente as acomodadas nas funções de produção, marketing e finanças. Eventualmente estudiosos poderão verificar a adaptação do processo proposto no trabalho para outras áreas funcionais.

Já na área logística propriamente dita situa-se a segunda dimensão limitante do trabalho, já que o trabalho procurará restringir-se apenas quanto às cadeias logísticas completas (*Supply Chain*) e que tenham relacionamentos exclusivos e com sentido único entre os elos da cadeia, o que significa importantes simplificações.

Esta limitação pode eliminar uma quantidade ponderável das situações reais, já que, por exemplo, podem existir muitos contextos onde a relação logística não é funcional e unidirecional. A Figura 6 – Amplitudes de Visão do *Supply Chain*, mostrada anteriormente, indica algumas das possibilidades da estruturação da cadeia de suprimentos. O texto relativo à figura mostra a opção que se faz por um dos modelos apresentados, o que consubstancia uma limitação do presente estudo, ao se abandonar as demais possibilidades.

Deve-se registrar, no entanto, que fica indicada a possibilidade de se alcançar situações mais complexas do *Supply Chain* através de associações combinatórias do modelo que resultará do estudo, baseado na adoção de uma situação mais simples.

Por fim, na dimensão da Teoria das Restrições, a limitação do estudo se reflete na validade das conclusões apenas nas situações onde os parâmetros de mensuração estejam adequadamente definidos e clarificados quanto seus resultados.

Isto significa que aquelas situações onde os parâmetros de mensuração escolhidos não forem claros, distintos e inequívocos, não haverá a possibilidade de aplicação do modelo. Esta situação parece bastante clara pelo fato da Teoria das Restrições ser basicamente um instrumento de otimização e, portanto, depender basicamente de valores bem definidos e dentro de uma faixa de certeza. A discussão de valores dentro de uma visão estocástica pode ser uma variação ou aperfeiçoamento possível do modelo a ser apresentado e explorado em trabalhos subseqüentes.

Além das limitações de objeto, como acima explicitado, existem limitações de ordem metodológica. As limitações metodológicas desta pesquisa, portanto, estão relacionadas com a própria metodologia adotada, ou seja, o teste de hipótese representará sempre uma amostragem do universo, o que equivale dizer que qualquer teste realizado, independente do tamanho da amostra, sempre revelará resultados provisórios. Esta é, em síntese, a proposta da metodologia básica de Karl Popper ou a visão de ciência popperiana chamada de modelo hipotético-dedutivo, onde a hipótese comprovada sempre será provisória até que ela seja ratificada infinitas vezes, ou seja, em termos práticos, a comprovação com absoluta certeza é impossível. (SEVERINO, 2000) (MAGEE, 1973)

Em termos probabilísticos, no entanto, sempre será possível obter garantias de maior significado, através de testes específicos conhecidos estatisticamente como Teste de Hipóteses. (MARINHO, 1980) (STEVENSON, 1978)

A proposta do presente estudo nestas possibilidades mais complexas é, no entanto, de apenas estabelecer as bases que permitam (comprovação da hipótese proposta) outros estudos e comprovações posteriores, que podem ser obtidas a partir de experiências e utilizações práticas do modelo proposto, ou seja, construídas a partir da possibilidade básica de se aplicar a Teoria das Restrições na otimização estratégica da estrutura do *Supply Chain*.

Por fim, neste capítulo, se propõe na próxima seção uma expectativa do produto físico esperado ao fim do estudo, uma vez atendidos os requisitos de um trabalho científico.

O resultado físico do trabalho proposto tem a forma de relatório consubstanciado, contendo todos os elementos inerentes a uma tese de doutorado e de acordo com as normas vigentes para relatos de trabalhos científicos.

Além da apresentação convencional, o trabalho acrescenta como anexo o suporte informacional necessário à visualização do processo de simulação que possibilitará, numa primeira fase, o aperfeiçoamento do modelo proposto e, numa outra, a realização dos testes de refutação estabelecidos pela metodologia do trabalho.

No próximo capítulo 4 – CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS - se discutem os conceitos utilizados para a construção do modelo proposto. O autor entende que sem esta discussão não será possível a definição do *constructo* proposto, já que na área de ciências sociais aplicadas mesmas denominações podem corresponder a conteúdos diferentes e, portanto, levar a entendimentos diferentes das conclusões finais.

#### 4. CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS E REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura é necessária para o posicionamento e definição das tendências conceituais que permitirão o desenvolvimento da tese proposta. Neste sentido, é demandado, para efeito de entendimento e sistematização, o agrupamento dos textos clássicos e das proposições acadêmicas mais recentes em três grandes grupos ou áreas de interesse afins ao objeto do estudo, a saber:

- A área de atuação institucional das empresas, que corresponde fundamentalmente ao posicionamento e planejamento estratégico destas organizações, dentro do que foi inicialmente conceituado no item 2.1.3;
- A área de atuação empresarial da Logística nas empresas, principalmente no que tange ao enfoque de Logística Integrada e *Supply Chain Management*, da forma como foi preliminarmente conceituada nos itens 2.1.1 e 2.1.2; e,
- A área de Pesquisa Operacional, onde se situa a abordagem da Teoria das Restrições, método que permite a otimização de soluções em processos encadeados. A avenida conceitual para a pesquisa é o enquadramento dos textos dentro do basicamente estabelecido no item 2.1.4.

Pode-se observar que as áreas de pesquisa mencionadas formam, de certa maneira, uma estrutura de abrangência, onde o primeiro grupo possui uma máxima abrangência do ponto de vista organizacional e o último deles possui uma abrangência mais restrita ou operacional. Juntas e correlacionadas estas três dimensões formam uma estrutura de abordagem para o problema que se colocou inicialmente.

Esta estrutura, conhecida praticamente por alguns como abordagem do funil, sugere inicialmente uma metodologia do tipo dedutiva, embora ao se considerar os aspectos dinâmicos do processo de pesquisa se perceba uma

natural e sincronizada integração entre os métodos dedutivo e indutivo, o que pode possibilitar a utilização, como já dito anteriormente, de uma visão hipotético-dedutivo.

A Figura 8 – Estruturação das Áreas de Conhecimento do Estudo, apresentada a seguir, propõe um ideograma da relação entre as áreas de conhecimentos que serão abordadas, mostrando, sobretudo, que embora haja uma subordinação natural de abrangência da pesquisa, com os temas mais amplos condicionando os menos abrangentes, há também um processo de retroalimentação dos temas mais especializados para que áreas mais abrangentes foquem, dentro de sua amplitude, aquelas partes que se relacionam com os temas menores. Desta forma, pode-se afirmar que esta estrutura do conhecimento adquire uma dinamicidade que pode caracterizá-la como um processo.

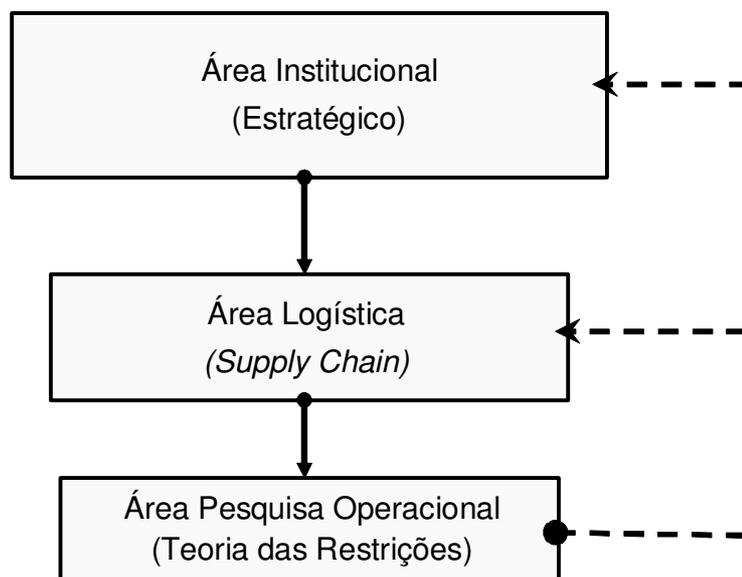


Figura 8 – Estruturação das Áreas de Conhecimento do Estudo

fonte: elaborado pelo autor

A revisão da literatura presente neste capítulo vai se orientar, portanto, dentro destes três níveis de visão ou perspectiva, de modo a estabelecer a adequada conexão entre as matérias diferenciadas. De certa maneira, se procurará seguir o caminho do geral para o particular, o que significa do ponto de vista prático que inicialmente se buscará, para cada nível proposto, uma visão abrangente da matéria para em seguida, tendo em vista o nível subsequente, se orientar para uma visão mais particularizada, porém mais profunda, da matéria examinada.

Este método permite que passe, quase naturalmente para o nível inferior, onde o mesmo procedimento será seguido, até que se chegue ao terceiro nível proposto, que servirá de base para o desenvolvimento da tese proposta.

Dentro desta metodologia, a busca de referências acadêmicas para o desenvolvimento do trabalho seguirá a mesma estrutura descrita, o que pode significar que as referências propostas tanto podem ser diretas, através da análise de textos completos, como também, pela busca indireta, por obras referenciadas nos textos principais.

Nesta metodologia se assegura, por exemplo, que uma abordagem na área do planejamento e administração estratégicos irá se preocupar, além de uma visão completa que lhe é peculiar, com os elementos estratégicos mais importantes que se relacionam com a questão logística como base de visão estratégica. A abordagem estratégia corporativa – função logística estabelecida por Fabbes-Costes (1994), já mostrada anteriormente, mostra de que maneira é possível a viabilização deste mecanismo.

Na mesma linha, dentro da visão logística empresarial (*Supply Chain*), embora ampla, deverá se focar mais no aspecto da pesquisa operacional como forma de otimizar a ação logística.

Na próxima seção se procurará estabelecer uma discussão mais detalhada sobre o primeiro e mais amplo campo de investigação para a montagem do modelo proposto, ou seja, a área compreendida pelo conhecimento relacionado ao planejamento e gestão da estratégia corporativa,

que corresponde nas empresas ao chamado nível institucional das organizações.

#### 4.1 A Perspectiva Institucional

A revisão bibliográfica relativa ao nível institucional ou estratégico começa a partir da preocupação com uma visão abrangente de todo o panorama da questão do planejamento e administração estratégicos.

Neste sentido, duas obras podem ser consideradas como referência atual para este propósito de situar panoramicamente esta questão: a primeira delas é o livro *Safári da Estratégia*, de Henry Mintzberg que trata da visão abrangente e sistematizada do Planejamento Estratégico, dentro de um enfoque que traduz, poderia se dizer, a visão americana do processo (MINTZBERG et al, 2000), a segunda visão é a de Whittington que traduz uma visão diferente, mais européia, do mesmo assunto (WHITTINGTON, 1993).

Outros autores serão utilizados como subsidiários neste processo de melhor explicitar a questão. Entres eles, que estão referenciados na bibliografia, destacam-se alguns pela abordagem no estudo da matéria nas suas respectivas obras: Chiavenato: *Administração de Empresas: uma abordagem contingencial*; Slater: *Lideranças de Alto Impacto*; Ansoff: *From Strategic Planning to Strategic Management*; Vasconcelos e Machado: *Planejamento Estratégico*; Sun Tzu: *A arte da Guerra* e Clemente: *Projetos Empresariais e Públicos*. As obras que tratam da estratégia logística serão designados na seção apropriada.

Com relação ao primeiro trabalho, (MINTZBERG *et al*, 2000) os autores propõem que a matéria relativa ao planejamento estratégico pode ser estratificada em dez “escolas” diferentes quanto à abordagem, pressupostos e metodologia a ser aplicada.

Estas escolas são as seguintes:

- a do **design**: considerada uma das mais antigas escolas de pensamento estratégico, fundamenta-se na noção do SWOT, isto é, os pontos fortes, os fracos, oportunidades e ameaças. Propõe que “A estratégia econômica será vista como a união entre qualificações

e oportunidades, que posiciona uma empresa em seu ambiente” (CHRISTENSEN, 1982). É a abordagem mais clássica, fundamental e utilizada no planejamento estratégico e constitui uma visão bastante difundida da questão, utilizada significativamente por empresas em seu processo de planejamento maior;

- a do **planejamento**: surgida nos anos setenta, propõe a necessidade de um planejamento estratégico formal. Sua obra de referência é *Corporate Strategy* (ANSOFF, 1965). A maioria de seus conceitos de conteúdo é da escola do *design*, porém sua ênfase principal é no processo de planejar, como se fosse uma espécie de burocracia do planejamento estratégico, onde a preocupação maior é com o “como” em detrimento do “o que” ;
- a do **posicionamento**: consiste numa espécie de visão prática das duas escolas anteriores, estabelecendo o conteúdo para os modelos da escola de *design* e do planejamento. Estabelece, portanto, uma visão prescritiva que pode ser intitulada como administração estratégica. Suas origens estão marcadamente situadas na obra *Competitive Strategy*, de Michael Porter, publicada em 1980. Esta escola estabelece, ao contrário da escola do *design* que era ilimitada, algumas estratégias-chave que devem ser desenvolvidas, sendo as mais conhecidas as relacionadas com a competitividade por diferencial, por custos ou por focalização;
- a **empresarial**: ao contrário das anteriores, é o começo de uma típica escola descritiva, onde a figura do líder empreendedor, com sua visão voltada “*prá fora*”, conduz a empresa ao sucesso. A origem desta escola está fundamentada na economia, em particular com Schumpeter, que propôs a idéia do empreendedor como o catalisador do processo de inovação das empresas, associada à percepção de oportunidades, que, no seu conjunto, tornam a economia capitalista maior e mais sofisticada. Conceitos de visão, liderança, conhecimento e reatividade estão associados a este pensamento;

- a **cognitiva**: se a escola do *design* se preocupa com o modelo conceitual de planejamento estratégico, se a escola do planejamento está focada no processo de planejar, se a escola do empreendedor está direcionada com a figura do planejador, a escola cognitiva se volta para entender o processo de formulação das estratégias. O autor clássico, de onde derivou a escola, é Herbert Simon, que propunha o estudo da dualidade mundo complexo versus a capacidade humana limitada de processar informações. A estratégia é reflexo de como o estrategista vê o mundo, o que significa que as estratégias são tão diversificadas quanto a quantidade de percepções diferenciadas;
- a do **aprendizado**: propõe uma alternativa ao aparente impasse colocado pela escola cognitiva: como estabelecer uma estratégia, nos termos das três primeiras escolas, se o mundo não pode ser percebido como ele é em si mesmo (Crítica da Razão Pura, Kant). Em outras palavras: “se mal percebo, mal respondo”. A proposta da escola de aprendizagem é que o estrategista aprende progressivamente a maneira de tratar a questão estratégica colocada. A proposta da escola, cuja referência básica é o livro *Strategies for Change: Logic Incrementalism*, de Brian Quinn (1980), propõe que as estratégias não são formuladas e sim se formam nas organizações. É mais ou menos como a expressão “construir o avião em pleno vôo”. Trata-se, sem dúvida, de uma visão Darwiniana e sua questão básica, no entender do autor, está na velocidade do aprendizado em face da velocidade da transformação do ambiente empresarial;
- a do **poder**: não contesta nenhuma escola anterior, porém, coloca no tema do planejamento estratégico a questão do poder e da política dentro da organização. Em termos empresariais, a política é concebida como o uso do poder em matérias que não sejam estritamente econômicas, envolvendo de alguma forma as questões éticas. O poder pode ser concebido como a capacidade de mudar

situações e, do ponto de vista empresarial, pode ser visto como poder interno ou micro, que define posições dentro da empresa, enquanto o poder externo, institucional ou macro busca alterar o ambiente que envolve a organização. Desta escola surgem alguns termos modernos que são atualmente discutidos estrategicamente, tal como cooptação, alianças estratégicas e redes de negócios. Embora as colocações básicas da escola tenham sido estabelecidas nos anos 70 (McMillan, 1978; Bower e Davis, 1979), há uma grande gama de cientistas sociais que tangenciam o tema e mesmo Porter trata do assunto (embora não dentro das premissas da escola), ao se dedicar a temas como “sinais de mercado” e “movimentos competitivos” em seu livro *Competitive Strategy*, de 1980;

- a **cultural**: trata a questão da estratégia como uma espécie de reflexo da escola do poder, já que considera que o poder pode ser uma derivação da cultura. Do ponto de vista antropológico, cultura é o comportamento das pessoas face ao que lhes cerca. Um dos fatores que levou à ênfase da cultura na administração foi o sucesso das corporações japonesas nos anos 80. Desta forma, a cultura japonesa marcou profundamente suas corporações, assim como estas corporações marcaram a cultura nipônica, estabelecendo uma espécie de ideologia que conduz o processo estratégico. As bases deste pensamento são europeias, com origens na Suécia, depois na Inglaterra Pettifrew (1985) que estudou a ICI – *Imperial Chemical Industries* - do ponto de vista cultural. Seguiram-se trabalhos de canadenses e americanos Feldman (1986), Barney (1986), Firsirtu (1985), Rieger (1987) e Barney (1991).
- a **ambiental**: considera a organização, e portanto sua estratégia, como mera reação do ambiente. Embora considere a existência dos outros fatores que compõem a estratégia – a liderança e a organização – cabe ao ambiente o papel de principal condicionante

da estratégia empresarial. Assim, há de se considerar a amplitude do ambiente, já que ele pode ser definido como tudo que não a própria organização, dentro dos cânones da chamada Teoria da Contingência, fazendo com que a complexidade da proposta seja sentida. A escola ambiental, em suas diversas colorações, discute a inevitabilidade dos caminhos ou da existência de espaço para decisões. Também discute os diversos tipos de ambiente que condicionam as estratégias, definindo as reações aos ambientes estáveis, complexos, diversificados e hostis. Destacam-se nesta escola HANNAN e FREMAN (1997,1984), MILLER (1979) e OLIVER (1991); e,

- a **transformacional**: vê a questão estratégica de duas dimensões: a situação de configuração (visto como o conjunto organização e ambiente) e o processo de transformação. Sua principal raiz acadêmica está no livro de CHANDLER (1962) – *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise* – que tratou de casos de grandes corporações americanas. A questão básica da escola é a identificação de uma determinada configuração estável à qual a organização deve aderir, ou alternativamente, de um processo de transformação visando uma nova configuração. Abordagens importantes da escola são devidas a MULLER (1976,1984 e 1996), PETTIGREW (1985,1987) e HURST (1995).

Este conjunto de escolas estabelece uma visão tipicamente americana da questão da estratégia e, dependendo da inserção a uma delas que algum trabalho faça, poderá significar abordagens e resultados distintos.

Já o trabalho de WHITTINGTON traduz uma visão diferente, mais européia, do mesmo assunto. O autor propõe basicamente a existência de quatro “escolas”, numa conceituação mais epistemológica e menos operacional do problema.

Estas quatro “escolas” propostas pelo pensador inglês são as seguintes:

- **Clássica** – mais antiga abordagem e ainda a mais influente, constitui a visão predominante nos livros textos, devido, em princípio, ao seu método de planejamento racional. Esta abordagem está associada com autoridades, tais como o pioneiro Igor Ansoff e o comentado Michael Porter, e propõe a estratégia como o processo racional de, através de análises, inferências e cálculos, buscar a chamada vantagem de longo prazo. Sua mecânica é tomar as informações e aplicá-las, através de técnicas adequadas, para prever o mundo exterior e transformar a organização, que seria previsível e plástica, de acordo com os planos da alta administração. O modelo SWOT, mencionado anteriormente, da escola de *design* na visão de Mintzberg preenche este modelo. Análises racionais e decisões objetivas, abstraindo-se das incertezas ou diferentes percepções, consistem no conteúdo da estratégia que faria a diferença entre os sucessos de longo prazo e os fracassos;
- **Evolucionista** – constitui a abordagem que se apóia numa percepção da evolução biológica, calcada por sua vez na visão darwiniana, apenas substituindo a “lei das selvas” pelo mercado. Seus representantes mais conhecidos são Hannan e Freeman (1988) e Oliver Williamson (1991), e vêem o ambiente como tipicamente implacável e de impraticável antecipação efetiva. Dentro desta perspectiva, existem poucas alternativas para a sobrevivência das empresas – em primeiro lugar, devem conseguir o máximo lucro hoje, já que o planejamento da sobrevivência em longo prazo não é possível e, em decorrência, as oportunidades são oferecidas pelo mercado a cada momento atual, cabendo ao administrador tomar decisões tempestivas que serão julgadas pelo mercado. As empresas que tomarem as decisões certas, no momento certo, serão vencedoras por algum tempo, as demais desaparecerão ou simplesmente sobreviverão. Em outras palavras, o planejamento estratégico de longo prazo passa a ser um

agregado de decisões institucionais de curto prazo, cuja diretriz não é linear e sim uma curva adaptada às circunstâncias atuais;

- **Processualista** – enfatiza na estratégia as imperfeições naturais de todos os aspectos da vida humana, acomodando pragmaticamente a estratégia à falibilidade das organizações e dos mercados. Os processualistas também comungam com os evolucionistas na inutilidade do planejamento de longo prazo, porém são menos pessimistas que estes. O processo das organizações e dos mercados é raramente perfeito para uma boa estratégia, como propõem os clássicos ou para a sobrevivência dos evolucionistas. As pessoas são muito diferentes em seus interesses, limitadas em seus entendimentos, errantes em suas atenções e negligentes em suas ações para arquitetar um perfeito plano calculado, ainda mais considerando que as circunstâncias mudam. Na prática, acontece que as estratégias emergem de percepções, aprendizados e compromissos do que de racionais saltos para o futuro. Isto significa que o conteúdo deste tipo de estratégia não é ótimo, porém satisfacente, isto é, os resultados obtidos por esta abordagem embora não sejam os melhores, são suficientes para a obtenção de algum diferencial competitivo. São representantes desta “escola” teóricos como Cyert, March e Mintzberg; e a escola,
- **Sistêmica** – propõe uma abordagem relativista, percebendo os fins e meios da estratégia como fortemente vinculados às culturas e forças do sistema social local, onde deve ser exercida a estratégia. Nesta perspectiva, a estratégia é um conteúdo, porém não exatamente do modo como os clássicos percebem, já que admite uma complexidade bastante grande que, em algumas situações, se torna de difícil compreensão. Entretanto, apesar desta visão mais complexa, o eixo conceitual desta escola é muito menos pessimista que os processualistas sobre a capacidade de se conceber e aplicar um plano racional de ação e, por fim, vê de uma maneira bem mais

otimista que os evolucionistas sobre a possibilidade de elaborar planos desafiando as forças de mercado.

A Figura 9 – As “Escolas” de Estratégia Corporativa, apresentadas a seguir, procuram mostrar ilustrativamente as diversas classificações das abordagens do planejamento estratégico, bem como as opções feitas pelo autor de visões para a estruturação do modelo.

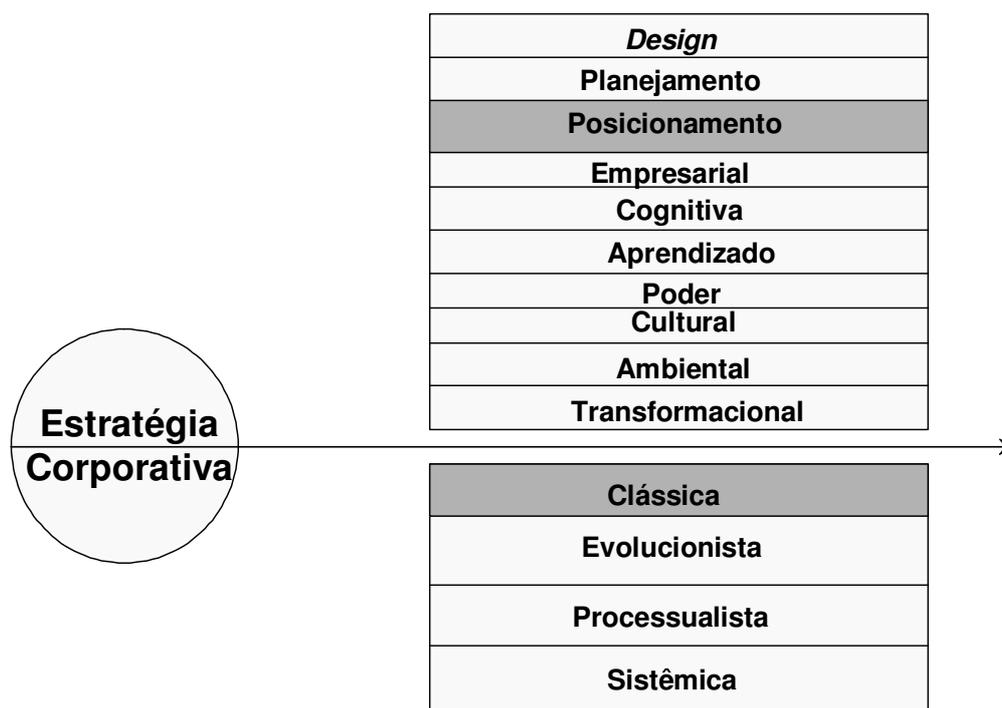


Figura 9 – As Escolas de Estratégia Corporativa

fonte: elaborado pelo autor

Para a dimensão e propósitos do presente trabalho proposto é necessária uma definição sobre qual linha ou “escola” que se irá filiar. Dado ao pragmatismo do tema escolhido, envolvendo temas amplos como a natureza institucional e estudos práticos como a pesquisa operacional através da Teoria das Restrições, a escolha se fará pela linha mais utilizada no mundo de negócios na atualidade, que é a escola de posicionamento segundo Mintzberg e a clássica segundo Whittington.

Sob os pressupostos e técnicas destas escolas estão situados autores como Michael Porter, considerado como o mais importante acadêmico atuando

hoje na área de planejamento e gestão estratégica, principalmente no que tange ao posicionamento institucional das empresas. As principais obras de Porter sobre o tema são *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência* (1980), *Competitive Advantage: Creating e Susttaining Superior Performance* (1985) e, por sua importância, o artigo *What is Strategy?* (1996).

Compõem ainda esta escola, clássicos da literatura administrativa como *The Art of War* de Sun Tzu (1971) e *On War*, de Von Clausewitz (1989) que estabelecem alguns parâmetros e conceitos da arte militar para o contexto da estratégia empresarial<sup>1</sup>.

A participação de conceitos desenvolvidos por consultores, que devem ser também investigados, como o BCG (*Boston Consulting Group*), que estabeleceu a matriz de análise de *portfólios* e a curva de aprendizagem, bem como a PIMS (*Profit Impact of Market Strategies*).

O resultado desta escolha é uma certa simplificação do modelo, já que se pressupõe, de certa maneira, a existência somente de um universo determinístico, deixando de fora questões não objetivas como percepções, intuições e variáveis pouco quantificáveis.

## 4.2 A Visão Logística

Do ponto de vista da Logística, uma vez definida a escola de estratégia que condicionará sua visão, é necessário uma estruturação adequada dos conceitos que construirão a estratégia logística ou logística estratégica (ver a discussão sobre estes conceitos na página 26 e adiante).

O posicionamento escolhido da abordagem estratégica é importante vetor para se examinar ou selecionar o enfoque que deve ser dado ao estudo da Logística, considerado como um importante vetor para se conquistar o

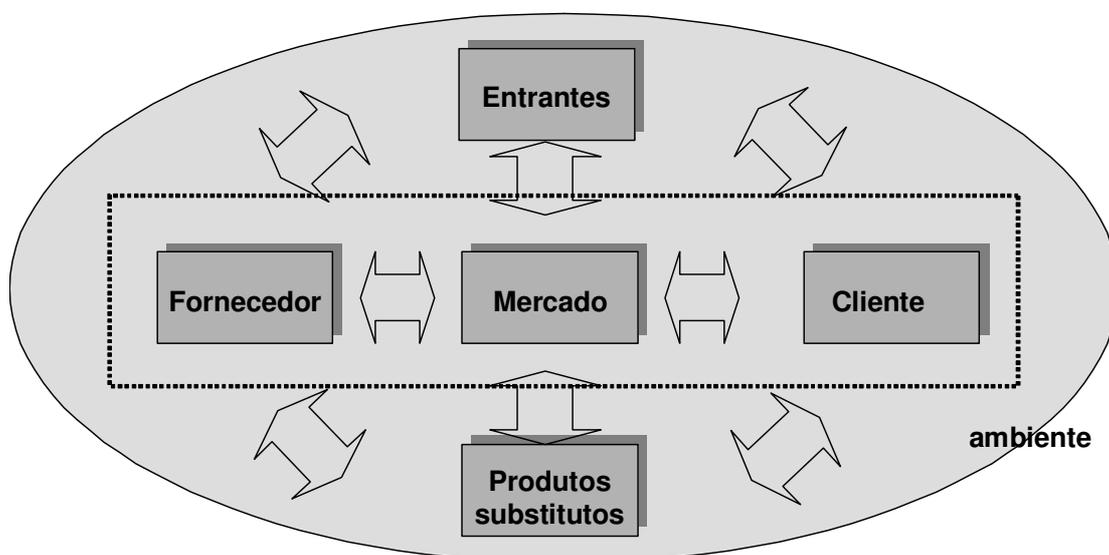
---

<sup>1</sup> É importante notar a relação histórica entre a Logística e as proposições de ação militar. O barão Antoine-Henri Jomini, teórico militar e biógrafo de Napoleão, em seu **Précis de l'art de la guerre** - 1836, foi o primeiro a atribuir ao termo **logística** o sentido militar que passou a ter como setor responsável pelo planejamento, direção e execução das atividades militares não abrangidas pela tática e estratégia.

mercado, o que por si só define segmentos da disciplina que deverão ser melhor compreendidos e definidos.

Assim, é importante examinar alguns destes parâmetros institucionais, dentro da abordagem escolhida, para se inferir de que maneira pode se colocar a Logística, e desta maneira, se procurar um aprofundamento segundo este entendimento. Esta colocação mostra, agora de maneira prática, como se estabelece o condicionamento de estruturas mais amplas sobre disciplinas mais especializadas. É importante que se ressalte que, em qualquer momento poderá haver uma retroalimentação do processo, de maneira que se façam correções no posicionamento inicialmente proposto.

Nesta linha, uma das visões que a escola do posicionamento tem sobre a estratégia em relação aos participantes deste jogo estratégico é a visão de Porter sobre as ameaças estratégicas, sumarizado graficamente na Figura 10 – As Ameaças segundo o Modelo Porter, apresentada a seguir.



*Figura 10 – As ameaças segundo o Modelo de Porter*

fonte: adaptado pelo autor de Porter(1986)

Basicamente, a proposta de Porter sintetizada graficamente na figura acima, procura mostrar indicativamente as fontes de ameaça de uma empresa que esteja numa posição de liderança. Assim, a primeira delas é justamente o próprio mercado, que pode sofrer alterações de natureza revolucionária que afetariam a posição da empresa líder. Fenômenos pouco previsíveis como modas, retrações econômicas ou danos à imagem são típicas situações que podem comprometer lideranças.

Noutra linha, a situação mais clássica, que envolve o processo de disputa entre *players*, principalmente de um novo ator, cuja curva de aprendizado relativa a comportamentos estratégicos ainda não foi apreendida. Nestas situações, o novo concorrente pode oferecer produtos diferenciados, preços mais baixos, estratégias de marketing mais agressivas, etc, gerando, de alguma forma, ameaças ao atual líder de mercado.

Outra fonte de preocupação da empresa líder diz respeito aos produtos substitutos, que podem transformar significativamente um mercado, com o agravante que o concorrente pode ser uma empresa fora do âmbito de concorrência da empresa líder. Exemplo clássico desta situação foi o surgimento da margarina que afetou definitivamente o mercado da manteiga, induzindo grandes empresas do mercado de laticínios a buscarem alternativas para o mercado que se reduziu.

As outras duas fontes de preocupação estratégicas foram propositadamente deixadas por último em sua explicitação porque estão relacionadas, de alguma maneira, com a estratégia de *Supply Chain*. A primeira destas duas diz respeito a fornecedores, que podem se transformar em potenciais concorrentes, quando verificam que a matéria-prima ou serviço que suprem é transformado em produto ou serviço de valor agregado de muito maior peso. Nestas circunstâncias, pode ocorrer ao supridor adquirir a tecnologia de transformação e integrar-se verticalmente, podendo oferecer preços mais baixos e fluxo de matéria-prima garantida, ameaçando a empresa líder.

Finalmente, com relação às empresas-cliente, ou melhor colocado, revendedores do canal de distribuição, o fenômeno acontece numa mecânica semelhante, onde o distribuidor percebe que o fato de estar próximo ao cliente

final lhe dá uma vantagem estratégica importante e que é possível produzir o produto ou serviço que revende, e se integra verticalmente também, ganhando capacidade competitiva e, portanto, afetando a posição da empresa líder.

Estas duas últimas ameaças foram propositadamente explicitadas juntas porque se percebe que elas constituem elementos do *Supply Chain*, e portanto, estão relacionadas com a Logística. A proposição de Porter se relaciona com as ameaças estratégicas, porém, numa outra visão, ao se considerar que oportunidade e ameaças são situações dicotômicas, é possível se olhar a cadeia logística como uma potencial fonte de geração de valor agregado e, conseqüentemente, manancial de competitividade.

É a partir desta concepção que se buscará discutir os conceitos relacionados com a Logística.

A chamada Logística Empresarial procura ver a função logística como inteira, envolvendo inclusive a cadeia de valor como um todo. Existem diversos autores que tratam do aspecto estratégico da Logística.

A definição mais utilizada da logística empresarial é a da *CLM (Council of Logistics Management)*, já discutida na página 16. Entretanto, é necessário que se estabeleça uma percepção mais estratégica do conceito de Logística, de maneira que se permita, de acordo com a proposta da tese, discutir a questão do posicionamento estratégico da logística.

Bowersox (1999) propõe uma abordagem interessante para a questão estratégica da logística, chamado por ele de Posicionamento Logístico, definida como a identificação do papel a ser desempenhado pela função logística na estratégia de toda a empresa.

Para um adequado desempenho, é proposto um trabalho de Reengenharia Logística, onde devem ser avaliadas: a integração de sistemas ou partes, de modo a gerar sinergias, o *benchmarking* da proposta atual, o desempenho das partes atuais, de modo a evitar o desempenho médio global e a possibilidade de se considerar estas atividades como processo, isto é, executadas continuamente. Watson (1993) desenvolve o conceito do *benchmarking* estatégico que, tal como a presente proposta, se preocupa com a relação estratégica da *performance* com o posicionamento institucional.

É importante notar que a proposta de Bowersox também junta, de alguma maneira, a questão estratégica com a questão operacional (que no caso está sendo proposta como análise de sistemas), da mesma forma que o tema da presente proposta, discutindo os *trade-offs* entre o posicionamento estratégico e o ganho total do sistema logístico analisado segundo a Teoria das Restrições.

Ballou (2001), em seu “Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos”, trata da questão da logística estratégica como parte da chamada estratégia corporativa, isto é, a logística como uma estratégia funcional cuja contribuição para o resultado global estaria centrada em três pontos: a redução de custos, a redução do capital e a melhoria dos serviços. Neste sentido, a visão é estritamente convencional, com a definição do planejamento logístico voltado para os clássicos indicadores funcionais, tais como localização, transporte, processamento de pedidos, serviços ao cliente, armazenagem e compras.

A abordagem é nitidamente empresarial, sem uma visão da cadeia logística como um todo, que é a abordagem que se pretende analisar ao aplicar a Teoria das Restrições ao *Supply Chain*. A obra de Ballou, no entanto, deve ser utilizada na questão relativa aos indicadores que podem ser utilizados na análise ou aferição dos gargalos.

Outra obra recente relacionada com a logística é o trabalho de Novaes (2001) que, embora possua uma visão mais operacional e menos estratégica, possui uma interessante visão a respeito da evolução do conceito do *Supply Chain*, o que permite um entendimento mais adequado da cadeia logística, principalmente quanto aos aspectos da flexibilidade e de valores. O estudo da estrutura da cadeia se constituirá, sem dúvida, ponto fulcral da análise e soluções para uma cadeia logística mais eficiente, eficaz e efetiva.

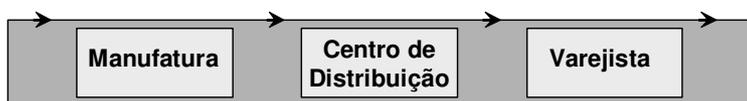
A proposta de Novaes (2001), quanto à cadeia logística mais moderna, configurada em suas palavras como a “integração plena, estratégica e flexível ao longo de toda a cadeia de suprimento (SCM)”, parece se adequar aos propósitos do estudo ora apresentado. Ao lado de menções ao ECR (*Efficient Consumer Response*) e QR (*Quick Response*), poder-se-á, quem sabe no futuro, adicionar a ferramenta da Teoria das Restrições.

É importante ressaltar a preocupação estratégica de Novaes quanto à flexibilidade que a cadeia logística deve alcançar, mostrando que ela acontece a partir da evolução do conceito e prática da Logística. Neste sentido, a primeira fase corresponde à visão segmentada da Logística, onde as partes da função logística (como estoques, compras, etc) são otimizadas isoladamente.

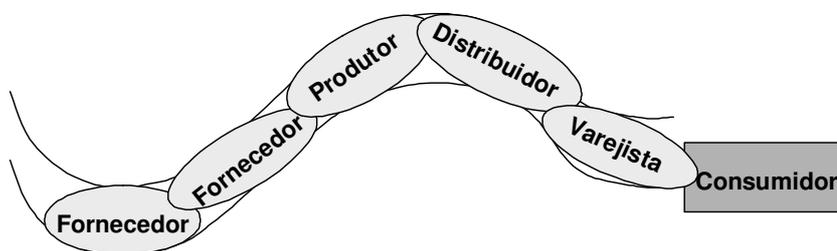
A segunda fase corresponde à integração rígida, onde além da integração dos subsistemas da função logística na empresa, começa haver uma integração rígida entre parceiros da cadeia produtiva. A fase três corresponde a uma integração mais flexível, porém com a parceria ainda feita dois a dois. Nesta fase, há uma flexibilidade maior aos obstáculos do ambiente, permitindo uma maior maleabilidade da cadeia.

A quarta fase, no entanto, é que corresponde ao SCM (*Supply Chain Management*), onde a integração se faz na cadeia como um todo, otimizando o conjunto e permitindo a flexibilidade do conjunto por inteiro, que se foca fundamentalmente no cliente.

A Figura 11 – Evolução da Logística, mostrada a seguir, ilustra graficamente duas destas fases, a segunda e a final, a quarta.



2 -Integração rígida, com otimização dois a dois



4- Integração plena,estratégica e flexível de toda cadeia (SCM)

Figura 11 – Evolução da Logística

(NOVAES, 2001)

Já a proposição de Dornier (1999), em seu livro “Logística e Operações Globais”, trata da Logística como uma função estratégica convencional, ao mesmo tempo em que diagnostica que esta função, juntamente com as operações, têm sido tratadas apenas como especialidades técnicas.

Neste contexto, sugere que o modelo logístico estratégico seja definido a partir do que o autor chama de Sistema Logístico, que em sua percepção pode ser composto por dois subsistemas: o de entrada e o de saída. Independente desta dicotomia são percebidas três dimensões para o sistema como um todo: a funcional, a setorial e a geográfica. O relacionamento entre estas três dimensões pode levar a três tipos de orientação da logística: para recursos, para informação e para o usuário.

Este enfoque deverá ter bastante utilidade, já que a análise da cadeia *Supply Chain*, segundo a metodologia da Teoria das Restrições, deverá ser feita segundo estas orientações.

Já a obra clássica de Christopher (1997), *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços*, coloca a logística mais diretamente como importante fator de competitividade, o que significa a discussão a respeito de valores gerados ao longo da cadeia. É preciso que se diga que o conceito de valor é um conceito chave na análise de restrições, razão pela qual este trabalho deverá ser bastante considerado quanto suas fundamentações na tese a ser elaborada.

Outra importante “coincidência” está no fato do trabalho de Christopher estar calcado na visão de Porter, o que leva para mais uma afinidade. Na visão do autor, a empresa perfeita é aquela que atingirá simultaneamente a liderança em custos e a liderança em serviços (que equivale na visão de Porter à diferenciação).

Um dos desafios da tese, portanto, nesta ótica, é o correto dimensionamento de variáveis que se prestem à análise de restrições (de antemão pode-se indicar a questão do *lead time*, os custos e o resultado), de

modo a compor estrategicamente o valor<sup>2</sup> maximizado. Atualmente esta obra está sendo comercializada nos Estados Unidos como objeto de revisão.

Outra obra referencial para o projeto em questão é o trabalho de Lambert (2000) denominado de Administração Estratégica da Logística, que, como o próprio nome indica, trata da logística segundo a ótica da estratégia. O capítulo 18 desta obra trata especificamente da questão estratégica da logística, contribuindo para apresentar uma definição do Planejamento Estratégico de Logística, como resultado do substrato de três elementos: as metas de longo prazo, os meios para alcançá-las e o processo (metodologia) para obter este propósito.

Como todo processo de planejamento, o autor propõe uma análise do meio ambiente como forma de se estabelecer uma adequada resposta da organização (escola de *design*), que necessariamente deve possuir um caráter corporativo. Quando se trata da ótica logística deste planejamento, o autor sugere o enfoque do cliente (quem é, onde está), do canal (objetivos, estratégias, desempenho em termos de resultado e satisfação do cliente).

O trabalho possui uma ênfase bastante acentuada no conceito de auditoria logística que, embora por sua gênese, pode ser considerada como uma avaliação (originada externa ou internamente) operacional, percebe-se no trabalho também uma preocupação com a avaliação do nível estratégico. Esta postura coaduna-se com a proposta deste trabalho, cuja ótica se volta para este nível de atuação empresarial.

As obras até agora referenciadas, que podem ser consideradas como básicas para o estudo da logística, tiveram sempre um caráter geral, considerando o tempo todo uma visão da logística integrada ou do *Supply Chain*.

O trabalho de Gurgel (2000) procura examinar a questão da logística do ponto de vista empresarial, ou a denominada logística interna. Este enfoque também é importante pelo fato de que a Teoria das Restrições tem uma natural vocação, por sua própria endogenia, com a questão das operações produtivas.

---

<sup>2</sup> É relevante notar que o valor, em si, é uma variável subjetiva, o que torna o processo de converter variáveis objetivas em um conceito pessoal num trabalho sofisticado que somente pode ser encarado dentro do universo estocástico.

Embora a obra não seja muito detalhada quanto aos aspectos gerais a serem considerados no exame da adequação da estrutura do *Supply Chain* no processo de geração de valor, ele é de considerável ajuda quando trata da questão da logística interna.

Nesta mesma linha, algumas funções operacionais típicas da logística, como estoque, armazenagem, produção, suprimentos e transportes, aliadas à visão dos recursos patrimoniais, são estudadas no livro de Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística, de Pozo (2001).

Assim, estas questões mais específicas da logística podem ser complementares a sua visão estratégica, de maneira a se ter uma visão mais completa da análise da estrutura do *Supply Chain* através da Teoria das Restrições.

É interessante se notar que a revisão da literatura mundial a respeito das relações entre a Logística e a Teoria das Restrições é bastante limitada, correspondendo, na maior parte das vezes, à chamada logística interna ou produtiva, ou seja, à função de auxiliar o processo produtivo.

Nenhuma menção se faz à questão mais complexa da aplicabilidade da TOC no nível estratégico ou na participação da ferramenta dentro da visão da cadeia logística ou *Supply Chain*.

Na seção seguinte, no entanto, procura-se estabelecer uma visão mais completa da Teoria das Restrições, procurando-se, de alguma maneira, focar-se a ferramenta dentro de uma perspectiva favorável ao estudo *Supply Chain* estratégico.

### **4.3 O Processo Operacional (Teoria das Restrições)**

A perspectiva que delinea a Teoria das Restrições, conforme já mencionado anteriormente (veja item 2.1.4, página 30), estão fundamentalmente calcados em cima da obra de Eliyahu Goldratt. Este autor, evolui seu pensamento a partir de estudos a respeito da otimização da produção (OPT) para se tornar uma espécie de filosofia, onde determinados conceitos empresariais, como, por exemplo o ganho, são simplificados e

colocados de maneira racional com o propósito de otimizar o desempenho organizacional.

As obras de Goldratt, sintetizadas em cerca de sete livros e artigos, de modo geral, são versões romanceadas de uma metodologia, o que facilita sua aplicação como uma filosofia e permite que uma grande quantidade de leitores facilmente metabolize os conceitos, daí sua grande popularidade ( O livro A META, primeiro dos trabalhos de Goldratt, vendeu mais de um milhão de exemplares no mundo).

Este conjunto de referência é formado por *Optimized Production Timetable: a revolutionary program for industry*, 1980; *The Goal: a process of ongoing improvement*, 1984; *The Race*, 1986; *The Haystack Syndrome: sifting information from the data ocean*, 1990; *This Thing Called the Theory of Constraints and How is it Implemented*, 1990; *It's Not Luck*, 1994 e *Critical Chain*, 1997. Alguns destes textos estão traduzidos para o português, embora duas destas obras para o Brasil já estejam esgotadas, obrigando à busca do texto original.

Além da bibliografia, foi implementado e está em funcionamento o Instituto Avraham Y. Goldratt, com filiais em várias partes do mundo, inclusive o Brasil, onde as técnicas e conceitos da TOC são ensinados e disseminados.

Nestes cerca de vinte anos, a teoria se desenvolveu rapidamente, tanto do ponto de vista conceitual e metodologicamente, como, principalmente, em termos de aplicações. Grande parte da disseminação da teoria é feita através da discussão de casos.

Basicamente, sua filosofia consiste na visão que qualquer sistema, que por definição é formado por partes (ou subsistemas), possui uma ou mais restrições que não permite sua expansão, ou em outras palavras, que domina o sistema como um todo. A abordagem TOC propõe um método para administrar estas restrições, de modo a obter, de modo processual, a liberação do sistema como um todo, ou seja, a otimização possível naquele momento, tendo em vistas as restrições vigentes.

É importante notar que um dos elementos básicos da visão TOC, na sua variante industrial, é a administração dos estoques, que tal como na

Logística Industrial, é vista como um dos fatores de agilização e maximização do desempenho da organização. É importante mencionar que em sua origem, a proposta da Teoria das Restrições tem uma afinidade bastante expressiva com a filosofia *just-in-time* de produção.

A GR - Gestão de Restrições basicamente segue a risco a metodologia dos Cinco Passos, conseguindo, desta forma, à sincronização da produção, balanceando o fluxo produtivo como um todo. Esta metodologia permite se chegar ao método chamado TPC – Tambor-Pulmão-Corda, onde através de analogias, são estabelecidas posições chaves para o processo de decisão da gestão da produção.

Neste sentido, sinteticamente, se diz que o Tambor corresponde basicamente à Restrição. A analogia Tambor corresponde à imagem dos antigos navios a remo, onde o ritmo das remadas era dado pelo ritmo do tambor. Neste caso, a Restrição é que define a velocidade das outras operações não restritas.

O Pulmão corresponde, mais uma vez analogicamente, ao espaço ou reserva necessária para que o objetivo principal, o atendimento ao cliente não seja quebrado de alguma forma. O Pulmão pode ser de três tipos: a expedição, a montagem e a restrição.

O Pulmão é necessário para se precaver das situações de desvio estatístico, ou como alguns propõem, como decorrência da chamada Lei de Murphy.

Por fim, a figura da Corda, que tem como propósito subordinar as etapas anteriores (operações a montante) ao Pulmão, nada mais é do que um processo de informação que permite que sejam estabelecidos o tempo e a quantidade necessários para a plena produção da operação Restrição, auxiliado pelo Pulmão Restrição.

A Figura 12 – A Analogia Tambor-Pulmão-Corda, apresentada a seguir, procura ilustrar graficamente este processo de aplicação da metodologia dos cinco passos na prática. Mencione-se que é bastante freqüente a utilização de analogias do dia a dia para a ilustração da metodologia operacional da Teoria das Restrições.

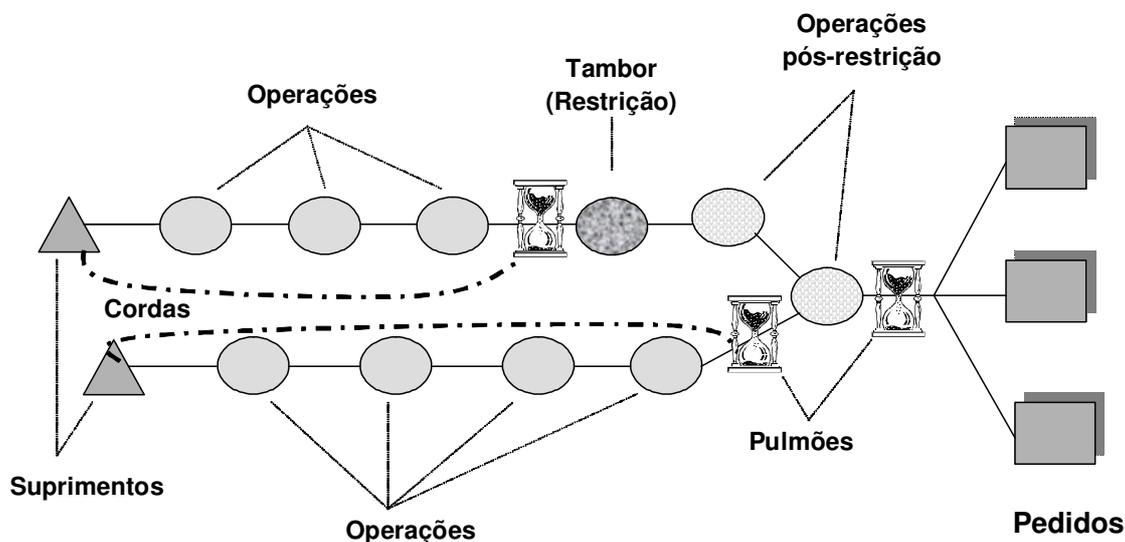


Figura 12 – A Analogia Tambor-Pulmão-Corda

(Fonte ilustração: Linter Sistemas Ltda)

A utilização destas três figuras analógicas (Tambor-Pulmão-Corda) pode assumir configurações diferenciadas conforme a estrutura lógica V-A-T da produção. Mais uma vez se utiliza nesta escola de analogias para mostrar a maneira estrutural pela qual o processo produtivo está arranjado. Uma estrutura V significa que a produção se orienta de uma única fonte de suprimento para produtos diferenciados.

Já a estrutura A corresponde a uma situação inversa: as origens de suprimento são diversas até se chegar a um produto único. Finalmente a estrutura do tipo T corresponde um fluxo linear de uma fonte supridora a um único produto que se distribui a diversos clientes.

Desta maneira, a aplicação ou proposição de pulmões, por exemplo, assume localizações diferentes conforme a estrutura lógica que se configura o processo produtivo, da mesma forma que a figura da corda se posiciona de maneira diferente também conforme esta mesma estrutura.

A utilização da abordagem TOC está fundamentalmente apoiada numa constatação por parte dos envolvidos das reais restrições que impedem o aumento dos ganhos, o que significa, na maior parte das vezes, uma nova

visão na maneira de mensuração do processo e resultados. Esta mudança pode se traduzir no abandono de práticas tradicionais e por isso mesmo causar resistências às mudanças.

Vale mencionar que a expressão “ganho” tem na abordagem TOC um significado próprio, razão pela qual causou uma pequena revolução nos profissionais que atuam na gestão estratégica de resultados, na controladoria de resultados, na gerência de custos e contabilidade e por fim nos gestores da produção (SWAIN, 1999).

O trabalho de racionalização leva, muitas vezes, às resistências às mudanças. Daí a preocupação com o comportamento dos profissionais envolvidos, que segundo a TOC devem ser racionalmente convencidos. Esta é a raiz do chamado *TOC Thinking Processes*, que juntamente com as ferramentas operacionais para a obtenção de soluções práticas para problemas usuais e com a metodologia de aferição constitui, o campo atual da Teoria das Restrições.

Esta percepção constitui, ainda, uma visão provisória do contexto possível da aplicação da Teoria das Restrições, uma vez que esta tecnologia (filosofia) é um processo ainda em andamento, sendo possível sua aplicação a outras situações empresariais. A proposta desta tese é uma delas, já que propõe verificar a viabilidade de se aplicar a TOC, numa perspectiva estratégica, na configuração de uma rede logística que se caracterize como uma cadeia de *Supply Chain*.

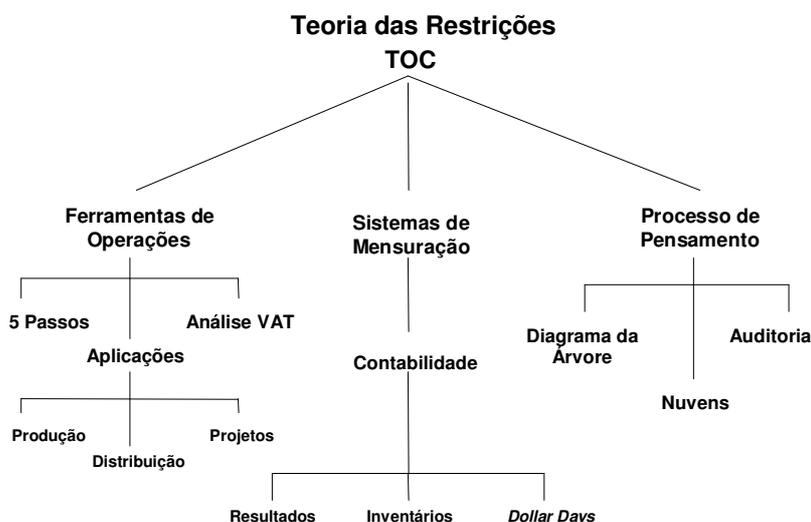
Como foi dito nas partes iniciais deste trabalho, a Teoria das restrições ainda é uma ferramenta em desenvolvimento. O caminho pela qual este desenvolvimento vem acontecendo é basicamente a consultoria. Milhares de *Jonahs* distribuídos pelo mundo têm se defrontado com situações práticas nas empresas, gerando experiências novas, expandindo fronteiras e, lentamente, conquistando progressos no reconhecimento acadêmico.

Áreas antes insuspeitas para a atuação TOC, como a gestão de projetos (GOLDRATT, 1997) e a área de treinamento e educação têm sido objeto de atenção da Teoria das Restrições, gerando abordagens diferenciadas e experiência cumulativa para a consolidação da Teoria.

Neste sentido, alguns defensores da TOC afirmam que ela é mais do que um conjunto de ferramentas e técnicas. Propõem que a Teoria se constitui num novo paradigma que permite repensar nossos problemas, metas e objetivos, políticas, procedimentos e mensurações (MABIN e BALDERSTONE, 2000). Com certeza, sabe-se que a TOC mudou algumas perspectivas, porém, apenas o tempo permitirá saber se a Teoria alcança esta dimensão.

O que se percebe, de qualquer maneira, é a forma entusiasmada como os *Jonahs* se comportam em relação à ferramenta ou metodologia, que é vista como um totem sagrado, fonte de onde é possível se resolver todo tipo de problema.

Na figura 13 – Panorama Atual da TOC, a seguir, é apresentada a visão geral e atual da Teoria das Restrições, numa percepção de Cox e Spencer. Nela se mostra todo o “leque” de áreas de atuação que a Teoria das Restrições tem participado.



**Figura 13 – O Panorama Atual da TOC**

**Fonte:** Cox e Spencer, in MABIN, Victoria J. / BALDERSTONE, Steven J. – *The World of the Theory of Constraints: a review of the international literature* – Boca Raton: St. Lucie Press, 2000

Como se pode observar, o espectro da filosofia TOC já é expressivo, podendo alcançar novos limites. Assim é que existem cerca de 40 livros voltados para o assunto e relatos de mais de 400 pesquisas a respeito da Teoria das Restrições (MABIN e BALDERSTONE, 200). Segundo a mesma fonte, mais de cem aplicações no setor industrial são relatadas, a maioria das quais em atividades de manufatura.

No campo da Logística (em especial, a logística industrial), há relatos de utilização nos exércitos americano e israelense, bem como na Força Aérea Americana. Em termos de localização, os Estados Unidos relatam a maioria das aplicações, enquanto na Europa os relatos são significativamente menores, concentrando-se basicamente na Inglaterra.

Alguns trabalhos, na maioria artigos, foram resgatados para complementar o desenvolvimento da tese proposta. Estes trabalhos estão posicionados segundo alguns temas inerentes ao tipo de aplicação, que são relacionados com a discussão do conceito TOC com a relação entre a filosofia TOC e a visão estratégica das empresas, com a logística, aí dividida entre logística industrial (a maioria) e a logística de distribuição e, finalmente, a TOC aplicada a alguns temas isolados e que de alguma maneira se relacionam com a logística, como a administração de tempo, de *turn-over* do estoque ou de redução de custos.

Assim é que, com relação à discussão dos conceitos TOC, pode-se mencionar uma série de textos interessantes. Balderstone (1999) examina, através de uma investigação compreensiva, a estrutura, componentes e resultados das aplicações TOC. Basicamente este trabalho de dissertação para mestrado numa universidade da Nova Zelândia procura responder a pergunta: A Teoria das Restrições pode ser uma fonte de vantagens comparativas para as empresas? Chakravorty e Verhoeven (1996), partem do princípio de que a TOC é um sistema contínuo de aperfeiçoamento e que pode ser simulado através de jogos, o que permite um processo de educação dos potenciais utilizadores, o que significa também, além do óbvio treinamento, a possibilidade de verificar os resultados simulados antes das medidas serem efetivadas na prática.

A junção da TI (Tecnologia da Informação) com a metodologia TOC pode tornar a Teoria das Restrições mais efetiva, no trabalho de GR – Gestão das Restrições, segundo Coman (1995). Segundo os autores, a metodologia TOC torna-se mais poderosa com o uso da TI, e esta afirmação é exemplificada por estudos de Análise de Ações, Cadeia de Valores e Carteira de Produtos. Do ponto de vista do questionamento, Fox (1998) propõe discutir se a TOC não é apenas outro “acrônimo de três letras”, que promete ser a panacéia para todas as empresas. Este tipo de colocação parece ser bastante importante na definição dos limites possíveis da metodologia TOC. Já há aqueles que insinuam e propõem a TOC como a próxima geração de teoria administrativa.

Outros trabalhos na ordem de investigar a Teoria das Restrições existem e serão utilizados, porém é importante mencionar outras áreas onde a TOC pode participar. Na área ligada à estratégia, alguns textos são importantes a ponto de serem aqui mencionados como fontes.

É o caso do texto de Covington (1996), onde o autor discute a possibilidade de empresas que adotaram a TOC continuarem utilizando a metodologia e preservarem o *momentum* de mudanças e, portanto, transformarem a TOC numa espécie de estratégia para competição. O próprio Goldratt (1991) discute esta questão estratégica ao abordar a qualidade da indústria japonesa, que de certa maneira adotou conceitos semelhantes à TOC. Do ponto de vista estratégico, ainda, a abordagem da mensuração é consistente parâmetro para verificar eficácia de estratégias. Srikanth e Robertson (1995) discutem a questão da mensuração, a começar pela dimensão financeira e propõem uma série de outras ferramentas.

Do ponto de vista da Logística, as associações entre a TOC e conceitos da área logística são pouco comuns. Entretanto, a grande parte dos estudos existentes de uso da Teoria das Restrições está associada à área de produção, o que, inevitavelmente, se associa com a chamada Logística Industrial.

Assim é que O’dea e Freeman (1995) propõem uma associação entre logística, qualidade e ambiente. Neste trabalho os autores propõem que a

administração de restrições (GR) possa ser vista como um complemento para o enfoque logístico de fortalecimento dos elos fracos. No texto é examinado o caso da *Xerox Corporation*. Atwater e Chakravorty (1994) discutem a existência de *over-capacity* como garantia em sistemas empresariais baseados em tempo. Utilizou-se de simulações computadorizadas para modelos de comparação entre situações de atuação com baixos estoques.

Ainda na área da Logística, Simon (1992) propõe a utilização da TOC a partir da premissa que os sistemas logísticos envolvem o fluxo produtivo como um sistema ou processo. Conseqüentemente, a logística pode ser objeto de atuação para melhorar ganhos nas taxas de fluxo ou nos sistemas de processamento. Cook (1994) discute as diferenças entre três (?) sistemas de manufatura: o tradicional *just-in-case* (JIC), o *just-in-time* (JIT) e o TOC através de processo de simulação. O autor propõe, portanto, que a TOC deva ser considerado como um sistema produtivo e não como um complemento do JIT. Aliás, este é um dos pontos fulcrais do trabalho, ao se deter na comparação entre o TOC e JIT. Os critérios utilizados para a modelagem são o exsumo total do sistema, o tempo de fluxo (*lead time*), o desvio padrão do *lead time* e a média de trabalho no processo de inventário.

A este propósito, deve-se mencionar a tese de doutoramento de Antunes Júnior (1998), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tratando da matéria subjacente ao título “Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção de sistemas de produção com estoque zero”, que trata justamente da aproximação das ferramentas JIT com as técnicas da Teoria das Restrições.

Na linha de estudo de *lead times*, Fry (1990) propõe-se a estudar o relacionamento entre o WIP - *work-in-process inventory*- (estoque de produtos em processamento) e o MLT – *manufacturing lead times* – (tempos de processamento). São discutidas as relações entre parâmetros como flexibilização e taxa de resposta como mecanismos de decréscimos do WIP. O autor discute a situação, da época, das indústrias americanas, que tinham

dificuldades em implementar estas técnicas pela tradição de uso do MRP e da ênfase na utilização dos equipamentos.

Ainda na linha de logística industrial, o trabalho de Gupta (1997) discute a importância do *Supply Chain Management* – SCM – nos complexos manufatureiros. Ao contrário das técnicas derivadas dos MRP's, a proposta do SCM é de redução dos estoques nos armazéns, porque a movimentação de materiais é dependente das ordens dos consumidores e desconhece restrições. A utilização do SCM através da abordagem da técnica DBR – *Drum/Buffer/Rope* – traduzido no Brasil como tambor/pulmão/corda, permite melhor utilizar a capacidade existente e sincronizar todas as partes da planta.

Nesta mesma linha, Cohen (1988) tratou em seu texto a relação entre os conceitos básicos da TOC e a logística, estabelecendo conotações parecidas com visão acima expressa. Por fim, Burguess (1989) em seu livro, discute tópicos como controle de manufaturas, necessidades freqüentes para expedição, redução do *lead-time*, tamanhos de lotes e identificação de restrições.

Os textos mencionados são apenas alguns dentre os existentes, e a sua menção serve também como indicação de possibilidades para a busca de referencial para o trabalho de desenvolvimento da tese proposta.

Os três níveis propostos ou assuntos estabelecidos estão relacionados entre si e cada nível teve suas indicações de bibliografia básica compatíveis para propósito estabelecido, conforme se poderá inferir das informações expressadas.

O próximo capítulo “5. METODOLOGIA APLICADA,” vai procurar demonstrar de que maneira se poderá construir um modelo que permita propor uma cadeia de atuação logística do tipo *Supply Chain*.

## 5. METODOLOGIA APLICADA

Este capítulo tem como propósito estabelecer as bases metodológicas que permitiram que o trabalho de desenvolvimento da tese proposta tenha sido feito da maneira mais eficaz, em termos de produto e de elaboração possíveis.

Este procedimento é necessário após a discussão e definição dos elementos que comporão o modelo a ser construído. Assim, de posse dos elementos construtivos, é preciso uma metodologia que ajude no processo de ligar estes elementos num *constructo* racional e adequado aos objetivos propostos, bem como permita estabelecer a mensuração de seus resultados.

Neste sentido, metodologia, enquanto estudo do método, pode ser vista como a discussão de qual método é o mais indicado para estabelecer a demonstrabilidade ou verificabilidade de um determinado conhecimento. Método, portanto, é “o conjunto de procedimentos que ordenam o pensamento e esclarecem acerca dos meios adequados para se chegar ao conhecimento” (GIL, 2000).

Dentro desta definição, existem duas vertentes de se aplicar o método: para a **abordagem** e para o **procedimento** (LAKATOS e MARCONI, 1991). O primeiro tipo diz respeito aos caminhos para o estabelecimento da lógica da investigação científica, enquanto o segundo tipo trata dos procedimentos técnicos que poderão ser utilizados.

A primeira vertente permite uma visão mais ideológica da abordagem utilizada, de maneira que os valores, os princípios e pressupostos adotados pelo autor em seu processo investigativo, sejam explicitados e se tornem claros e adequados para o leitor. Já a segunda vertente, acobertada pelos princípios estabelecidos na abordagem, trata da construção do processo de junção dos elementos dentro de uma ordem lógica, com o propósito de obter os resultados esperados com o menor esforço possível.

## 5.1 – A metodologia de Abordagem

Os métodos de abordagem são entendimentos filosóficos a respeito da lógica da argumentação para a obtenção do conhecimento científico. De modo geral, são métodos bastante abstratos e que pressupõem, além das condições intrínsecas do problema a ser estudado, um posicionamento de valor.

Os métodos de abordagem mais conhecidos são quatro:

- O **dedutivo**, estabelece que o conhecimento específico somente pode ser obtido a partir do conhecimento geral, consolidado e aceito cientificamente como verdadeiro. As ciências físicas e exatas utilizam este método de maneira mais intensa, já que a partir de “leis” gerais e conhecidas é possível se alcançar conclusões derivadas ou corolários específicos. Por este motivo, é menos utilizado na área social, já que dificilmente existem leis consolidadas neste campo do conhecimento. Exemplo marcante de uso deste método são as conclusões derivadas de leis básicas na geometria euclidiana.
- O **indutivo**, que se posiciona como uma visão oposta do método dedutivo, já que propõe que a investigação científica parta do específico para o geral, isto é, que as leis gerais sejam construídas a partir de observações de casos concretos. Basicamente, se parte da observação de fatos relacionados com uma causa que se deseja conhecer, se estabelecendo relações entre estes fatos e causas até se conseguir uma generalização. Sua aplicação mais comum é na área de ciências sociais, onde existem poucas premissas que podem ser consideradas como verdadeiras.
- Se os métodos dedutivo e indutivo podem ser considerados clássicos e, em certa medida determinísticos, o método **dialético** pode ser considerado como uma visão mais dinâmica da compreensão de fenômenos, notadamente os sociais. Se na visão dos métodos anteriores o quadro referencial é dual e estático, isto é, as coisas podem ser ou não, na visão dialética

estas duas coisas podem coexistir e, dinamicamente, interagir de modo a estabelecer uma nova situação. Estas três situações são conhecidas como tese, antítese e síntese, que é o resultado da interação das posições anteriores e que por sua vez, se torna tese de um contexto. Desta forma, o método dialético é essencialmente um processo. Embora seja de origem antiga, a concepção moderna da dialética foi estruturada por Hegel e revista por Marx, que a alterou para a chamada dialética materialista. Este método é muito utilizado, mais uma vez, nos fenômenos sociais.

- Por fim, o método **hipotético-dedutivo** proposto por Popper (SEVERINO, 2000) é o mais moderno deles. O método baseia-se numa crítica ao método indutivo que, segundo Popper, necessitaria de infinitas observações para serem validadas, o que na vida real é impossível. Além do mais, sempre a indução se baseia num apriorismo, que por sua vez está apoiada numa dedução qualquer. O método hipotético-dedutivo propõe as seguintes etapas para seu desenvolvimento:
  - formulação do problema;
  - construção de hipóteses capazes de resolver o problema;
  - dedução de conseqüências particulares da hipótese;
  - refutação das conseqüências deduzidas, através da observação; e,
  - corroboração da hipótese caso seja impossível refutá-la.

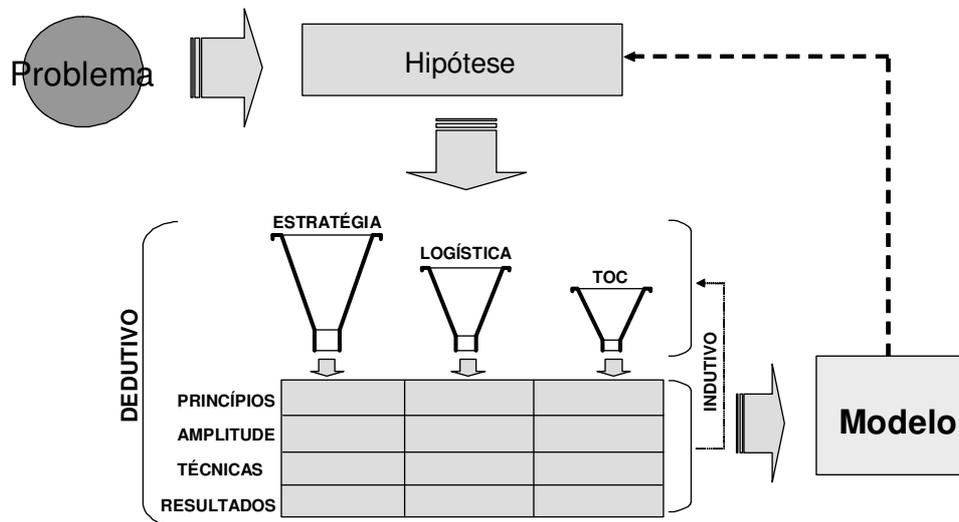
Esta abordagem é utilizada para situações onde os conhecimentos sobre um determinado assunto são insuficientes para explicar um fenômeno, o que pode configurar um problema. Para tentar resolver este problema são estabelecidas hipóteses, cujas conseqüências devem ser refutadas. Se este processo de refutação através de evidências empíricas não conseguir sucesso, pode-se afirmar que provisoriamente a hipótese está corroborada. É dito provisório

porque, segundo Popper, podem surgir a qualquer momento evidências que refutem a hipótese.

Estabelecidas estas conceituações a respeito da metodologia de abordagem de estudos científicos, é importante que se fixe a metodologia proposta para a tese, de maneira que possa se formatar a metodologia de investigação ou plano de trabalho para o desenvolvimento do estudo.

Na mesma perspectiva, se espera que a metodologia relacione proposições feitas anteriormente nesta proposta, de maneira a definir uma adequada abordagem e sistematização do trabalho a ser desenvolvido.

A Figura 14 - Representação Gráfica da Metodologia de Abordagem, apresentada em seguida, permite algumas reflexões a respeito do tema, já que sintetiza toda a visão da abordagem de desenvolvimento do tema proposto, dentro do paradigma do modelo Hipotético-dedutivo já explicitado, estabelecendo as etapas necessárias ao processo, as relações entre as mesmas e define, implicitamente, uma lógica para a obtenção do resultado esperado.



**Figura 14 – Representação Gráfica da Metodologia de Abordagem**

As informações contidas na presente proposta de estudo devem, de alguma maneira, “vestir” a metodologia de abordagem apresentada graficamente na figura acima.

## **5.2 Metodologia de Investigação**

O uso do termo metodologia de investigação neste trabalho é utilizado para designar as atividades de coleta de material necessária para o desenvolvimento do modelo a ser proposto. Isto significa que o uso desta metodologia permitirá a definição básica (modelo inicial) do trabalho em termos de conteúdo, através de um conjunto de atividades que pode ser chamado de engenharia do modelo.

Na medida que esta engenharia se completa, é necessário que os elementos formativos sejam complementados em suas características técnicas, organizacionais e conectivas, através de investigações orientadas.

Na concepção de Cervo (1996) esta atividade é chamada de pesquisa e tem como tipos de pesquisa a bibliográfica, a descritiva e a experimental. No caso presente, serão utilizadas no desenvolvimento do trabalho a primeira e a última, em maior parte, e a segunda como complementação necessária ao correto desenho do modelo.

A pesquisa bibliográfica busca, através de referências, conhecer as contribuições científicas e empresariais do passado a respeito de um determinado assunto, que nesta proposta é delimitado pela estratégia corporativa fundamentada para a competitividade, para a visão da logística empresarial fundamentada na cadeia logística denominada de *Supply Chain*, examinada do ponto de vista estrutural e funcional, e a metodologia decorrente da chamada “filosofia” da Teoria das Restrições.

O segundo tipo de pesquisa mais utilizada, do ponto de vista do tronco principal do tema, está relacionado com a pesquisa experimental, quando o modelo proposto deverá ser objeto de simulações através de modelos experimentais (MOREIRA, 1998) construídos para verificar se efetivamente o uso do modelo reproduz os resultados esperados. Nesta fase, a utilização de instrumentos de simulação permitirá o aperfeiçoamento do modelo.

Ainda do ponto de vista experimental, a análise qualitativa do modelo, a ser realizada através de submissão do modelo à avaliação crítica de profissional da área, constitui importante fase não só para eventuais aperfeiçoamentos do modelo mas também, para juntamente com a simulação, estabelecer as bases de aceitação ou não da hipótese de validação.

A Figura 15 – A Representação Gráfica da Metodologia Utilizada – avança em relação à ilustração anterior, na medida em que há um detalhamento maior da questão do modelo. Em macro-termos a metodologia de abordagem continua sendo a mesma, porém há um detalhamento maior do modelo, de tal maneira que é possível, agora, a descrição dos elementos constitutivos.

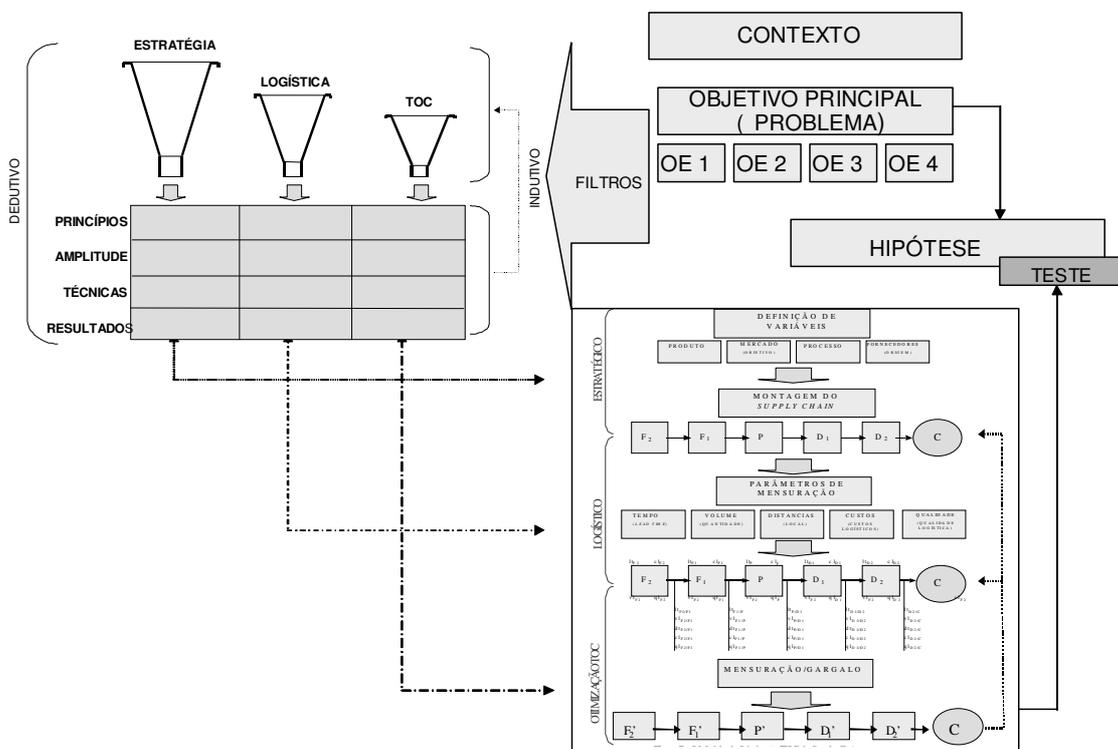


Figura 15 - Representação Gráfica da Metodologia Utilizada

fonte: elaborado pelo autor

Assim é que o **contexto**, ou ambiente, é importante elemento para a configuração de um problema a ser estudado. Na verdade, sem contexto não há problema, uma vez que os problemas se referem a graus de adequação de elementos contextuais ao contexto geral.

O capítulo 1. Introdução, estabelece este contexto e o dirige para um contexto mais restrito relacionado com a questão da logística estratégica, estabelecida como geradora ou resultado de graus mais elevados de eficácia. Em outras palavras, um posicionamento estratégico na logística, como por exemplo a definição de seu *Supply Chain*, deve estabelecer por si só um determinado grau de eficácia ou competitividade.

Entretanto, a análise processual desta estrutura logística pode permitir ganhos de competitividade em termos funcionais ou até mesmo recomendar uma alteração de natureza estrutural da cadeia e, portanto, de âmbito estratégico. Estas colocações correspondem em conteúdo a uma proposta de problematização (SEVERINO, 2000).

Esta lógica está contida no Capítulo 2 - PROBLEMA PESQUISADO, que representa, de modo geral, a argumentação embasadora do **objetivo principal**, conforme mostrado na figura 15. Esta argumentação está sintetizada no Capítulo 3 – OBJETIVOS, HIPÓTESES E LIMITAÇÕES.

A seção 2.3 – Resultados esperados e contribuições potenciais, procura mostrar o impacto que, uma vez verificada a viabilidade técnica acima mencionada, pode ocorrer no contexto já discorrido.

Para a composição do objetivo principal, no entanto, é necessária a estruturação de objetivos específicos que, de certa maneira, montam o objetivo principal. Assim é que a seção 3.1.2 Objetivos específicos, trata desta questão, conforme se pode ver na página 49.

Definido o problema e estabelecidos os objetivos, é possível se propor uma **hipótese** que deve ser, de alguma maneira, viabilizadora do objetivo proposto. No caso presente, esta hipótese encontra-se explicitada na seção 3.2 – Hipótese.

Particular interesse relativamente à hipótese é estabelecer as linhas básicas do que pode ser considerado de teste de refutação ou, no oposto, de corroboração. Especificamente, o teste trata de verificar se a hipótese estabelecida é confirmada ou não.

Isto significa, no caso presente, tornar objetiva a expressão **compatibilidade conceitual** que foi utilizada na explicitação da hipótese.

Neste sentido, o termo pode ser tomado como a viabilidade operacional de se empregar a TOC na otimização de uma cadeia logística.

Por sua vez, viabilidade operacional deve significar aqui que a utilização TOC e a aplicação de suas recomendações são capazes de melhorar um ou mais parâmetros de mensuração de desempenho da cadeia logística explicitados no modelo (tempo, volume, distâncias, custos e qualidade) relativamente a uma mensuração imediatamente anterior.

Por fim, ainda dentro do trabalho de explicitação da hipótese, deve-se entender por “*solução de problemas logísticos estratégicos*” a resolução de problemas da cadeia logística, através de soluções estruturais (daí a denominação estratégica), ou seja, que resultem em alteração da estrutura física (localização, capacidade e tecnologia) do *Supply Chain*.

O outro tipo de solução corresponde a situações não estruturais, portanto, soluções funcionais e que podem ser também resultantes da aplicação do modelo. Esta dimensão está situada, portanto, dentro do nível gerencial da cadeia.

### **5.3 Metodologia de Verificação**

Estabelecidas a visão da metodologia de abordagem e da metodologia de pesquisa, resta a explicitação da metodologia de verificação, ou seja, a maneira pela qual será efetivado o teste de comprovação do modelo proposto para verificar se a hipótese deve ou não ser refutada.

Em termos práticos, o teste de refutação poderia ser realizado em uma das três alternativas:

- Simulação através de modelo (teste quantitativo de gabinete);
- Aplicações práticas, que significa utilização de cadeias logísticas reais. Nesta situação, existem duas sub-alternativas:
  - teste de campo (quantitativo), para verificação de comportamento real dos parâmetros de mensuração;
  - teste de crítica (qualitativo), que submete o modelo a gerenciadores de cadeias logísticas para críticas e sugestões;
- Aplicação mista, com a junção racional das alternativas anteriores.

A proposta de tese de refutação adotada para este trabalho acadêmico é a simulação através de modelo (teste quantitativo de modelo), embora se faça um pequeno ensaio qualitativo com a derivação de teste de crítica, com fim de verificar e analisar eventuais pontos de aperfeiçoamento que o modelo poderá incorporar .

Desta maneira, a refutação da hipótese será realizada através do uso de um modelo de simulação, que utilize ferramentas da Tecnologia da Informação. A análise de pontos de aperfeiçoamento, logo após, será feita através de técnica de entrevista estruturada.

A Figura 16 – Representação Gráfica do Teste Adotado mostra esquematicamente como será realizado o teste da hipótese.

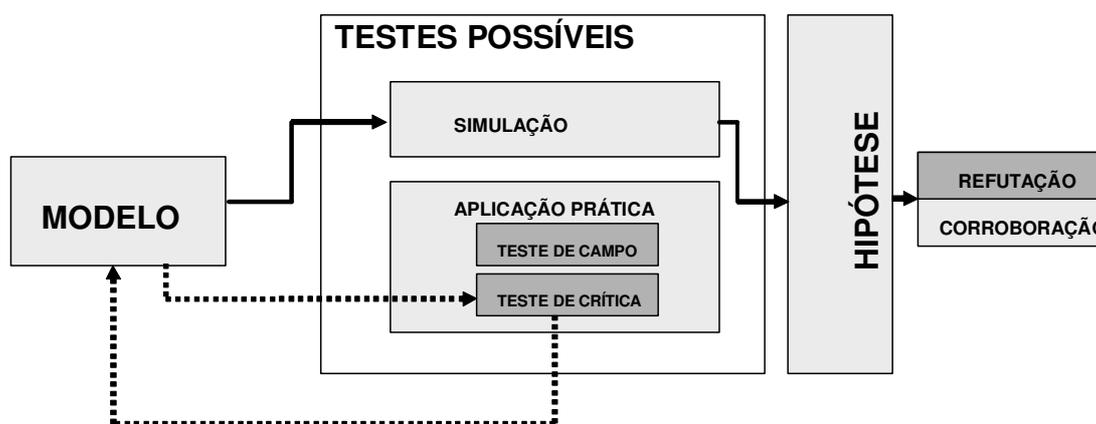


Figura 16 – Modelo Gráfico do Teste Adotado

fonte: elaborado pelo autor

Desta maneira, fica caracterizado o processo pelo qual será testada a questão básica deste trabalho, ou seja, a validação ou não da hipótese colocada como premissa para sua elaboração.

Assim, à luz dos objetivos do trabalho e da hipótese de trabalho é que se possibilitou a elaboração de filtros de pesquisa, junto à comunidade acadêmica e empresarial, de referências bibliográficas disponíveis que permitissem estabelecer um conjunto de conhecimento razoavelmente homogêneo a respeito de estratégias empresariais ou corporativas, de Logística Empresarial e da metodologia TOC para otimização de cadeias operacionais.

Esta homogeneização se propõe ser realizada, implicitamente, através do exame das dimensões de princípios, amplitude de aplicação, técnicas específicas e resultados esperados.

O capítulo 4 – CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS E REVISÃO DA LITERATURA deu início a este produto, resultando num panorama inicial de razoável contextura e que permite que se possa estruturar um modelo proposto de otimização estrutural da cadeia *Supply Chain* através da metodologia TOC.

O processo e resultado desta construção serão explorados de maneira mais detalhada no Capítulo 6 – PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE UM *SUPPLY CHAIN*, que se apresenta a seguir, que deverá seguir as metodologias de abordagem e de pesquisa já abordadas.

Esta última utilização metodológica deverá gerar um modelo que pode ser considerado como resultado de um procedimento racional, na acepção de Galliano (1986).

Portanto, o capítulo 6 *que se segue* tratará de aproximar o modelo proposto a situações mais pragmáticas, sendo que o capítulo seguinte deverá conter o teste de refutação que estabelecerá a comprovação ou não da hipótese de trabalho, bem como, as observações práticas que orientarão uma melhoria qualitativa do modelo apresentado.

## **6. PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE UM SUPPLY CHAIN**

O propósito do presente capítulo é elaborar um modelo de construção, análise e otimização de uma estrutura *Supply Chain*, através da utilização da Teoria das Restrições.

Subsidiariamente, este modelo permitirá que se faça um diagnóstico de natureza estrutural ou processual da rede logística, de maneira a se permitir a qualificação e otimização do funcionamento da cadeia de *Supply Chain*.

Como todo processo de modelagem, o *constructo* proposto envolverá aspectos estruturais e processuais que se interagirão, numa imersão ambiental, de maneira a estabelecer um modelo de características dinâmicas.

A estrutura deste capítulo está arranjada de forma a apresentar, inicialmente, uma visão global do modelo proposto, passando-se depois à descrição de suas partes dentro da perspectiva do modelo completo. Desta maneira, o capítulo está dividido em cinco partes, envolvendo uma visão geral do modelo, suas três partes componentes e respectivas funcionalidades e, por fim, uma parte de finalização, à guisa de conclusões.

### **6.1 Características básicas de um modelo**

A visão mais elementar de um modelo corresponde ao conceito de que modelo é a descrição de um sistema (SOARES, 1992). Neste sentido, para que haja um melhor entendimento é necessário que se estabeleça também o significado de sistema, dentro de uma visão mais conceitual. Um sistema é a resposta organizacional para a solução de um problema gerado no meio ambiente. É por esta razão que um Sistema sempre possui, como proposta inicial, um esquema teleológico representado por um conjunto de objetivos, principais e subsidiários.

Portanto, um Sistema pode ser definido como um conjunto de elementos ou componentes que interagem para atingir objetivos (STAIR, 1996). É lícito, desta forma, se afirmar que modelo é a representação abstrata e simplificada de um Sistema.

O modelo mais simples de representação de um Sistema é dado pelo chamado modelo tipo “caixa preta”, formado basicamente por um conjunto mínimo de três elementos: a entrada, o processamento e a saída. Eventualmente este modelo pode acrescentar, numa linha mais sofisticada, com um outro elemento que caracteriza a chamada retroalimentação.

A Figura 17 – O Sistema “Caixa Preta”, apresentado a seguir, mostra de maneira gráfica e sintética como um modelo simples representa um Sistema.

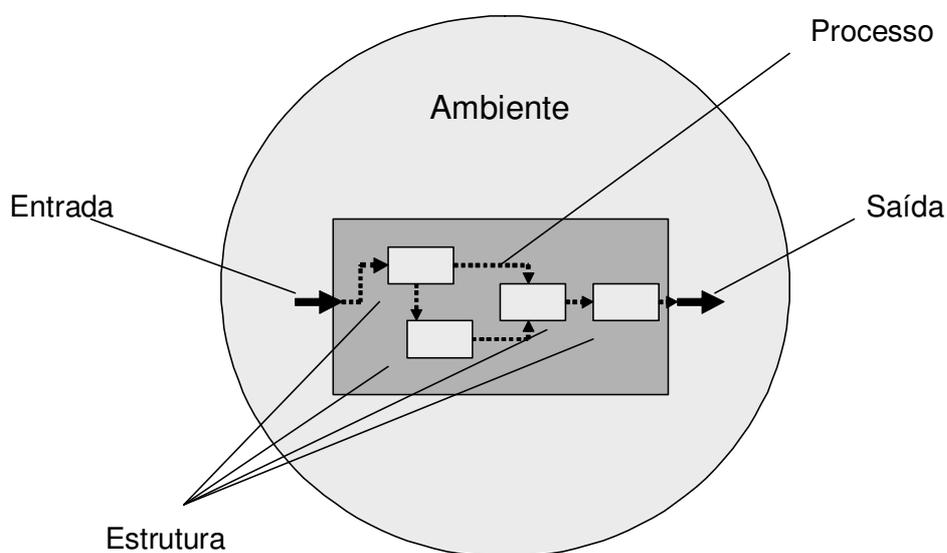


Figura 17 – O Sistema “Caixa Preta”

fonte: elaborado pelo autor

De imediato, é possível identificar no esquema gráfico apresentado uma outra visão de elementos constitutivos do Sistema. Assim, pode-se perceber no sistema três dimensões a serem comentadas. A primeira delas é constituída pelo meio ambiente, que envolve o Sistema e que lhe fornece os insumos (entradas) e recebe os exsumos (saídas).

Dependendo do grau de interação entre o ambiente e o sistema, em seu processamento, pode-se afirmar se o sistema é aberto ou fechado. Altos relacionamentos do ambiente com o processamento do sistema caracterizam os sistemas abertos.

Em tese, o objetivo do Sistema é influenciar o ambiente através do resultado de seu processamento, ou seja, de suas saídas. Uma alteração do ambiente em decorrência desta “intervenção” poderá fazer com que a qualidade ou quantidade do insumo seja alterada, gerando assim um efeito de retroalimentação. A rigor, a retroalimentação é uma espécie de outro sistema orientado especificamente para efetivar comparações entre a entrada e a saída do sistema principal (REZENDE e ABREU, 2001)

O segundo elemento de importância nesta outra visão do sistema é constituído pelo elemento estrutura. Estrutura, nesta situação, diz respeito às características dos elementos (subsistemas) que compõem o processamento. Estas características estão relacionadas com capacidades, qualidades e posicionamento relativo destes elementos, o que significa que diferenças nestes parâmetros mudam o processamento do sistema, levando a níveis de eficácias diferentes.

O estudo estrutural pode ser feito de duas maneiras. A análise de cada elemento de “*per se*”, ou seja, uma visão mais funcional de cada elemento procurando definir suas características individualmente e, eventualmente, comparando através de um processo de *benchmark* com outros elementos semelhantes.

A outra forma de se estudar a estrutura do Sistema é estudá-lo de uma maneira sistêmica, isto é, estudar individualmente cada elemento, porém, sempre a partir de uma visão abrangente de sua totalidade, tanto quanto suas

capacidades, suas qualidades e seus posicionamentos. Isto significa que a relação entre os elementos passa a ser de fundamental importância.

A relação entre os elementos constitui, portanto, o terceiro elemento formativo do Sistema. Caracteriza a dinamicidade do sistema e seria análogo, num sistema hidráulico, às adutoras e canalizações que ligam diversos elementos (reservatórios, estações de elevação, unidades de tratamento, etc) de um sistema de abastecimento de água.

Importante notar que os elementos estruturais podem ser diferenciados conforme o processo que se tenha em mãos. Nesta perspectiva, os elementos estruturais têm características estratégicas, enquanto os elementos processuais se definem mais próximos de uma visão tática.

Adicionalmente, deve-se perceber que há uma interação bastante significativa entre estes dois tipos de elementos, já que qualquer um deles precisa da definição do outro para estabelecer sua própria definição.

Noutras palavras, para se obter um determinado resultado global do sistema (por exemplo, produtividade ou exsumo absoluto), é preciso um trabalho de definição simultânea dos elementos estruturais e processuais. O grau de interação entre estas partes pode definir a sinergia que, porventura, os subsistemas podem agregar.

É nesta abordagem que se pretende continuar o desenvolvimento do modelo proposto, configurando-o segundo os conceitos desenvolvidos neste capítulo. Portanto, configurado o sistema, pode-se voltar para a discussão mais detalhada dos modelos.

Estas representações ou modelos podem ser de diversos tipos, que variam conforme a necessidade que se tenha de melhor entendimento. Pelo menos quatro tipos podem ser considerados como principais entre diversos existentes, quais sejam:

- **Modelos narrativos**, que se baseiam em palavras, tanto verbais como escritas. Enquadram-se neste tipo relatórios, artigos, reportagens, argumentos de venda e outras situações similares;

- **Modelos físicos**, que são representações tangíveis da realidade, enquadrando-se nesta categoria protótipos em escala, maquetes, etc;
- **Modelos esquemáticos**, que representam graficamente a realidade, como os mapas, plantas, ilustrações, fotografia, esquemas, gráficos de fluxo, etc.
- **Modelos matemáticos**, quando a representação da realidade se faz através de notações matemáticas, envolvendo a lógica racional e pressupostos aritméticos. São os modelos mais usados na área de negócios.

Os modelos de simulação, de modo geral, usam os modelos matemáticos como base, já que este tipo de modelo permite, através da TI - Tecnologia da Informação, uma grande capacidade de simulações. Assim, pode-se dizer que os modelos de (ou para) simulação são aqueles que representados por uma estrutura matemática / lógica, que pode ser exercitada de forma a mimetizar o comportamento do sistema (SOARES, 1992). Adicionalmente, pode-se dizer que através do experimento (simulação), várias observações são realizadas para dar subsídios às várias conclusões sobre o sistema.

No presente caso, o sistema a ser modelado é o *Supply Chain*, onde as alternativas são os elementos estruturais (estratégicos) que condicionarão os elementos processuais, e que permitirá, assim, a otimização do sistema.

Isto significa que, em última análise, o modelo proposto deverá resultar mais numa metodologia para se construir uma cadeia de suprimentos – que corresponde ao aspecto estrutural do método - ou, caso já exista esta estrutura, para se otimizar a estrutura logística existente.

A este último propósito é importante que se mencione que a otimização não consiste num fim ou produto-final e, sim, se caracteriza como um processo onde continuamente deverá ser feito o ciclo de otimização. Esta condição é explicada pelo fato de que a metodologia TOC otimiza parte por parte da

cadeia, o que significa que a cada passo muda o perfil de desempenho da cadeia como um todo e indica a necessidade de nova análise.

## **6.2 Caracterização da Conjuntura Aplicável**

O modelo proposto é apresentado de maneira integral, com o propósito de estabelecer uma visão compreensiva de sua estrutura e funcionamento, de tal maneira que a discussão de suas partes possa ser feita sem a perda da perspectiva global.

Percebe-se, assim, que o modelo proposto está construído a partir de três elementos, conforme estabelecido anteriormente.

O primeiro elemento, que é de maior amplitude, corresponde ao ambiente que envolve o Sistema. A relação entre o sistema e o ambiente define a situação institucional, que, a partir da percepção das oportunidades e ameaças, ou seja, as variáveis ambientais, permitem a estruturação dos objetivos, estratégias e conformação interna do Sistema.

Esta etapa constitui importante passo para a conformação estrutural do sistema.

Conforme visto anteriormente, é no ambiente que se encontram as oportunidades e ameaças. Se o sistema tem como propósito responder ao meio ambiente, é lícito se esperar que a conformação dos elementos constitutivos se amolde ao desafio estabelecido pelo ambiente.

Situações radicais do ambiente provavelmente gerarão sistemas radicais para a solução desta situação. Nestas circunstâncias, o modelo proposto, representação do Sistema, deverá corresponder a uma situação ambiental que se possa configurar como normal, ou seja, correspondente a uma situação típica de mercado.

O significado precípua do que seja uma situação normal de mercado envolve, por consequência, um cenário macroeconômico também estável. Numa economia inflacionária, por exemplo, certas premissas logísticas, como a questão do estoque mínimo, por exemplo, deixam de ser válidas. Da mesma maneira, uma economia em crise e com quedas vertiginosas de seu produto

interno, pode inviabilizar empreendimentos por conta de demanda, custo do dinheiro ou situações especiais.

Embora se possa afirmar que uma cadeia logística deve estar preparada para competir em qualquer cenário, é adequado se estabelecer uma certa faixa de normalidade, onde o modelo tem respostas adequadas.

Outra colocação diz respeito às respostas do modelo em situações de grande alteração do mercado ou do cenário macroeconômico. Isto significa que numa visão estocástica, corresponderia a situações onde há extrapolação dos parâmetros normais de variabilidade.

Portanto, as premissas que estabelecem a faixa de variabilidade do ambiente correspondem aos seguintes itens:

- Economia de mercado baseada na racionalidade de que os mais competitivos obtêm os melhores resultados;
- Mercado estabilizado dentro de uma faixa de “normalidade”, ou seja, sem grandes oscilações afetadas por fenômenos extra-mercados;
- Isenção de políticas governamentais, do estilo restrições fiscais, estímulos por subsídios e cerceamento político;
- Por fim, fenômenos econômicos e de mercado que extrapolem a racionalidade, mesmo oculta, tornando o sistema inadequado a responder às mudanças.

Estas condições, portanto, equivaleriam a uma proposta de racionalidade mínima esperada do meio ambiente para a elaboração de uma simplificação do sistema, que é o modelo. É sempre possível fazer com que o modelo se torne mais complexo para responder a certas demandas particulares, porém, é de se esperar a relação custo/benefício de uma complexidade favorável.

Vale mencionar, no entanto, que mesmo em algumas das situações apontadas, deverá ser possível fazer alguns ajustes ao modelo para que suas simulações contemplem estas alterações ambientais.

### 6.3 Os elementos estruturais do modelo

Os chamados elementos estruturais do sistema/modelo são aqueles que correspondem aos componentes fixos da cadeia logística. Numa primeira aproximação, pode-se dizer que numa cadeia do tipo *Supply Chain* existem as entidades que são, por suas próprias características, elementos mais ou menos imutáveis, principalmente no que diz respeito a sua localização.

Estão relacionados neste tipo de componentes, a título de exemplo, os seguintes elementos:

- Fabricantes;
- Supridores;
- Depósitos de suprimentos;
- Depósitos de materiais em elaboração;
- Atacadistas, varejistas e outros formadores do canal de distribuição;
- Centrais de Distribuição;
- Depósitos de produtos acabados;
- Unidades de acabamento;
- Unidades de pós-venda;
- Depósitos de espera, etc.

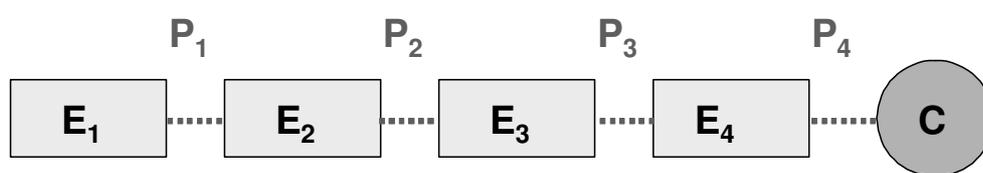
A característica principal destes elementos é servir de nós numa cadeia logística que é completada pela conexão configurada principalmente pelo transporte logístico.

Pela relação exemplificada, é possível se inferir que o principal requisito destes elementos estruturantes é, além de suas características específicas como capacidade de processamento, qualidade e tempo do processamento, entre outras, a localização.

Neste sentido, estudos locacionais constituem importante ferramenta para a maximização do retorno da cadeia logística como um todo. Tornam-se evidentes, ainda mais, as influências que estas localizações produzem sobre os elementos processuais, fazendo com que o dimensionamento do

processamento logístico tenha que ser precisamente calculado em função destas localizações.

A Figura 18 – A Composição Estrutural e Processual de uma Cadeia Logística, apresentada a seguir, procura mostrar graficamente o relacionamento entre os elementos estruturantes e os processuais numa cadeia *Supply Chain*.



### Uma cadeia *Supply Chain* genérica

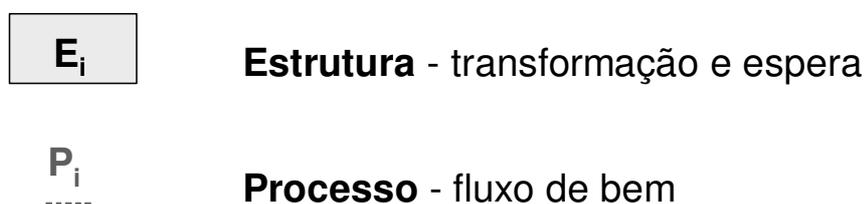


Figura 18 – A Composição Estrutural e Processual de uma Cadeia Logística

Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se pela figura que há uma relação importante entre os elementos de estrutura e os de funcionamento (processo), que permite que a cadeia propriamente dita se forme e, mais importante, possua uma dinamicidade que somente os elementos estruturantes não poderiam cumprir na função logística.

Fica também claro o grau de inter-relacionamento entre os componentes, de tal maneira que, apesar de serem de espécies diferentes,

estabelecem uma relação simbiótica entre eles. Sem um, o outro não tem significado.

#### **6.4 Os elementos processuais do modelo**

A figura apresentada anteriormente é bastante ilustrativa sobre a participação dos elementos processuais na cadeia logística.

Estes elementos configuram-se como a parte dinâmica da cadeia logística, já que são eles que estabelecem a movimentação real do sistema logístico. Para alguns puristas, principalmente aqueles que estão mais ligados com a chamada logística de transportes, esta é a verdadeira logística.

Fundamentalmente, a ligação entre os elementos estruturantes é feita através do transporte, seja qual for o modal escolhido. Esta seria em essência a funcionalidade dos elementos processuais.

Os elementos processuais é que definem qual a capacidade dinâmica do sistema, definido através de sua capacidade operacional instalada e de acordo com a infra-estrutura oferecida. A conjugação destes fatores define qual o fluxo de logística que o sistema ou cadeia logística pode oferecer. Assim, pode-se dizer que um sistema de logística tem duas medidas de capacidade: a estática, representada pela capacidade nominal dos elementos estruturantes, e a dinâmica, representada pelo desfrute no tempo desta capacidade, definido principalmente pela capacidade dos elementos processuais.

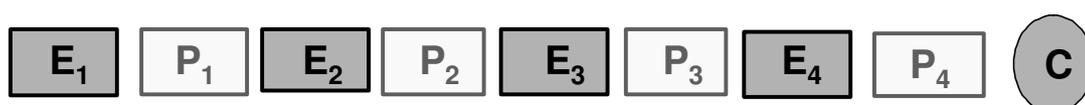
Do ponto de vista do sistema como um todo, em seu processo de otimização, no entanto, todos os elementos podem ser vistos da mesma forma, como eventuais gargalos que devem ser analisados e atuados para que permitam uma melhor eficácia do Sistema em sua totalidade.

As características dos elementos estruturantes e processuais podem ser, inclusive, os mesmos, ainda que eles cumpram papéis diferentes. Mais adiante, esta questão será tratada de maneira mais detalhada.

Em países como o Brasil, de grandes dimensões, os elementos processuais podem se tornar fundamentais na cadeia logística, já que questões como *lead times*, qualidade logística e custos de transportes podem se tornar muito significativos.

Entretanto, deve-se afirmar mais uma vez, os elementos estruturantes é que definem a estratégia logística da empresa, uma vez que dependendo da sua localização se estabelecem as características dos elementos processuais. Custos logísticos mais elevados, sejam em trechos representados como  $P_i$  no gráfico, ou seja na somatória dos  $P_i$ , são decorrência, em princípio, da localização dos elementos estruturantes.

A Figura 19 – Equalização de Elementos Estruturais e Processuais numa Cadeia Logística, apresenta, graficamente, o conceito de que tanto os elementos estruturantes como os elementos processuais têm importância semelhante e que há uma simbiose entre eles. A utilização de ferramentas de otimização da cadeia logística deve tratar de maneira igual estas partes, até mesmo para a obtenção de eventuais efeitos sinérgicos.



### Uma cadeia *Supply Chain* genérica transformada (equalizada)

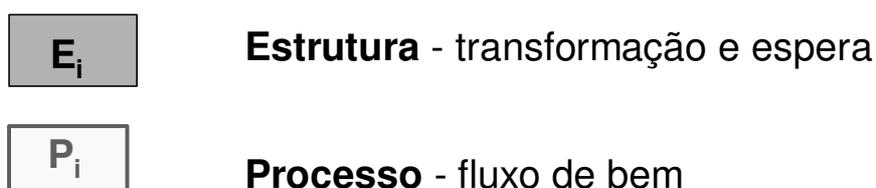


Figura 19 – Equalização dos Elementos Estruturais e Processuais numa Cadeia Logística

fonte: elaborado pelo autor

A partir desta equalização, é possível a realização ou aplicação da metodologia TOC para a otimização do sistema como um todo, uma vez que,

tratado cada um dos elementos de acordo com um mesmo critério de mensuração, se permite a verificação de eventuais desequilíbrios em termos de desempenho. Conforme já dito anteriormente, a grande dificuldade do processo proposto de otimização da cadeia logística se encontra justamente na mensuração operacional.

### 6.5 Uma proposta de um modelo completo

Examinado o Sistema e seu modelo segundo as perspectivas anteriores, já é possível buscar a proposição de um modelo mais completo de sistema de cadeia logística e sua respectiva mecânica de otimização de resultados, através da utilização da metodologia TOC. Este modelo deve se orientar segundo as perspectivas já mencionadas anteriormente, ou seja, a dimensão estratégica, a dimensão logística e a dimensão operacional.

Percebe-se, assim, que o modelo proposto está fundamentado em três níveis de percepção. Desta forma, o *constructo* apresentado é formado basicamente por três níveis de atuação.

O primeiro deles corresponde ao chamado **nível estratégico** ou institucional e tem como premissa o entendimento macro-organizacional, onde a partir de variáveis ambientais são definidas as situações estruturais do empreendimento ou, em outras palavras, a configuração do desenho do negócio.

Esta etapa se constitui cada vez mais, e de certa maneira, conforme já discutido anteriormente, a garantia, em termos estruturais, de competitividade do empreendimento. Muitos projetos desde cedo se mostram inviáveis justamente pela má formação congênita de uma estruturação estratégica ou *design* não conformado com o ambiente do negócio.

A Figura 20 – O Modelo de Otimização / TOC do *Supply Chain* é apresentado a seguir, mostrando todos seus componentes, fluxos e variáveis, e também as dimensões mencionadas e permite um melhor acompanhamento das informações pertinentes.

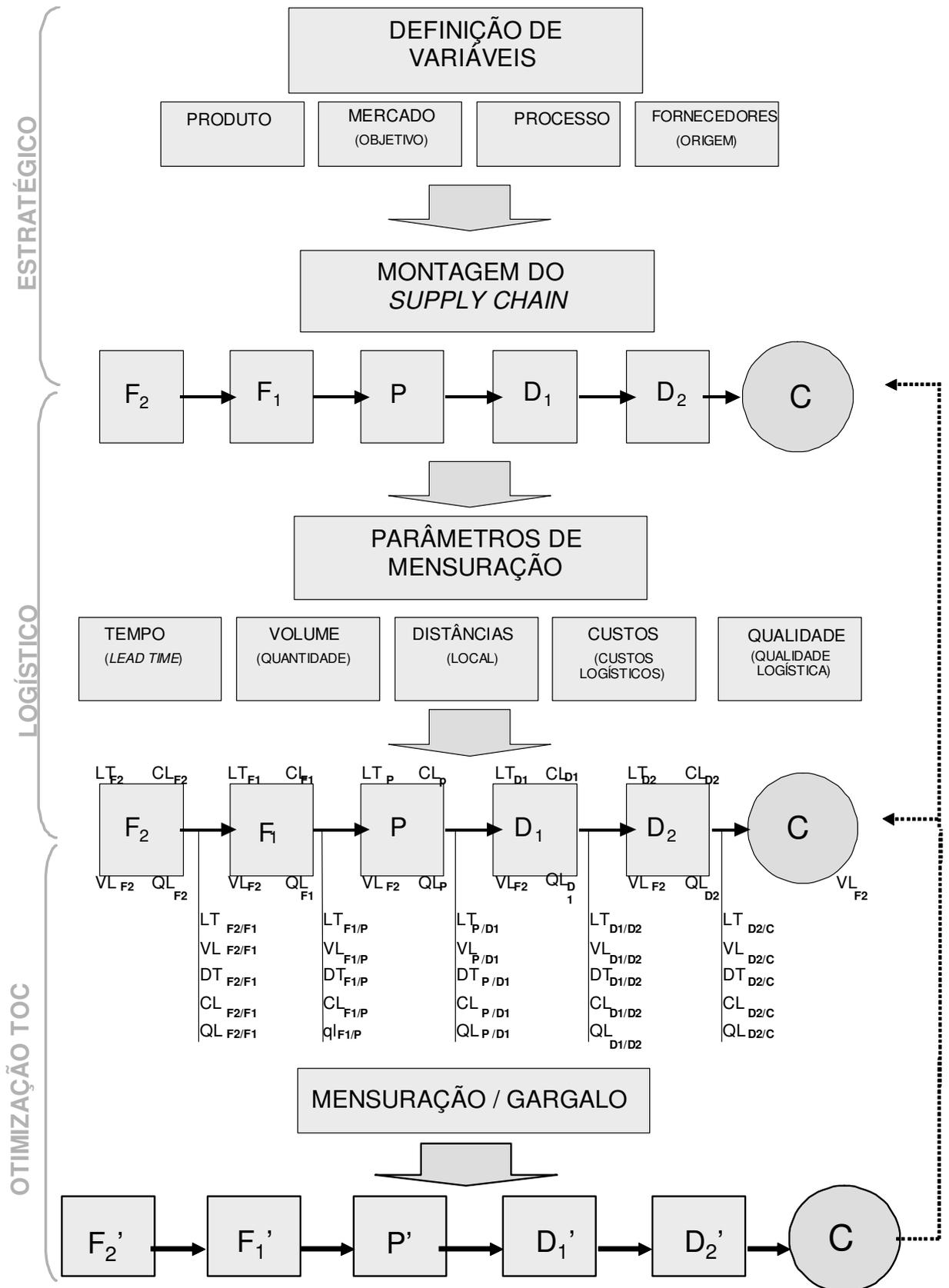


Figura 20 - O Modelo de Otimização/TOC do Supply Chain

Nesta estruturação estratégica da empresa a perspectiva considerada como foco foi a logística, sem se abstrair de outras dimensões típicas do planejamento corporativo, tais como as questões financeiras, de tecnologia assumida, de equacionamento de recursos de pessoas e seus respectivos conhecimentos, entre outras.

O resultado do enfoque logístico na estruturação estratégica é a definição da cadeia de suprimentos ou *Supply Chain*, que se constitui em importante elemento para a definição da competitividade das empresas. Como se pode observar, a definição da cadeia logística está na fronteira entre a visão estratégica e a abordagem funcional estabelecida pela própria logística.

Nesta estruturação estratégica da empresa, a perspectiva considerada como foco foi a logística, sem se abstrair de outras dimensões típicas do planejamento corporativo, tais como as questões financeiras, de tecnologia assumida, de equacionamento de recursos de pessoas e seus respectivos conhecimentos, entre outras.

Portanto, a segunda dimensão considerada na modelagem proposta diz respeito à **percepção logística** do negócio. Numa visão de planejamento sistêmico de uma organização, este nível corresponderia a uma atuação de planejamento tácito ou ordinário da organização, derivado do processo estratégico que o antecede.

Basicamente, neste nível de abordagem se busca, sobretudo, a melhor funcionalidade da estrutura concebida no nível estratégico. Diversas ferramentas típicas desta perspectiva são utilizadas, porém todas possuem um elemento comum: a mensuração.

Este é um dos capítulos mais delicados de todas as técnicas organizacionais que se utilizam no estudo e prática da administração. Numa visão mais simplista, sempre se acredita que um efeito tem apenas uma causa, o que permitiria a adoção de estruturas e mecanismos mais simples de decisões empresariais.

No entanto, a visão sistêmica (HAMPTON, 1992) mostra que a característica básica dos sistemas é justamente a multi-casualidade dos efeitos, onde é bastante difícil isolar as variáveis causadoras de determinados

efeitos e, mais difícil ainda, estabelecer a “contaminação” de uma variável por outra.

A este propósito, é importante mencionar que os elementos (causas e efeitos) perdem suas hierarquias e passam a se estruturar como redes neurais (PEQUENO, 1978), onde os agentes perdem suas características de causa ou efeito e as relações se tornam de difícil mensuração justamente pela existência de “contaminações”, efeitos reversos e fenômenos sinérgicos.

No caso presente, no entanto, a proposição de modelo traz consigo uma simplificação típica: a redução da realidade. Na verdade, modelo é uma simplificação da situação real (STAIR, 1998), assim estabelecida justamente para permitir o entendimento do fenômeno “retratado”. Nos termos do autor, o modelo proposto é basicamente narrativo e matemático, já que recorrerá a estas duas dimensões para poder se retratar.

Na dimensão logística o modelo procurará qualificar funcionalmente a cadeia de suprimentos definida no limiar entre a visão estratégica e a funcional logística. Nesta etapa se procurará estabelecer uma percepção multifuncional do modelo, fixando cinco parâmetros de mensuração que permitam, dentro de uma visão estilo “*balanced scorecard*”, representar o desempenho de uma cadeia logística.

Há de se imaginar que este coeficiente de desempenho seja suficiente para aquilatar necessidades de alterações simplesmente pelo fato de se buscar contínuas melhorias, como também pelo processo de buscar níveis de competitividade referenciados, como pelo uso de técnicas de *benchmarking*.

Esta postura será possível pelo fato de se atribuir às partes da estrutura, ou elos da corrente, valores que podem, na medida das técnicas disponíveis, serem mensurados. Por si só, este processo de mensuração já significa importante contribuição para a Logística.

Por fim, o modelo se completa com a utilização da filosofia e metodologia da Teoria das Restrições para a **otimização da cadeia logística** focada. Esta atividade corresponde à terceira dimensão do modelo, conforme se poderá depreender da análise da representação gráfica do modelo apresentada na Figura 20.

Neste passo, o modelo propõe o uso de percepções e metodologias típicas da TOC, tal como os cinco passos de otimização de cadeias, valores como ali conceituados (por exemplo, o conceito de ganho na proposição de Goldratt), a concepção de decisões, etc.

Assim, nesta fase do modelo a cadeia logística deverá sofrer uma revisão de capacitação e lógica, segundo a ótica do elo restritivo da cadeia (corresponde à metodologia TOC). O resultado desta análise deverá consubstanciar alterações num processo de retro-alimentação para os níveis superiores (se presumida uma hierarquia) ou anteriores (numa escala de tempo), ou seja, para as dimensões estratégicas - na situação de alteração da estrutura da cadeia logística – e logística, para a situação de simples redimensionamento de elos.

Desta maneira se estabelece uma visão dinâmica do processo como um todo, o que permite uma continua iteração processual “*ad infinitum*”, até se obter, pelo menos em teoria, um rendimento infinito. De qualquer forma, é válida a discussão sobre a validade da lei dos rendimentos decrescentes sobre estas sucessivas iterações.

O modelo de otimização TOC do *Supply Chain* como apresentado, portanto, é formado por cinco etapas progressivas e uma regressiva destinada a possíveis dois endereços anteriores, consubstanciando um ciclo de otimização.

O número de ciclos para a obtenção de um resultado mais substantivo requererá uma análise custo-benefício, de modo a se obter as melhores soluções possíveis ao processo.

## **6.6 A construção estratégica de um *Supply Chain***

Esta é a primeira fase do modelo proposto. Basicamente esta etapa do modelo trata da construção da cadeia logística ou *Supply Chain* do ponto de vista estratégico.

A construção da competitividade de um empreendimento é decorrência de uma série de variáveis e parâmetros, a maior parte dos quais pertencente ao ambiente ou ambiência da empresa. A escola de *design* (MINTZBERG,

2000) de planejamento estratégico (página 57), considerada como pioneira e base para as nuances de todas as demais, considera que a construção de uma estratégia corporativa é obtida pela composição das variáveis externas ou ambientais, caracterizadas como ameaças ou oportunidades, e as variáveis internas classificadas como pontos fortes e fracos.

Mais modernamente se considera que a matéria-prima para a competitividade continua na interação do externo/interno, porém tendo como referência o conceito de valor (NOVAES, 2000). Neste sentido, valor seria o conjunto de atributos, na maior parte das vezes subjetivos, e, portanto, de natureza pessoal, que o consumidor associa a um produto ou serviço e pelo qual está disposto a pagar mais.

Nesta dimensão, busca-se no conceito de cadeia produtiva se associar quais os elos que contribuem para a formação do valor do produto ou serviço oferecido, numa analogia definida como cadeia de valor.

Portanto, o foco da estratégia volta-se para duas indagações: 1) O que o mercado reconhece como valor em produto? 2) Como conseguir internamente este valor? Algumas respostas vêm se consolidando. Através da análise ambiental e da pesquisa de mercado é possível reconhecer os valores atribuídos ou desejados pelos consumidores e que do ponto de vista de geração de valor, não podem ser atribuídos a apenas um fabricante ou produtor de serviços, mas também à cadeia produtiva como um todo.

A constatação de que algumas áreas que antes eram consideradas apenas coadjuvantes, como a logística, são capazes de produzir valores adicionais, mudou de maneira significativa a forma de encarar a estratégia corporativa.

Uma das abordagens, nesta linha, é a questão da estruturação do *Supply Chain* de um produto, que envolve, portanto, a cadeia de valor. A Logística, portanto, nesta seara, torna-se importante componente da estratégia das empresas.

No modelo proposto, visto em sua íntegra na seção anterior, a abordagem estratégica é feita justamente a partir desta perspectiva, ou seja, a montagem da cadeia logística.

Para este propósito o passo inicial é a definição e qualificação das variáveis que permitirão a montagem do *Supply Chain* mais adequado. As variáveis consideradas no modelo para esta ação são quatro.

A primeira delas é o **produto** (ou serviço), que constitui importante definição. Assim, os produtos podem variar nas mais diversas dimensões possíveis, porém, no caso da abordagem logística algumas dimensões ficam mais evidentes.

Existem produtos associados com o conceito de tempo, onde o *lead time* se eleger como variável vital. Produtos como informações cotidianas (imprensa, por exemplo) ou produtos alimentícios exigem uma estratégia (leia-se *Supply Chain*) especial.

Produtos valiosos, como dinheiro, metais e minerais preciosos demandam outro tipo de cadeia, principalmente no que tange ao aspecto transporte, envolvendo, por exemplo, o conceito de segurança. Por outro lado, produtos volumosos ensejam estratégias diferentes, ou produtos com alta densidade de valor financeiro se caracterizam de outra maneira.

Portanto, não há como negar que a variável-produto constitui importante variável no processo de montagem do *Supply Chain*, visto como componente estratégico.

Outra variável a ser considerada é, obviamente, o **mercado**, considerado não só como sua dimensão física ou geográfica, mas também segundo todos os atributos que podem ser considerados como de *marketing*. Neste contexto, considerações sobre características psicossociais do consumidor, mercado segmentado ou não, dispersão, formas de vendas, canais de distribuição, etc. compõem a variável mercado na estruturação da *Supply Chain*.

A utilização do conceito de valor torna esta dimensão particularmente importante, uma vez que se necessitam se utilizar todas as técnicas mercadológicas para a correta identificação do cliente final (em algumas situações o usuário não é quem toma a decisão de compra) e para a obtenção dos reais valores que este cliente atribui ao produto ou serviço, e que servirá de direcionador do processo de construção da cadeia de valores.

Particularmente nesta variável deve ser considerada a questão da densidade do mercado, que condiciona muitos outros elementos de distribuição. Esta questão é particularmente importante quando se considera um país como o Brasil, onde existe uma grande heterogeneidade de mercados.

Neste particular, a heterogeneidade dos mercados pode levar a uma difícil estruturação da cadeia, visto que determinados elementos são particularmente sensíveis à chamada economia de escala, o que normalmente dificulta o posicionamento geográfico destas peças.

A outra variável a ser considerada no modelo de otimização proposto neste capítulo é o **processo de produção**. Esta variável constitui importante elemento para a caracterização de todo o esquema de suprimentos necessário para a manufatura de produtos ou condução de serviços.

Na questão do processo de produção devem ser consideradas duas variantes similarmente importantes. A primeira delas diz respeito à engenharia do produto, onde são estabelecidas a questão da concepção e as características técnicas do produto, além de seu *design*. Esta etapa de definição do produto guarda importantes afinidades com a primeira variável, o produto (SLACK, 1997).

Nesta visão da variável processo de produção, no entanto, são consideradas principalmente as características físicas do produto, enquanto na primeira variável, produto, se considera o produto do ponto de vista mercadológico. Assim, a especificação de matérias-primas e componentes será de extrema importância para a definição da cadeia de suprimentos, o que, aliado ao sistema produtivo, *just-in-case* ou *just-in-time*, estabelece características indelévels de como deve ser a estrutura e o funcionamento da cadeia de suprimentos.

Além do mais, pelas características físicas ou intrínsecas do produto, além de seu *design*, é possível definir o sistema de produção, que envolve, de alguma maneira, importantes decisões do ponto de vista da chamada logística interna ou industrial.

Estas decisões são importantes para a definição de tempos de produção – *lead times* - que afetam, de maneira significativa, tempos, ciclos e processos logísticos.

Por fim, a definição dos **fornecedores** caracteriza a última variável proposta no modelo para a definição da estrutura da *Supply Chain*. A situação geográfica dos fornecedores, suas condições de fornecimento e disposição de infra-estrutura logística, define a maneira pela qual os insumos serão obtidos e disponibilizados para o processo produtivo.

É importante se ressaltar que a cadeia de suprimentos se estende, para alguns itens mais importantes, para mais de uma camada de fornecedores, alcançando, não raro, os fornecedores dos fornecedores (SLACK, 1997).

A definição destas variáveis, é licito que se diga, é formada por fatores externos e internos que se relacionam simbioticamente, permitindo a elaboração da mais importante tarefa logística em nível estratégico: a definição do modelo da cadeia *Supply Chain* da empresa.

Como se pode inferir da visão gráfica do modelo proposto, a definição da cadeia logística da empresa (ou produto) se constitui na etapa final da abordagem estratégica e é, como se devia esperar, de extrema importância para o processo de competitividade do empreendimento.

Porém, como o próprio visual do modelo sugere, esta não é uma atividade eminentemente estratégica, uma vez que questões de funcionamento da cadeia podem afetar sua estruturação. Na realidade, estas decisões estão na fronteira entre o estratégico e o técnico gerencial.

As questões de funcionamento do *Supply Chain* e, portanto, atividades do nível logístico de estudo, ajudam a definir a cadeia logística. Estas questões serão examinadas na próxima seção.

## **6.7 A funcionalidade da cadeia logística**

Um dos principais problemas em qualquer tipo de intervenção nas organizações diz respeito justamente à avaliação de seus resultados. Trata-se da questão da mensuração.

Em algumas áreas empresariais este problema torna-se mais agudo, como por exemplo, decisões na área motivacional, na área de comunicação mercadológica, de resultados globais, produtividade, etc.

Na área logística o problema de mensuração também é de difícil resolução, face aos parâmetros que normalmente são utilizados para este fim, tais como satisfação do cliente e do consumidor final são mais inteligíveis como componentes de um modelo racional, porém de difícil execução prática devido à imponderabilidade das variáveis envolvidas.

Quando se trata da questão do valor agregado, já mencionado anteriormente, estas dificuldades aparecem com mais intensidade, já que do ponto de vista do consumidor, algumas qualidades dos produtos ou serviços são aparentemente objetivas, porém, na maior parte das vezes se caracterizam por atributos ocultos, subjetivos e pouco racionais.

No entanto, apesar destas dificuldades, é importante que se realizem pesquisas para o conhecimento dos reais valores atribuídos pelos consumidores finais.

Em que pese a necessidade de obtenção de um referencial, a partir do qual é possível verificar se determinada intervenção na cadeia logística resultou em níveis desejados de eficiência, deve-se reconhecer que a dificuldade de se estratificar desempenhos logísticos é significativa.

Alguns fatores se alinham na busca de tornar esta atividade operacional. Os principais são os seguintes:

- Escolha dos parâmetros adequados – neste sentido é necessário um trabalho bastante detalhado e sistêmico, para escolher variáveis que tenham o mínimo de influência entre si, de maneira a poder estabelecer medidas mais isentas, sem os efeitos de causas circulares.

- Grau de subjetividade dos parâmetros – significa que, quanto mais objetivos forem os parâmetros, mais fácil e preciso será o processo de aferição de desempenho. Em algumas situações, no entanto, a escolha de parâmetros objetivos é bastante difícil, devendo se estabelecer, nestas situações, a busca por variáveis componentes do parâmetro subjetivo que sejam objetivas, de forma a se obter resultados menos influenciados por medidas de natureza subjetiva.
- Entendimento que a aferição dos parâmetros escolhidos, por vezes, estabelece situações típicas do universo estocástico e que é preciso, nesta situação, entender os resultados e a interação com desempenho de outros parâmetros. Nestas circunstâncias, fora de uma visão determinística, o grau de incerteza diminui na proporção da volatilidade dos eventos.
- A falta de informações para definir o que significa referência – que pode significar um padrão, um objetivo ou simplesmente uma marca, sem que se possa verificar se este resultado obtido tem algum significado de bom, regular ou mau no seu sentido absoluto. Nestas situações, no entanto, sempre é possível avaliar que se está conseguindo um progresso ou não, através da análise de tendências.
- Relação entre melhoria de desempenho e esforço despendido – o uso da curva de rentabilidade marginal, isto é, a relação entre o diferencial de desempenho conseguido em relação ao custo marginal, pode indicar, às vezes, a inconveniência de determinados esforços por melhoria. Neste fator, uma das dificuldades diz respeito ao entendimento dos chamados efeitos colaterais, onde se deve romper o paradigma das chamadas causas únicas para se tentar entender o processo dos multifatores causais, onde se adota o paradigma das causas e efeitos estruturados em *networks*.

A proposta estabelecida para a análise logística decorrente da definição de mensurações de desempenho está alicerçada em cinco

parâmetros relacionados com os valores logísticos (NOVAES, 2001). Deve-se mencionar que estes parâmetros são básicos e relacionados com a percepção mais essencial do processo logístico, o que não impede que se faça a agregação de outros fatores, aumentando a complexidade e especificidade do método para casos mais particulares. Os parâmetros escolhidos são os seguintes:

- **Tempo** – nas empresas que adotam dimensões mais modernas de desempenho, como as propugnadas pela filosofia *just-in-time*, o conceito de *lead time* constitui importante indicador de desempenho. A definição básica de *lead time* é o tempo necessário para que um processo, uma vez desencadeado, chegue ao seu término. É importante que se ressalte que esta dimensão está associada a uma série de fatores formadores, tais como complexidade, estilo gerencial adotado, definições de política empresarial, etc, e que quanto maior a cadeia, o conjunto formado por estas limitações se multiplica, já que em cada fase ou nó do processo estas situações se repetem. Entretanto, do ponto de vista do efeito final ou definitivo para o processo competitivo, estes fatores podem ser tomados como limitações ou vantagens a serem otimizadas. No caso específico do modelo proposto, dentro de uma visão que desconsidera as aleatoriedades, onde se toma como base uma cadeia logística formada por dez elos (cinco processos e cinco transportes), ter-se-ia também dez *lead times* diferentes. O *lead time* total, então, seria dado pela simples somatória dos *lead times* dos elos, ou seja:

$$LT_{total} = \sum LT_i$$

- **Volumes** – corresponde à quantidade de produto manipulado em cada elo da cadeia. Isto significa que face às transformações, os elos produtivos serão reduzidos a uma base comum. Num processamento

siderúrgico, por exemplo, o total quantitativo que emerge do processo é apenas parte da quantidade do conjunto de insumos que participam deste processamento. Nesta situação, o volume destes elos de processamento é a somatória das entradas no processo, não importando a quantidade do exsumo. Há de se fazer algumas conversões, dado que na cadeia produtiva como um todo existem medidas diferentes de volume, fora a situação que certas limitações são relativas ao tipo de produto transportado, como por exemplo, produtos limitados pelo volume e não pelo peso, etc. Do ponto de vista do transporte, a quantidade não se altera durante o transporte, o que significa que não existem dúvidas quanto à quantidade transportada. A questão da restrição de volumes está relacionada, da mesma forma que no parâmetro anterior, a fatores limitantes, que no caso são representados por questões de infra-estrutura, de sazonalidades e de políticas empresarias. No contexto de uma cadeia logística longa, estes fatores podem se somar, criando sinergias negativas. Entretanto, da mesma forma que o *lead time*, o volume total transportado e manipulado é dado pela soma dos volumes que entram em cada elo da cadeia logística.

$$VL_{\text{total}} = \sum VL_i$$

- **Distâncias** – neste caso, o parâmetro corresponde apenas aos elos da cadeia que dizem respeito ao transporte, já que por simplificação do modelo proposto, serão omitidos os transportes internos. Num eventual aperfeiçoamento, estas variáveis desprezadas poderão ser incorporadas.

O total de distância que compõe a cadeia é dado pela soma das distâncias entre elos da cadeia logística, se considerada, obviamente, a uniformização de critérios e a adequação por modais diferentes.

$$DT_{total} = \sum DT_i$$

- **Custos** – O parâmetro custo logístico constitui importante elemento de análise de performance, embora deva ser feito um trabalho de adaptação dos custos para os conceitos TOC, onde o estabelecimento de ganhos se dá por definições próprias. Neste sentido, existem muitos textos tratando dos conceitos tradicionais de custos e novos conceitos, como por exemplo, o ABC (NOVAES, 2001).

Assim, dever-se-á estabelecer inicialmente, ao se adotar este parâmetro, os critérios contábeis a serem utilizados (DORNIER, 1999). Deverá ser efetivada a discussão sobre envolvimento de custos fixos (de capacidade) e custos variáveis (de funcionamento). A reflexão sobre custos marginais também deverá ser objeto de análise para verificar oportunidades, retornos e análises de conteúdo.

O custo logístico total por elo, obtido pela composição de vários outros custos funcionais (BOWERSOX, 2001), comporá, por sua vez, o custo total da cadeia logística:

$$CT_{total} = \sum CT_i$$

- **Qualidade** – a qualidade logística é um dos assuntos mais controvertidos da análise de desempenho da cadeia logística, já que envolve uma série de outras variáveis. O conceito de qualidade logística está relacionado com variáveis objetivas, como por exemplo, pontualidade, e com variáveis de natureza mais subjetiva, como por exemplo, qualidade da informação logística. Outro aspecto relativo à questão da qualidade é a possibilidade de considerar a qualidade não nos seus aspectos intermediários e sim, na qualidade percebida pelo consumidor final que é, em última análise, o que interessa do

ponto de vista da competitividade (PALADINI,1997). O enfoque que deve ser utilizado na abordagem da qualidade logística será o de mensurar, na medida do possível, as variáveis componentes da qualidade que são percebidas pelo cliente final. Nestas circunstâncias, a qualidade percebida pelo consumidor final na ponta da cadeia logística não corresponde, necessariamente, com a soma algébrica de qualidades percebidas nos distintos elos da rede logística.

A Figura 21 - Resumo dos Parâmetros Utilizados na Mensuração do Modelo consolida esta visão graficamente.

Dimensão	Variável	Nomenclatura	Tipo
Tempo	<i>Lead-Time</i>	LT <sub>i</sub>	Negativo
Quantidade	<i>Volume</i>	VL <sub>i</sub>	Positivo
Distância	<i>Distância</i>	DT <sub>i</sub>	Negativo
Valor	<i>Custos</i>	CL <sub>i</sub>	Negativo
Qualidade	<i>Qualidade</i>	QL <sub>i</sub>	Positivo

Figura 21 – Resumo dos Parâmetros Utilizados na Mensuração do Modelo

fonte: elaborado pelo autor

Estes parâmetros constituem, em seu conjunto, a possibilidade de mensurar (e qualificar) uma cadeia logística como um todo. Isto significa que a eficácia da cadeia, como um todo, pode ser inferida através da relação entre o

valor gerado pela rede (partindo-se do pressuposto de que a composição dos parâmetros gere um indicador relacionado com o valor total) e a energia inserida no processo, que pode ser representada, talvez, pelos custos envolvidos.

Assim, alguns parâmetros geram otimização geral quando são minimizados individualmente, como por exemplo, *lead time*, distância e custos logísticos. Outros geram otimização do nó e da cadeia logística quando se estabelecem como valores individuais maximizados, como por exemplo, os volumes e qualidades percebidas.

Numa outra perspectiva, alguns parâmetros possuem representatividade por si próprios, enquanto outros se expressam melhor quando associados, como por exemplo, os parâmetros volume e distância, cuja expressão se dá melhor pelo produto de ambos.

Portanto, a questão da mensuração constitui assunto de razoável complexidade, uma vez que será necessária verificar qual a melhor representatividade da cadeia logística, dentro das seguintes hipóteses:

- os parâmetros isolados e a otimização para cada uma das dimensões paramétricas;
- parâmetros compondo um índice único (estilo *Balanced Scorecard*) para o desempenho da cadeia e de cada um dos elos; e,
- composição em variados graus das possibilidades anteriores.

Há, portanto, a necessidade de composição destes parâmetros em um único indicador, que pode ser tratado como uma espécie de indicador único, representado pela média ponderada dos parâmetros apresentados, numa variação da proposta original, que se propunha aferir a organização como um todo, adaptada para a Logística (KAPLAN, 2000).

A proposta original de Kaplan se baseou em constatação de pesquisa entre empresas, onde se verificou que menos de 10% de estratégias formuladas foram implementadas com êxito. Os instrumentos tradicionais de mensuração de resultados, calcados, sobretudo, em indicadores financeiros,

não contemplam todos os valores empresariais envolvidos e sim, apenas aqueles relacionados com a dimensão financeira da organização.

A percepção de Kaplan é que os valores estratégicos das empresas envolveriam outras dimensões que deveriam ser também mensuradas. Estas outras dimensões envolveriam, inclusive, variáveis intangíveis, de difícil mensuração.

Assim, as dimensões propostas por Kaplan seriam em número de quatro, que tenham entre 20 e 25 indicadores, envolvendo em seu desdobramento um total de cerca de 100 variáveis. As dimensões ou perspectivas propostas pela metodologia original seriam as seguintes:

- Financeira - muito próxima da visão tradicional, permite a avaliação do empreendimento segundo o retorno econômico-financeiro olhando as perspectivas da empresa e dos acionistas;
- Cliente - onde se procura, sobretudo, a busca da sua satisfação, como premissa básica para a obtenção do resultado financeiro de longo prazo. Nesta perspectiva, é viável a utilização do conceito de valor e de sua respectiva cadeia, que se aproxima do conceito do *Supply Chain*;
- Aprendizado e crescimento - se direciona na direção da obtenção de recursos humanos e sua respectiva estrutura, obviamente necessárias para o sucesso organizacional. A questão da Gestão do Conhecimento pode se configurar, mais modernamente, como uma direção a ser considerada; e,
- Processos de negócios internos - considerado cada vez mais como a tendência da organização do futuro (GONÇALVES, 2000), que com a sofisticação das soluções de TI – Tecnologia da Informação, se mostram como ferramentas que tornam as empresas flexíveis, enxutas e voltadas para uma teleologia que as tornam mais competitivas.

Estas dimensões, no entanto, possuem um peso específico que corresponderia, na visão de Kaplan, à participação de cada dimensão na realização estratégica da empresa.

A questão, entretanto, é que o modelo proposto pelo autor procura estabelecer parâmetros para uma mensuração completa, sistêmica ou, como querem alguns autores, uma visão holística da organização. Conforme dito anteriormente, esta proposta pretende entender a organização como um todo, a partir de pesquisas realizadas na década de oitenta. Pode-se entender, portanto, que os valores de ponderação propostos correspondem a uma visão média da pesquisa e correspondente à época de sua realização.

Num universo de mudanças como se caracteriza a atualidade, muitas coisas se transformaram e é preciso que se façam alterações nos parâmetros empíricos obtidos em tempos anteriores. Esta é uma questão que deve ser discutida de maneira a tornar o processo mais flexível e adequado à realidade atual.

A Figura 22 – As Ponderações de Kaplan, mostram graficamente de que maneira pode ser visualizada, quantitativamente, a participação das dimensões no planejamento, realização e mensurações estratégicas, a partir de pesquisa empírica (KAPLAN, 2000).

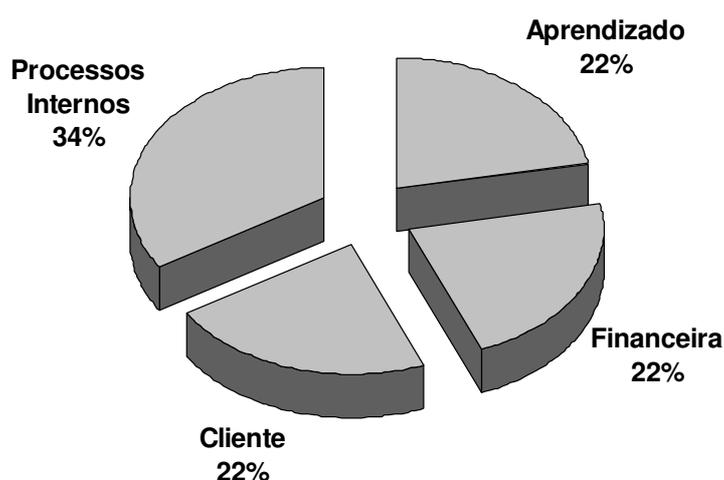


Figura 22 - As ponderações de Kaplan

Além das considerações apresentadas quanto à tempestividade da proposta, há de se considerar também que as empresas apresentam especificidades que não permitem que elas se enquadrem impunemente num esquema genérico sem algum tipo de perda.

É necessário que se perceba de que maneira a questão da ponderação afeta a medida final proposta. É por esta razão que a utilização da ponderação no método *balanced scorecard* de Kaplan permite que a ponderação seja estabelecida de acordo com os interesses estratégicos buscados pela empresa.

Na seção seguinte será discutido de que maneira a metodologia de Kaplan poderá ser aplicada ao modelo, de modo a se estabelecer uma possibilidade de mensuração do processo.

### **6.8 Um indicador único de mensuração**

No presente caso, a metodologia de Kaplan será adaptada para o uso logístico de definição e otimização de uma cadeia *Supply Chain*, ou seja, utilizar uma ferramenta que permita uma abrangência maior e, principalmente, possibilite a substituição de diversas variáveis por apenas uma, dentro de um contexto desejado.

Especificamente serão utilizadas na concepção atual de uma estrutura de mensuração de desempenho do tipo *balanced scorecard*, as cinco dimensões propostas na seção 6.7, ou seja, a funcionalidade da cadeia logística, de maneira que se possa estabelecer uma única dimensão capaz de representar todas as demais.

No tratamento que será estabelecido para o modelo, não serão detalhados os parâmetros que compõem as dimensões ou perspectivas já estabelecidas. Um detalhamento desta questão, no entanto, não será difícil, uma vez que a metodologia de Kaplan permite que se faça, observando o mesmo processo de estruturação, a composição das variáveis que definem a dimensão.

Eventual detalhamento das variáveis, discriminando-se as subvariáveis também é possível, de modo a se estabelecer uma verdadeira estrutura matemática do processo como um todo.

A estrutura busca, portanto, estabelecer uma única dimensão que seja representativa das demais perspectivas. Esta única dimensão pode ser representada, na falta de outra melhor, como  $f(\Phi)$ , a função *phi*.

A otimização da  $f(\Phi)$  se fará, portanto, conforme já descrito anteriormente, pela somatória de máximos e mínimos das cinco dimensões estabelecidas.

Entretanto, ao se estabelecer uma estrutura de variáveis, existem dois problemas a ser resolvidos: a questão do sentido das dimensões e compatibilidade dimensional das perspectivas.

A Figura 23 – Otimização da  $f(\Phi)$  – procura mostrar de que maneira a otimização da variável única se fará, considerando o sentido das dimensões.

$$\max f(\Phi) = \min f(LTi) + \max f(VLi) + \min f(DTi) + \min f(CTi) + \max f(QTi)$$

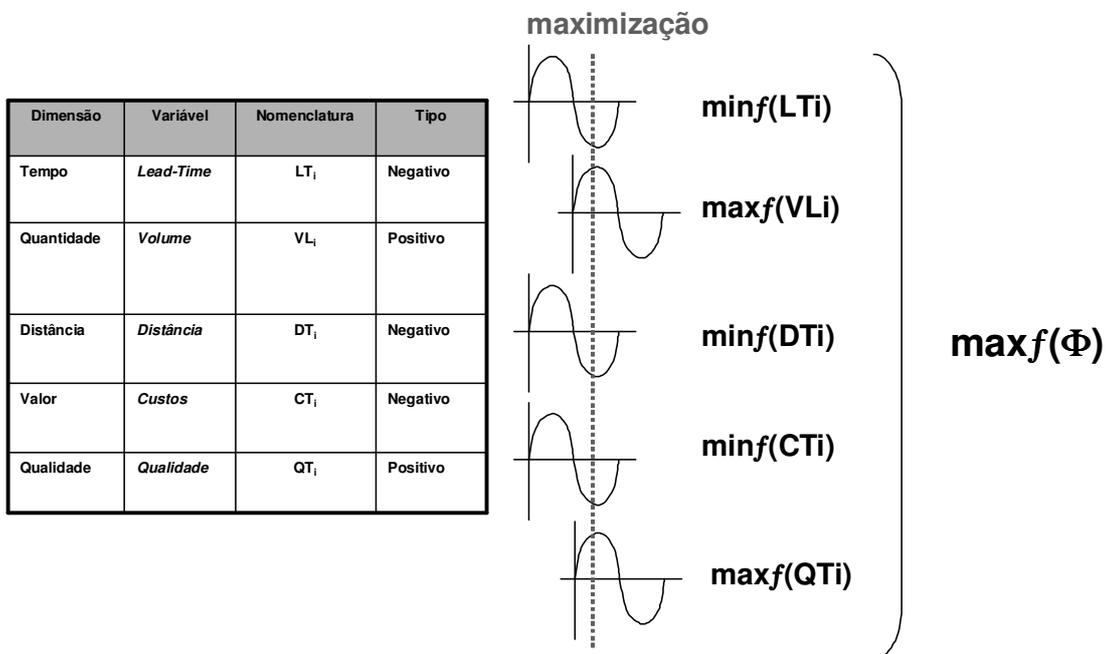


Figura 23 – Otimização da  $f(\Phi)$

fonte: elaborado pelo autor

O segundo destes problemas, a compatibilidade dimensional, pode ser tratada se for efetivada uma conversão do fator de sua dimensão original para um sistema de índices, que tem uma perspectiva adimensional.

Neste sentido, há a necessidade, para o que o modelo tenha uma adesão maior à prática, que existam várias opções para a dimensão, de modo a se estabelecer uma metodologia própria para o cálculo do índice.

Entretanto, para o cálculo do índice há um entrave representado pelo segundo tipo de problema, ou seja, o sentido da dimensão. Assim, há de se considerar que determinadas dimensões otimizam o processo como um todo quando se apresentam com valor máximo (como, por exemplo, volume transportável e qualidade), enquanto outras (como custos, *lead-time* e distância) acontecem no sentido inverso.

Num sentido geral, a obtenção de um índice é dada pela relação entre a informação em destaque e a média das opções. Matematicamente a expressão genérica do cálculo de um índice pode ser representada da seguinte maneira:

$$I_i = \frac{\text{variável}}{\text{Média da variável}} \times 100$$

É preciso, desta forma, que se estabeleçam algumas pequenas regras para se fixar uma compatibilização entre o sentido das dimensões e a otimização do indicador resultante. A fórmula se inverte quando o sentido da dimensão é negativo, ou seja, o mínimo da dimensão é que maximiza a  $f(\Phi)$ , permanecendo em seu sentido geral quando o mesmo for positivo.

Do ponto de vista dos valores alcançados pelos índices, é preciso se considerar que o maior sucesso da otimização acontece quando há um número maior de alternativas, já que a base do processo de otimização acontece a partir da média das possibilidades.

Numa visão mais dinâmica, o modelo pode ser utilizado em duas situações: na montagem de uma rede *Supply Chain* e, segundo, na otimização

de uma rede *Supply Chain* já existente. Em ambas situações, é possível a existência, nos nós da cadeia, de alternativas.

Estas possibilidades múltiplas é que tornam, numa visão de otimização, o processo mais factível. Entretanto, a não existência de alternativas permite que se perceba o gargalo do processo, de tal maneira a se efetuar uma simples e convencional intervenção no elo fraco, com o fim de otimizá-lo e, assim, otimizar a cadeia *Supply Chain* como um todo.

A Figura 24 – As Fórmulas de Cálculo da Dimensão Única, mostram de que maneira a fórmula geral de cálculo dos índices se adequa aos sentidos inerentes a cada dimensão.

$$f(\Phi) = \text{scorecard}$$

dimensão	variável	tendência	média	Calculo do Índice
Tempo	$LT_i$	↙	$LT_m = \Sigma LT_i / i$	$I_{LT} = (LT_m / LT_i) * 100$
Quantidade	$VL_i$	↘	$VL_m = \Sigma VL_i / i$	$I_{VL} = (VL_i / VL_m) * 100$
Distância	$DT_i$	↙	$DT_m = \Sigma DT_i / i$	$I_{DT} = (DT_m / DT_i) * 100$
Valor	$CT_i$	↙	$CT_m = \Sigma CT_i / i$	$I_{CT} = (CT_m / CT_i) * 100$
Qualidade	$QL_i$	↘	$QL_m = \Sigma QL_i / i$	$I_{QL} = (QL_i / QL_m) * 100$

Figura 24 – As Fórmulas de Cálculo da Dimensão Única

fonte: elaborado pelo autor

Na próxima seção será tratado de que maneira a utilização da metodologia do *Balanced Scorecard* pode permitir a adequação do modelo às linhas estratégicas definidas pelas empresas.

### 6.9 A adequação estratégica do Modelo

Num processo de adaptar o modelo às necessidades estratégicas das empresas que possam vir a utilizar a metodologia, a chave está na utilização de ponderações diferentes que reflitam as prioridades institucionais ou estratégicas de cada empresa.

Desta maneira, a realização do processo de planejamento estratégico deverá contar, em sua elaboração, com a definição de quais ferramentas estratégicas que serão priorizadas. Estas ferramentas correspondem, na percepção logística, na ênfase de uma ou mais das cinco dimensões propostas anteriormente.

O significado prático desta colocação é que a empresa deverá estabelecer, no seu planejamento estratégico, uma espécie de *mix* dimensional para sua atuação institucional na área de logística. A única regra para a definição deste composto é que a somatória das ênfases será sempre 100%.

Assim, numa empresa indefinida, onde não há um foco de atuação estratégica, ter-se-ia a participação das cinco dimensões ponderadamente igual a 20%. Esta empresa, portanto, enfeixaria sua atuação de uma maneira indiferenciada quanto a custos, qualidade, agilidade, volume ou distância.

Já um processo estratégico de busca de diferenciais procurará, de alguma maneira, definir uma das dimensões como prioritária, sendo a ferramenta estratégica. Dentro da postura proposta por Porter (1986), por exemplo, poderá se posicionar como uma empresa diferenciada, buscando enfatizar a qualidade, ou rapidez, por exemplo.

Se a empresa quiser se posicionar como líder de preços, a dimensão que deverá ser enfatizada será a dos custos logísticos, o que será obtido graças à utilização de um peso percentual maior.

Entretanto, no que pese esta aparente objetividade na condução destes “*drivers*”, é necessário que se diga que a dosagem (percentual da ponderação) é uma atividade de natureza subjetiva, onde a percepção e a intuição cumprem seus papéis.

A Figura 25 – A Ponderação Estratégica de  $f(\Phi)$  – procura mostrar, graficamente, de que maneira acontece o processo de incorporação do planejamento estratégico na definição da  $f(\Phi)$ .

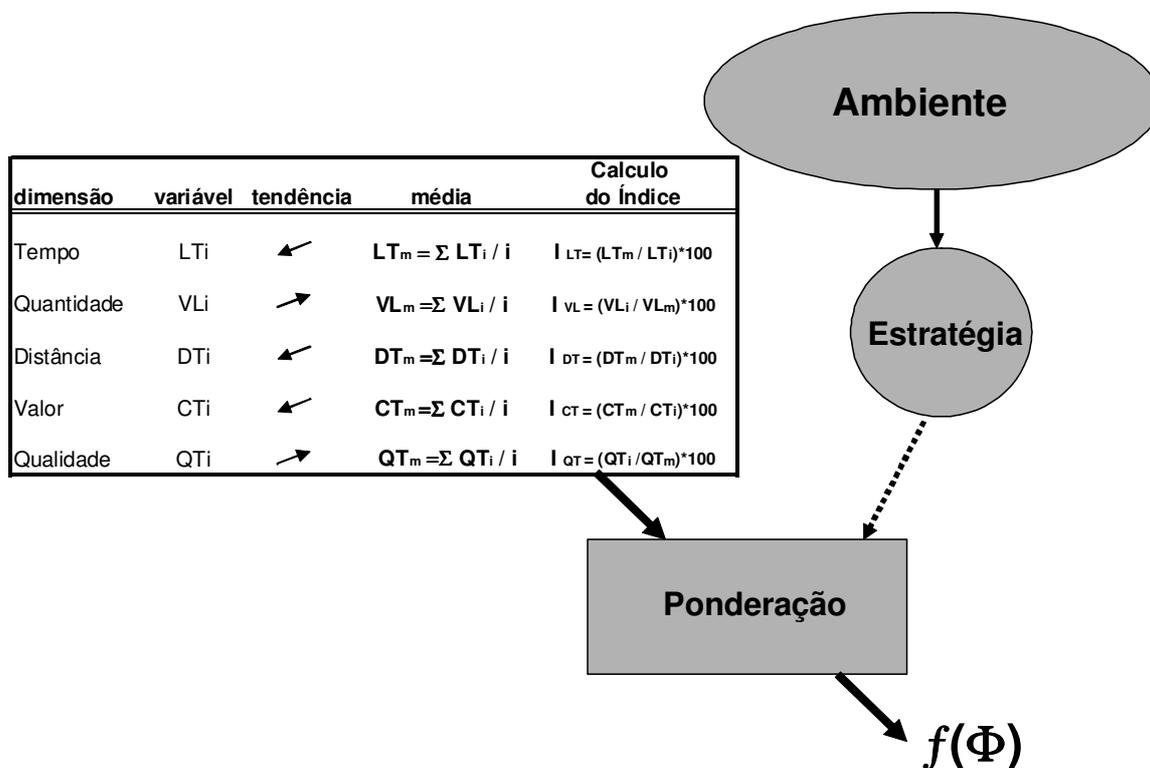


Figura 25 – A Ponderação Estratégica de  $f(\Phi)$

fonte: elaborado pelo autor

Na próxima seção será tratada a maneira pela qual se processará a otimização da cadeia logística através da utilização do processo TOC de eliminação de restrições.

### 6.10 A otimização do *Supply Chain* pela metodologia TOC

O último passo para a definição do modelo proposto é, após a aferição do resultado global da cadeia logística e de seus elos, aplicar o método TOC dos cinco passos, conforme já mencionado anteriormente.

A Figura 26 – Fluxograma do Processo TOC no Modelo –, apresentada a seguir, permite uma visualização gráfica e compreensiva do processo como

um todo. Neste sentido, é preciso que se perceba que a agregação deste módulo no modelo é que permitirá, através de sucessivas iterações, que a otimização da estrutura da cadeia logística possa ser feita.

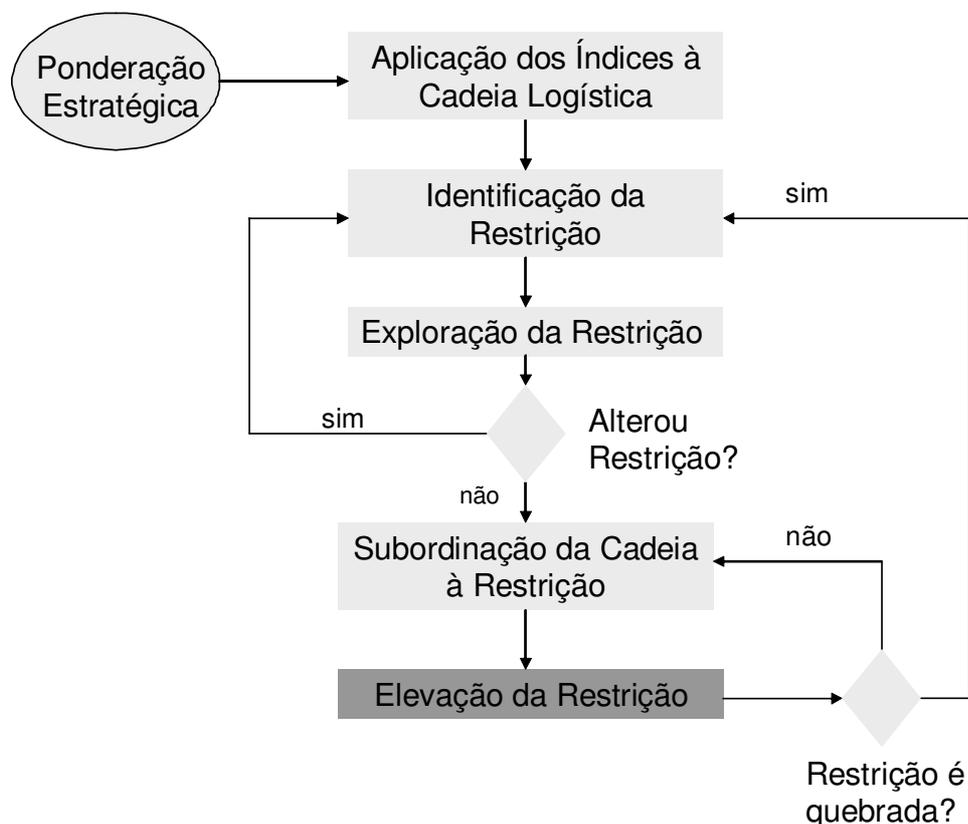


Figura 26 – Fluxograma do Processo TOC no Modelo

fonte: elaborado pelo autor

Porém, como se percebe pela figura apresentada, há necessidade, antes de se iniciar o processo de cinco passos de otimização da cadeia, estabelecer as informações básicas do contexto, onde está inserida a cadeia logística, objeto de análise.

Além das informações diretamente relacionadas com a estrutura da cadeia, isto é, com os elos que definem a rede, há também a necessidade de se obter informações adjacentes à cadeia logística, objeto de estudo.

Estas informações são indispensáveis para que se possam ter opções quando se aplica o processo de otimização e que pode resultar,

eventualmente, em se estabelecer elos diferentes e alternativos aos elos originais.

Estas informações devem ser relacionadas através de um sistema de ponderações que, refletindo as ênfases estratégicas, conforme referido na seção anterior, formam um valor único que reflete “o estado global” de um elo, conforme as propostas de Kaplan.

A Figura 27 - Sistema de Definição de  $f(\Phi)$  – resume a maneira pela qual esta sistemática acontece.

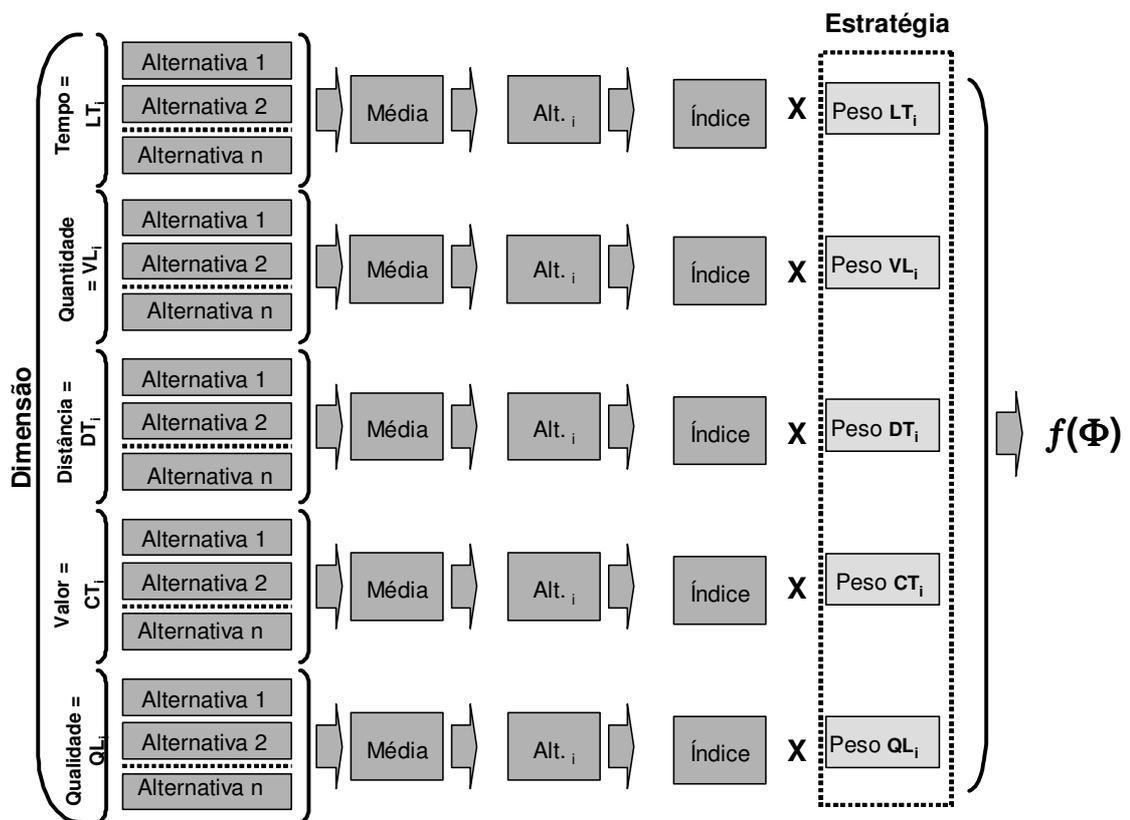


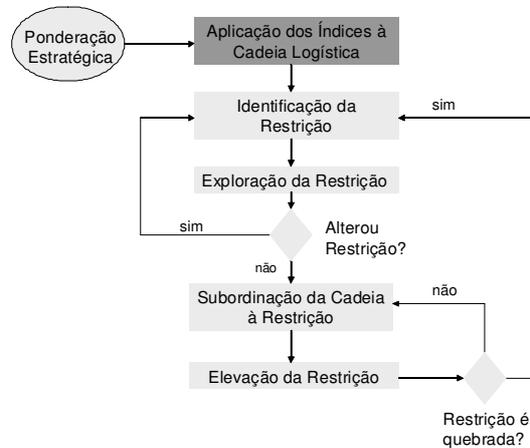
Figura 27 – Sistema de Definição de  $f(\Phi)$

fonte: elaborado pelo autor

Definidos então os valores a serem trabalhados, é possível a construção do processo de otimização de cadeias proposto pela Teoria das Restrições.

A Figura 28 – Aplicação dos Índices à Cadeia Logística, procura mostrar graficamente, dentro de uma série de figuras, o processo de otimização que é objeto de discussão nesta seção. A figura anterior mostrou de

que maneira estes índices são obtidos, enquanto a seguinte procura evidenciar a inserção destes índices na cadeia.



## Aplicação dos Índices à Cadeia Logística

$f_{E_1}(\Phi)$   $f_{P_1}(\Phi)$   $f_{E_2}(\Phi)$   $f_{P_2}(\Phi)$   $f_{E_3}(\Phi)$   $f_{P_3}(\Phi)$   $f_{E_4}(\Phi)$   $f_{P_4}(\Phi)$

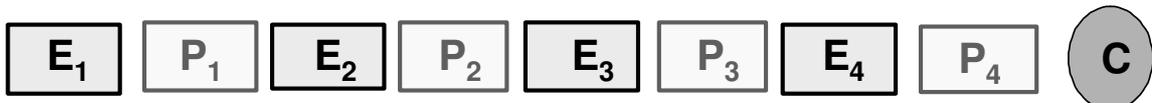


Figura 28 – Aplicação dos Índices à Cadeia Logística

fonte: elaborado pelo autor

Neste sentido, após a aplicação dos índices aos elos da Cadeia Logística, o processo TOC começa (GOLDRATT, 1997) com a **identificação da restrição**, de modo a estabelecer qual o elo responsável pelo desempenho global da cadeia. De modo geral, o elo mais frágil da cadeia condiciona todo o sistema considerado.

Isto pode significar que, numa cadeia logística, um determinado estrangulamento, seja de fornecimento, transporte ou capacidade de armazenamento, pode ser responsável pelos níveis de atuação de toda a cadeia logística.

A Figura 29 – Identificação das Restrições da Cadeia Logística, permite verificar de que maneira, numa visão esquemática, se destaca o elo restritivo da cadeia, da mesma forma que prepara terreno para a próxima etapa do processo.

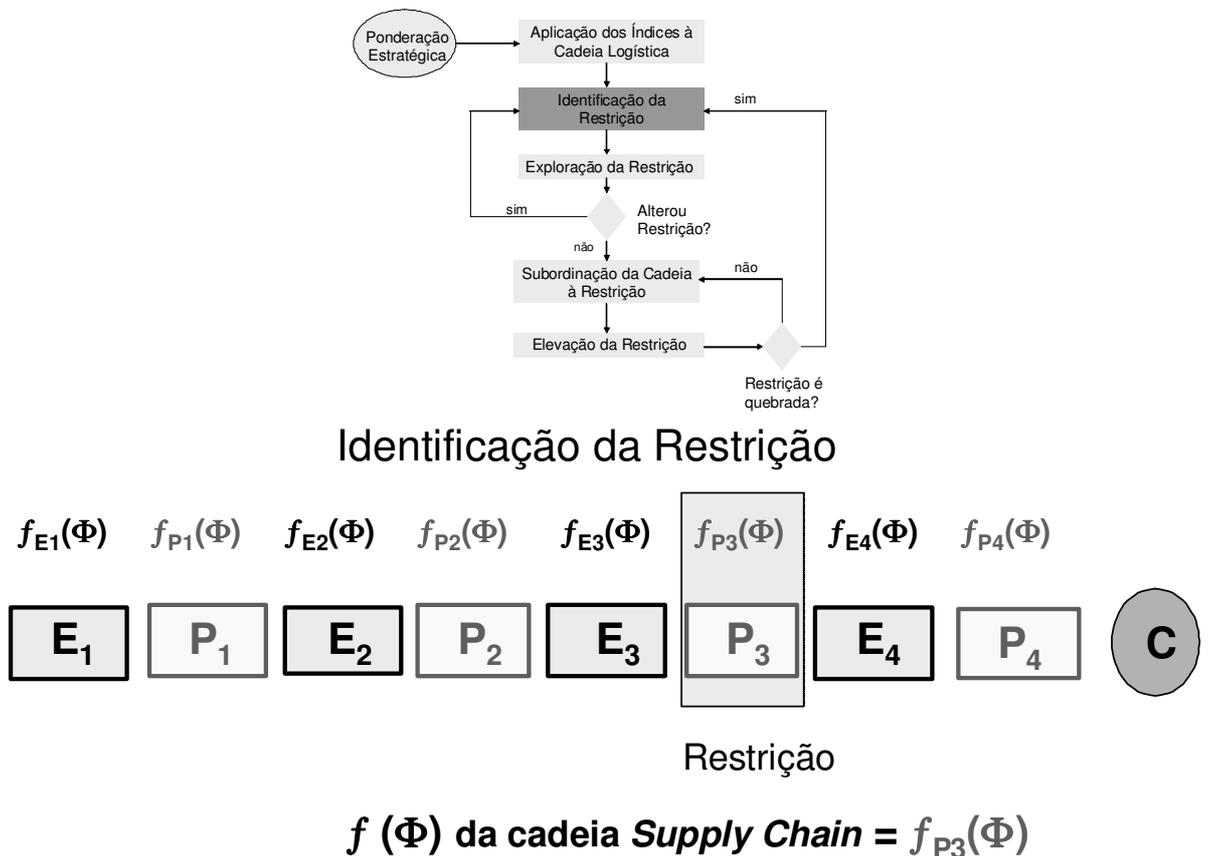


Figura 29 - Identificação das Restrições da Cadeia Logística

fonte: elaborado pelo autor

O passo seguinte da metodologia TOC é a decisão de **como a restrição pode ser explorada**, ou seja, de que maneira se pode atuar no elo restritivo e quais são as conexões que o mesmo possui com os demais da cadeia. Isto pode significar que deve ser estudado de que maneira esta restrição pode ser, de alguma forma, otimizada, ou seja: como esta restrição pode ser tornada menos severa?

Esta exploração pode acontecer em diversas direções. Pode-se, por exemplo, diferenciar os produtos a serem processados ou transitados pelo elo

restritivo, dando preferência aos produtos mais rentáveis, permitindo, desta forma, a maximização do lucro. Outra direção diz respeito à extensão dos períodos de trabalho ou eliminação de interrupções, ou paradas técnicas, como por exemplo, tempos de *setups*.

Por fim, a utilização de conceitos executivos de qualidade, onde o processo pode ser aperfeiçoado, de maneira a eliminar produtos perdidos resultantes de entradas mal conformadas ou processamentos defeituosos, que têm como resultado final uma menor produtividade, já que a medida de produtividade leva em consideração apenas os exsumos qualificados (COX e SPENCER, 2002).

A Figura 30 – A Exploração da Restrição procura mostrar, através de um ideograma, a maneira pela qual esta etapa do processo TOC acontece.

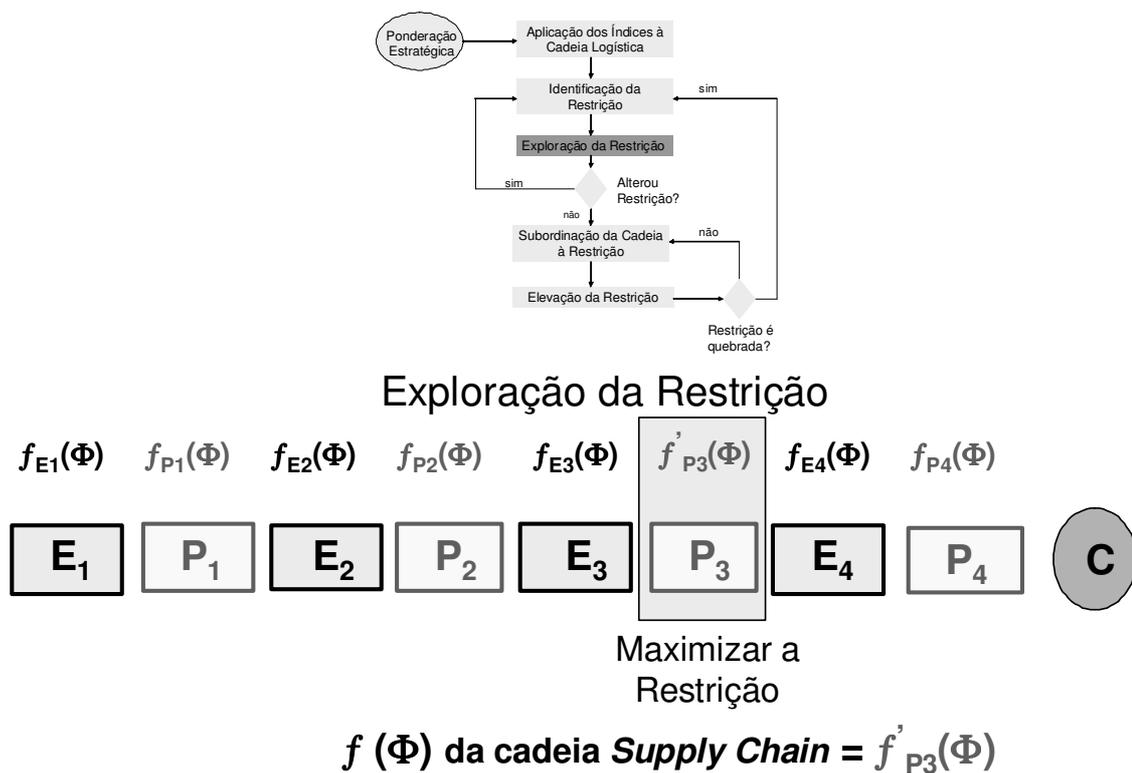


Figura 30 – A Exploração da Restrição

fonte: elaborado pelo autor

Este passo é bastante importante, uma vez que se sabe que um elo restritivo se torna a medida máxima de desempenho do sistema como um todo.

O terceiro passo é, dentro desta perspectiva, a **subordinação de toda a cadeia ao passo anterior**, ou seja, do desempenho do elo restritivo explorado ao máximo.

Esta medida tem como propósito eliminar desperdícios, baixar custos e, principalmente, diminuir estoques. Qualquer nível de atividade na rede, acima do máximo estabelecido pelo elo restritivo, constitui-se desperdício.

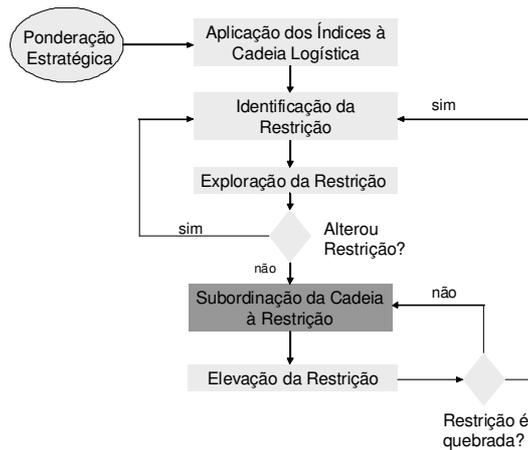
Embora do ponto de vista da racionalidade esta medida possa ser irrefutavelmente defendida, ela se constitui numa medida que exige muita coragem dos executivos que queiram implementá-la. Isto significa que eventuais elos produtivos ou com características positivas devam ser “podados” em função de um elo restritivo que, às vezes, está muito distante do elo em foco.

Esta situação ocorre porque as mensurações nesta situação devem deixar de ser individuais para ser sistêmicas, o que implica em condicionamentos remotos que podem estar além da compreensão dos supervisores e operadores locais.

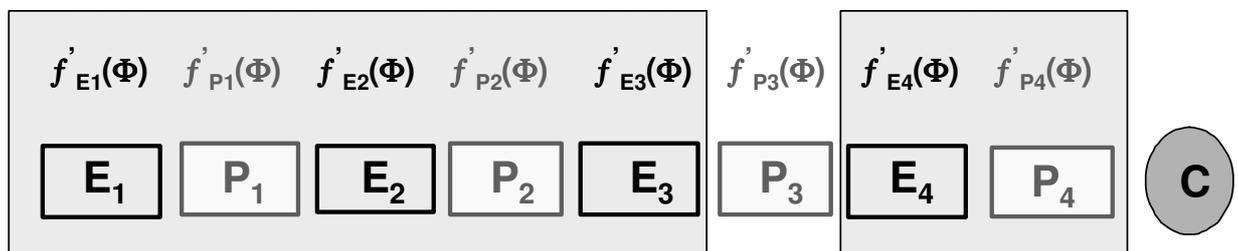
Outro problema que pode acontecer nesta situação diz respeito aos custos do elo, que face às restrições, pode ter sua escala diminuída, o que significa que do ponto de vista da contabilidade de custos tradicional, possa haver prejuízos locais. Numa visão mais abrangente, no entanto, será possível verificar que os ganhos sistêmicos serão maiores.

Por fim, algumas situações excepcionais podem acontecer neste contexto, como por exemplo, remunerações variáveis de recursos humanos locais relacionadas com a produção ou produtividade e que, numa subordinação da cadeia à restrição, pode ocasionar perdas que devem ser resolvidas de alguma maneira.

A Figura 31 – Ideograma da Subordinação da Cadeia à Restrição – mostra de maneira gráfica como este processo acontece.



### Subordinação da Cadeia à Restrição



$$f(\Phi) \text{ da cadeia } Supply \text{ Chain} = f'_{P3}(\Phi)$$

Figura 31 – Ideograma da Subordinação da Cadeia à Restrição

fonte: elaborado pelo autor

O quarto passo é, dentro da lógica já delineada, a **elevação da restrição definida**. Isto significa que se deve buscar através de atitudes mais radicais, tais como elevação de investimentos, trocas de tecnologia, etc, o aumento de desempenho do elo restritivo.

Cumpra ressaltar que esta etapa pode ser confundida com a etapa de exploração da restrição. Há, no entanto, uma diferença significativa. Na etapa da exploração, há todo um processo de racionalização dos recursos existentes, se estabelecendo medidas que são, de modo geral, de natureza gerencial.

Nesta presente etapa, significa, sobretudo, a definição de novos investimentos que permitam a elevação da capacidade instalada a partir de agregação de novos recursos produtivos às custas de novos investimentos.

É claro que nestas circunstâncias estes investimentos devem ter seus estudos de viabilidades atrelados a um contexto mais amplo do que o mero elo em consideração, ou seja, a viabilidade está relacionada com o ganho da cadeia como um todo, já que este elo está condicionando toda capacidade de desempenho do conjunto.

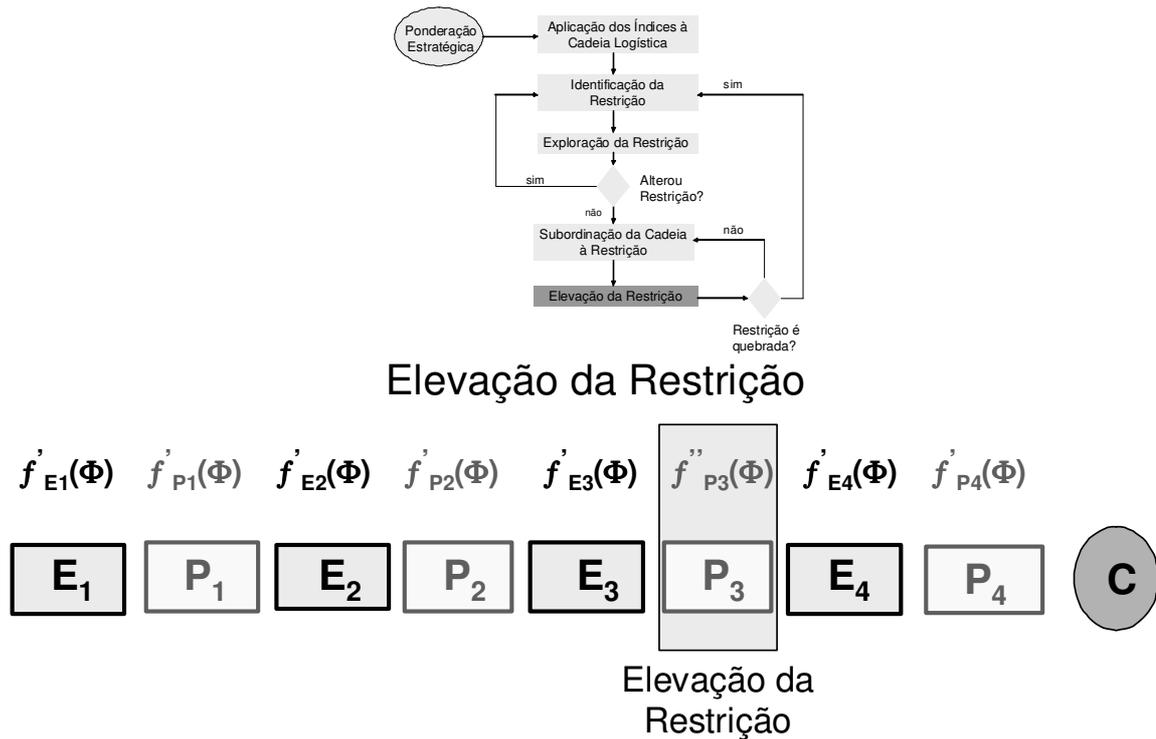
Deve-se mencionar, no entanto, que a idéia central de novos investimentos não pode se configurar como caminho único para a resolução desta etapa do processo. Algumas soluções alternativas podem ser implementadas, criando o espaço de elevação da restrição.

Uma destas alternativas encontra-se na decisão executiva de terceirizar serviços ou produção, de maneira que, na prática, se obtém uma elevação da restrição.

Na área de logística, esta é uma solução bastante utilizada, já que os serviços logísticos, proporcionados pelos chamados operadores logísticos, têm uma tradição já consolidada deste tipo de alternativa para a solução de problemas de capacidade, tempo e demais dimensões já mencionadas.

Entretanto, conforme já discutido anteriormente, esta decisão envolve questões de natureza estratégica que são, em última análise, vinculadas ao próprio objetivo deste trabalho.

A Figura 32 – A elevação da Restrição, a exemplo das figuras anteriores, procura transmitir a idéia gráfica de como este processo acontece, principalmente levando em consideração as etapas anteriores, conforme as figuras que antecedem sugerem.



$$f(\Phi) \text{ da cadeia } \mathbf{Supply Chain} = f''_{P_3}(\Phi)$$

Figura 32 – A Elevação da Restrição

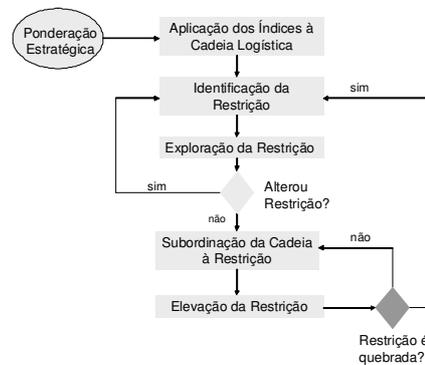
fonte: elaborado pelo autor

Cumprida esta medida, significa que a cadeia logística passa a ter uma nova configuração, com capacidade ou desempenho maior que a situação original. Significa, também, que a nova estrutura pode ter, agora, uma nova restrição.

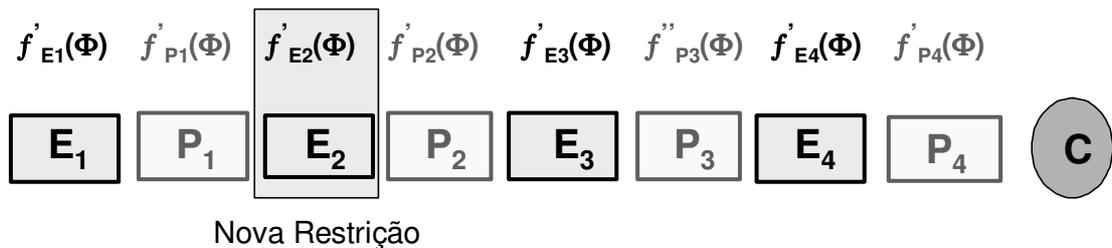
De certa maneira caracteriza uma espécie de novo início, onde o processo começa novamente, apenas que desta vez, em um outro patamar de restrição. Assim, é necessária uma nova iteração, onde todas as etapas são cumpridas outra vez, permitindo, desta maneira, a caracterização de um processo.

A lógica do processo permite repassar, dito desta maneira, os elos a cada iteração, de forma a estabelecer sucessivas aproximações até o limite do infinito, quando se supõe, há a perfeita interação entre os elos.

Esta possível nova situação é mostrada, como idéia, na Figura 33 – Uma nova Restrição - onde é possível a verificação de volta a etapas anteriores.



Identificação da Nova Restrição, ou...



$$f(\Phi) \text{ da cadeia } \mathbf{Supply Chain} = f''_{E2}(\Phi)$$

Figura 33 – Uma nova Restrição

fonte: elaborado pelo autor

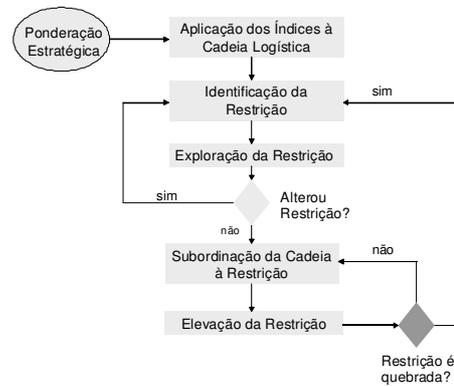
Esta situação remete, portanto, ao quinto passo da metodologia de resolução de problemas da Teoria das Restrições, que propõe uma outra análise da cadeia, ou a volta ao primeiro passo, com uma **nova identificação de restrição**.

Pode ocorrer, entretanto, que embora tenha havido elevação da restrição, não aconteça mudança de elo restritivo. Nesta situação, não há necessidade de voltar ao início do processo, de modo a facilitar o mesmo.

Basta, nesta situação, um trabalho de nova subordinação da cadeia ao antigo elo restritivo, só que desta vez, em uma dimensão maior. Os procedimentos são semelhantes aos verificados anteriormente, porém,

verificando-se que a restrição se encontra num patamar mais elevado, o que ensejaria, portanto, a possibilidade de nova elevação da restrição.

A Figura 34 – Nova Subordinação da Cadeia à Restrição - procura mostrar esta situação de uma maneira gráfica.



### Nova Subordinação da Cadeia à Restrição

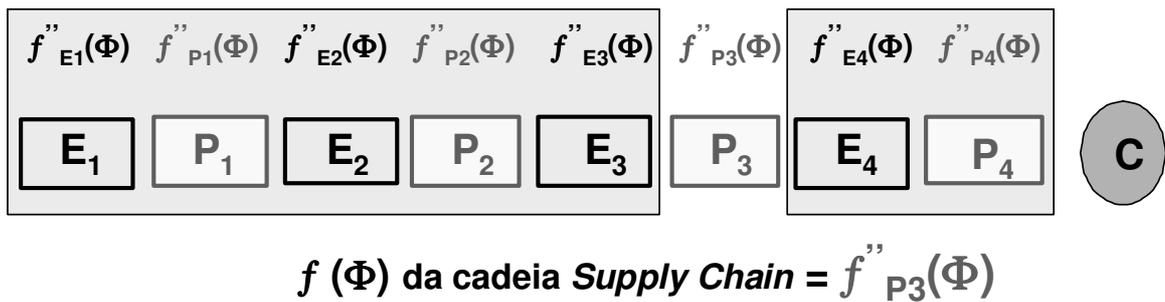


Figura 34 – Nova Subordinação da Cadeia à Restrição

fonte: elaborado pelo autor

Ao longo desta seção se procurou mostrar de que maneira o modelo proposto é construído a partir desta metodologia de otimização propugnada pela Teoria das Restrições.

Este conjunto de medidas permite a inferência que a metodologia TOC não é um fim em si mesma, caracterizando, outrossim, um processo de otimização que não teria, teoricamente, limite para término. O número de iterações do processo de otimização seria infinito, a partir da constatação lógica que sempre existiria uma restrição.

Aliada a esta metodologia TOC, existe um conjunto de nove regras que norteiam a visão do problema a ser resolvido através do que no Brasil se chamou de Gerenciamento das Restrições - GDR ou GR. Deve-se observar que estas regras são fundamentalmente orientadas para a manufatura, e no caso presente deverão ser adaptadas para uma abordagem logística. São elas:

- Balancear o fluxo e não a capacidade;
- As restrições determinam a utilização onde não é gargalo;
- A ativação não é igual à utilização de um recurso;
- Uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro;
- Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma miragem;
- Os gargalos governam o volume de vendas e o inventário;
- O lote de transferência não deve ser sempre igual ao lote de produção;
- O lote de produção deve ser variável e não fixo; e,
- Executar um programa examinando todas as restrições simultaneamente.

O **lema** destas regras é: A somatória dos ótimos individuais ou locais não é igual ao ótimo global (MOURA, 1992).

No modelo proposto, no entanto, existe a possibilidade, após a reconfiguração do elo restritivo, de se encaminhar para uma nova alteração de identificação do elo restritivo e de uma nova análise, dentro da visão tradicional da metodologia TOC, ou então, para uma reconfiguração estrutural da cadeia logística e, portanto, uma alteração de natureza estratégica. A primeira alternativa prevê a realimentação do processo no nível logístico, enquanto a segunda se alinha dentro do nível estratégico.

Portanto, o término do processo sugerido no modelo proposto significa, através de uma retroalimentação, o reinício do processo como um todo. A decisão de alteração sugerida pelo *feed back*, seja de natureza estratégica ou operacional, está relacionada com a magnitude da alteração sugerida.

É interessante se notar que a metodologia TOC é muito enfatizada no aspecto operacional e que o modelo ora proposto está relacionado a uma percepção estratégica, na medida em que a reconfiguração da cadeia logística, em seus aspectos estruturais, quase corresponde a uma alteração estratégica.

Por outro lado, a ampliação do campo de atuação da metodologia TOC de otimização, que originalmente se destina a pequenas cadeias produtivas dentro de uma planta de trabalho, para uma cadeia muito mais ampla, do estilo *Supply Chain*, leva naturalmente também para a ênfase estratégica.

### **6.11- Adequação do Modelo a Situações Reais**

A construção de um modelo é marcada fundamentalmente pela utilização de conceitos teóricos, de tal maneira que permita que o modelo concebido possua coerência racional, técnica e sistêmica.

Entretanto, nem sempre as simplificações ou conteúdos teóricos que marcam a construção do modelo permitem a perfeita aplicabilidade do modelo na vida empresarial comum, sem que haja adaptações ou simplificações que permitam a adequada utilização com resultados do modelo.

No caso específico do modelo agora definido, as dificuldades se colocam no problema que talvez seja um dos maiores desafios da Logística na atualidade: a questão da mensuração de resultados ou indicadores.

Conforme se poderá examinar na simulação levada a efeito, o modelo partiu da existência de um universo de opções, sem se questionar a maneira de obtenção destas informações.

Considerando as dimensões propostas, algumas delas necessitam de informações que são de difícil obtenção, como o caso de informações sobre custos, nível ou conceito de qualidade e *lead-times*.

Com relação à primeira dimensão, a questão de custos envolve em primeiro lugar a definição da abordagem e metodologia a ser usada para definição dos custos envolvidos.

Trata-se de uma questão bastante complexa, principalmente no que diz respeito ao tratamento que poderá ser dado aos custos fixos. Esta definição envolve principalmente critérios ou julgamentos que podem não ser universalmente aceitos.

Com relação aos custos ainda existem outras limitações que dizem respeito às influências ambientais sobre o desempenho, o que, de alguma maneira, indica que a percepção determinística de custos possui limitações ou simplificações significativas.

Ao se tratar, portanto, das indicações de custos, deve-se tomar estas informações do ponto de vista probabilístico. O significado desta colocação é que, reafirmando, os valores tomados como determinísticos são, na realidade valores probabilísticos e que devem ser vistos com as devidas cautelas com relação a sua validade.

Determinados procedimentos, no entanto, podem ser tomados. Um deles é a mensuração de vários períodos de certas informações mais voláteis, como os custos, as qualidades e o *lead times*. Isto significa que há possibilidade de se estabelecer diferenciação entre as componentes fixas destas e as variáveis.

À falta de percepção de variáveis independentes, pode-se utilizar a variável tempo como simples indicador de tendências.

A Figura 35 – Decomposição das Variáveis permite a observação de como é possível decompor as variáveis ao longo do tempo, utilizando-se de valores médios ou de inferências para alimentar o modelo.

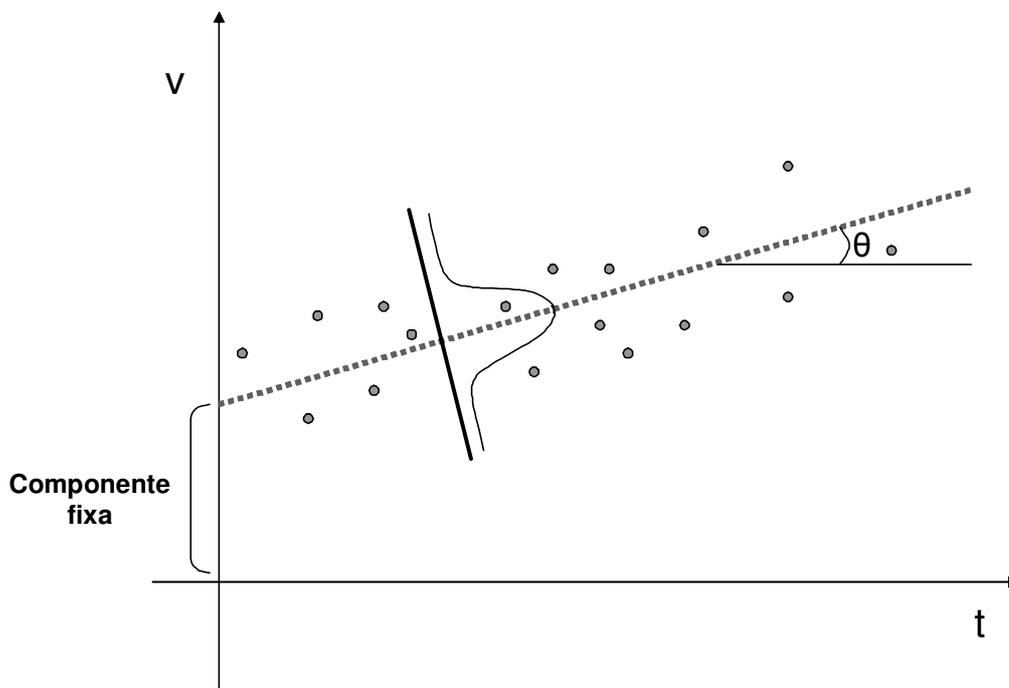


Figura 35 – Decomposição das Variáveis

fonte: elaborado pelo autor

Desta maneira, é possível a utilização de valores obtidos através de tratamento estatístico, como a inferência, de modo a se ter valores mais estáveis ou um determinado valor associado a uma probabilidade. Esta possibilidade pode resultar em uma área de desenvolvimento da TOC, envolvendo um universo estocástico.

Outra dificuldade diz respeito, como já se mencionou, que eventuais alterações para o processo de otimização implicam em modificações de natureza estrutural, ou seja, com mudanças de fornecedores, processadores ou distribuidores. Fica claro, portanto, que estas alterações são de significado estratégico e, portanto, de difícil execução, envolvendo negociações e demandando tempo.

Em termos práticos, isto pode significar que o instrumental proposto poderá servir como mecanismo de pressão em eventuais negociações com os

elos que devam ser mudados. Neste sentido, a revelação dos resultados de simulações pode se mostrar como instrumento de persuasão para processos de mudanças e melhoria de elos sob foco.

Por fim, a utilização do modelo ora proposto pode ser de adequada utilidade se seus resultados forem considerados como objeto de *benchmarking* interno, isto é, se os resultados de otimização alcançados forem considerados como possibilidades a serem alcançadas.

Neste *benchmarking* interno, os valores otimizados podem ser estabelecidos como propósitos teleológicos, onde a organização se espelhará com o propósito de se alterar visando sua melhoria.

Desta maneira, como num processo simbiótico, cada alteração decorrente de ganhos ou melhorias significará que o modelo poderá ser atualizado, de maneira a permitir uma nova iteração do processo, estabelecendo uma ferramenta quase que em tempo real de atuação, onde as alterações são imediatamente incorporadas ao *status* atual, permitindo a geração de um novo objetivo em termos de resultados e estrutura da cadeia logística.

Este é, em síntese, o modelo proposto para a otimização de uma cadeia logística através do uso da metodologia TOC, como proposto nas páginas iniciais.

No capítulo seguinte, TESTE DO MODELO, se procurará estabelecer as condições e os resultados objetivos para se avaliar se, através do teste proposto, é possível comprovar a hipótese de trabalho estabelecida anteriormente.

## 7. TESTE DO MODELO

O presente capítulo tem como propósito apresentar os resultados alcançados na realização dos testes preconizados anteriormente, no capítulo 5 – METODOLOGIA APLICADA, seção 5.3 – Metodologia de Verificação, com o fim de observar se eles atendem os requisitos para comprovar a hipótese proposta no capítulo 3 - OBJETIVOS, HIPÓTESES E LIMITAÇÕES.

Este propósito corresponde, portanto, à verificação da proposta no início do trabalho. A proposta de teste estabelecida é a de verificar o modelo criado segundo a dimensão quantitativa, ou seja, corresponde a uma verificação dos resultados obtidos através de simulação do modelo, de maneira a se comprovar a aplicabilidade da metodologia TOC de otimização de resultados.

A outra dimensão corresponde à análise qualitativa do modelo, a ser obtida a partir de discussão estruturada com profissional atuante na área, de modo a verificar se questões relativas à racionalidade, aplicabilidade e de eventuais alterações e aperfeiçoamentos que possam ser aplicados à proposta, de maneira a melhorar, em outras versões futuras do modelo, sua adequação à realidade.

A junção destas duas perspectivas é de destacada importância, uma vez que, embora o teste seja apenas na dimensão quantitativa, a avaliação de uma dimensão diferente, que envolve premissas diferentes, permitirá a produção de uma síntese mais adequada para a conclusão.

Desta maneira, o capítulo atual é dividido em três seções, correspondendo cada uma, respectivamente, à descrição da simulação e resultados obtidos, à sumarização da entrevista com o profissional da área e suas conclusões e recomendações e, por fim, aos comentários gerais

associados ao trabalho de comprovação do teste e aperfeiçoamento do modelo e de conclusões atinentes exclusivamente ao processo de testes.

### **7.1 A simulação quantitativa do modelo**

Para a verificação da dimensão quantitativa, foi realizada uma simulação utilizando-se o modelo construído no capítulo 6 - PROPOSTA DE MODELO DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE UM *SUPPLY CHAIN*, o que permitiu a obtenção de resultados que serão analisados nesta seção.

A tabulação e processamento completo do modelo estão apresentados nos anexos deste trabalho, Anexo 1 – Simulação do Modelo.

O primeiro entendimento para a realização desta verificação é a aceitação que o procedimento da otimização TOC é um processo que pode ter infinitas iterações, e que este nível é em função da qualidade de ajuste que se pretende fazer.

Dentro desta mesma linha, no entanto, é importante que se tenha presente, ainda, que os ganhos maiores acontecem nas primeiras iterações, cabendo às posteriores o papel de “ajuste fino” do processo. Este acontece em razão da chamada Lei dos Rendimentos Decrescentes, um antigo princípio econômico estabelecido por Ricardo, clássico economista do século XIX, e que se aplica comumente em situações de crescimentos incrementais como, por exemplo, a chamada curva de Pareto. Assim, por decorrência, para a verificação da hipótese estabelecida basta um pequeno número de iterações para que se verifique, ou não, esta hipótese proposta.

A Figura 26 – Fluxograma do Processo TOC no Modelo, mostrado na página 129, permite uma visão mais compreensiva do processo de otimização TOC na cadeia logística proposta.

Esta cadeia logística é formada, em termos de modelo, por quatro elos estruturais (unidades de processamento, estoque, supridor, distribuidor) e, por conseqüência, quatro elos de fluxo, correspondendo basicamente às atividades de transporte. Conforme demonstrado na concepção do modelo, estes dois tipos de elo podem ser tratados de maneira similar, em virtude dos

componentes de sua mensuração usarem as mesmas variáveis e pelo fato do modelo se utilizar de índices adimensionais.

Os componentes de mensuração são em número de cinco, correspondendo, conforme já visto, às dimensões de tempo, capacidade (quantidade), distância, custos (valor) e qualidade.

Optou-se pela unificação destas dimensões através de uma abordagem do *balanced scorecard*, de modo a se obter um único indicador de desempenho que globalizasse o elo em consideração.

A obtenção destes índices únicos de desempenho foi conseguida através de um sistema de ponderação que reflete a visão estratégica que preside a gestão da cadeia logística considerada.

Na simulação efetuada, esta ponderação estratégica corresponde a uma escolha aleatória, conforme mostrada no quadro a seguir:

Quadro 4 – Ponderação Estratégica Utilizada

<b>Dimensão/parâmetro</b>	<b>Ponderação (%)</b>
Tempo	20
Quantidade	10
Distância	30
Valor	20
Qualidade	20

Fonte: elaborado pelo autor

Assim, percebe-se que cada dimensão pode ser mais ou menos enfatizada conforme a opção estratégica escolhida. Vale ressaltar, mais uma vez, que para a simulação efetuada esta ponderação utilizada foi escolhida aleatoriamente.

Da mesma forma, a escolha do cenário de opções para a simulação foi feita também aleatoriamente, considerando que cada elo possui um cenário de seis opções cada. Aleatoriamente, também, se escolheu uma opção para cada elo.

Deve-se mencionar, no entanto, que por força lógica, cada par de elos, formado por uma estrutura e um fluxo, deve possuir a mesma distância. Esta consideração é intuitiva, uma vez que a ligação entre dois elos estruturais possui uma distância que deve ser, logicamente, a do fluxo entre elas.

Assim, os pares formados para a simulação são os seguintes:

E1; P1

E2; P2

E3;P3

E4;P4

Desta maneira, fica assegurado que a um elo estrutural corresponde um elo de fluxo, como não poderia deixar de ser. A distância entre dois elos estruturais é definida pelo fluxo, o que estabelece que a dimensão distância do elo estrutural deve ser a mesma do elo fluxo.

A Figura 36 – Exemplo de Par de Alternativa mostra de que maneira foram arranjados os conjuntos que formam o cenário de opções.

## Cenário de Alternativas

E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderação	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	96,78
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↙	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↙	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderação	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↙	h	54	60	62	52	75	60	60,50	75	80,67	20,00%	94,39
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↘	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↙	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↙	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	34	88,24	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↘	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

Figura 36 – Exemplo de Par de Alternativa

fonte: elaborado pelo autor

Assim, é possível verificar que o par de elos E1;P1 corresponde a mesma opção, no caso a 5, já que a dimensão distância define qual a unidade operacional que corresponde aos mesmos elos.

Observe-se que embora a opção 5 seja comum às duas unidades operacionais, apenas a dimensão distância é igual a ambas. Eventuais valores iguais em outras dimensões devem ser vistos apenas como meras coincidências.

A tabela mostrada na figura 36 – Exemplo de Par de Alternativa contempla uma série de informações que são interessantes do ponto de vista de elementos de entrada para o processo de simulação.

Os demais pares de alternativas (são quatro ao todo) seguem a mesma lógica apresentada para o primeiro par, onde estarão listadas as dimensões, o tipo de variável, a unidade utilizada dos valores, a média da dimensão no universo, o cálculo do índice, a aplicação da ponderação estratégica e por fim a função  $f(\Phi)$ , que define o indicador único de mensuração.

Para melhor entendimento desta tabela de cenários de alternativas, deve-se observar a Figura 37 – Notação do Modelo para o Cenário de Informações, onde os elementos que compõem a tabela apresentada anteriormente estão devidamente notificados.

## Notação do Modelo

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis					Média	variável escolhida	Índice	Ponderação	f (□)
				1	2	3	4	5					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	26,33	25	105,33	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	621,67	620	99,73	10,00%	118,20
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	480	450,00	350	128,57	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	54,00	48	112,50	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3,83	5	130,43	20,00%	

Figura 37 – Notação do Modelo para o Cenário de Informações

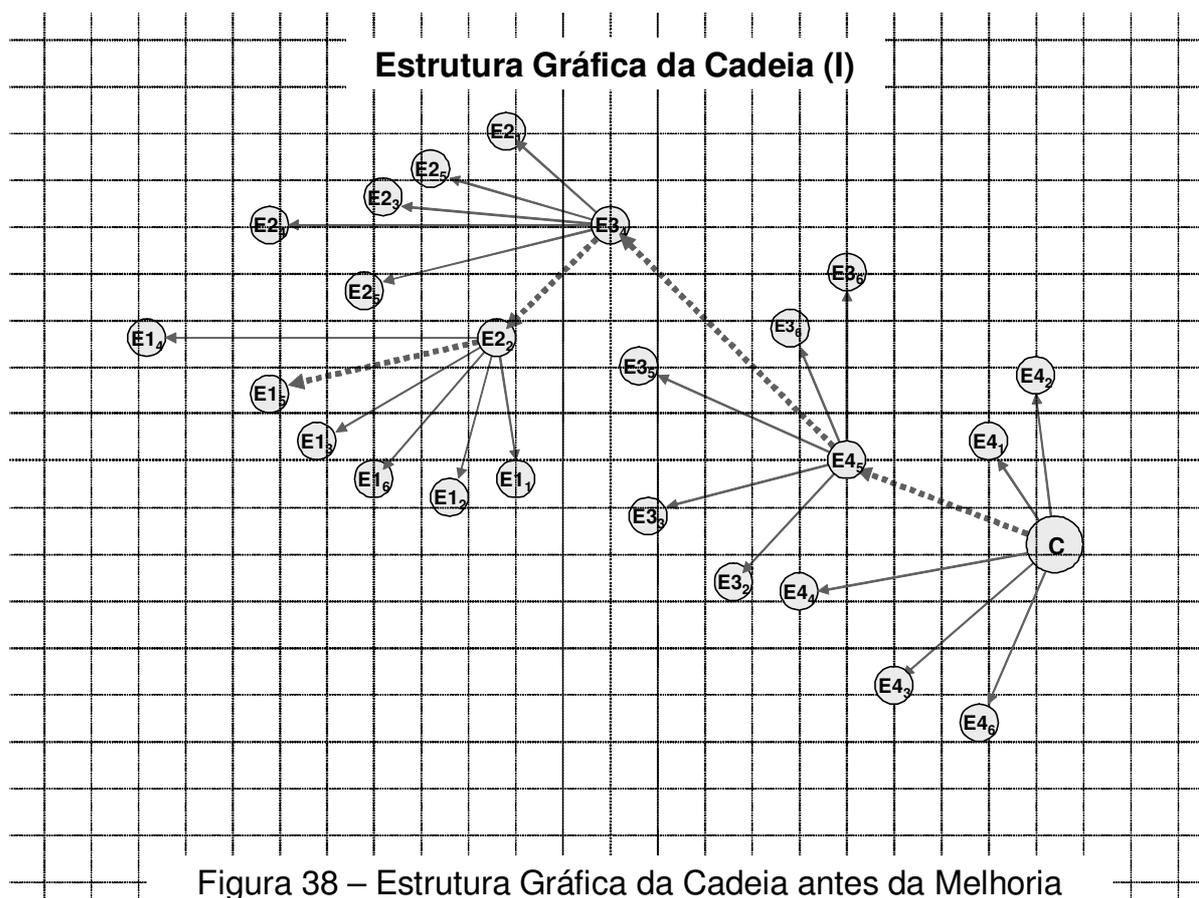
fonte: elaborado pelo autor

Pode-se observar, assim, que todos os elementos constituintes do cenário de alternativas estão discriminados segundo sua posição na tabela, o que permite perceber que as informações necessárias para o entendimento do modelo estão presentes.

Nesta seção as informações estão sendo apresentadas visando um entendimento prático do modelo, bem como para mostrar os resultados encontrados na simulação utilizando o modelo, o que permite realizar os primeiros comentários conclusivos. A simulação completa, mencionada mais uma vez, é apresentada no Anexo 1 – Simulação do Modelo.

A apresentação completa dos cenários está mostrada nos formulários denominados Aplicações de Índices (existem cinco iterações na simulação apresentada no anexo I).

Na primeira iteração são escolhidos, aleatoriamente, os valores ou unidades. A estrutura gráfica desta cadeia logística, ou seja, a configuração inicial da rede, é a apresentada na Figura 38 - Estrutura Gráfica da Cadeia antes da Melhoria, mostrada a seguir.



fonte: elaborado pelo autor

Nesta figura estão representadas, pois, as alternativas de elos estruturais que são ligados aos elos de fluxo. Os elos de fluxo realçados correspondem à formatação da cadeia logística estabelecida aleatoriamente.

Uma análise desta cadeia, antes da otimização segundo a Teoria das Restrições, permite verificar que o nível de eficiência da cadeia se situa em  $f(\Phi) = 94,39$ , que corresponde ao elo restritivo da cadeia.

A verificação dos  $f(\Phi)$  dos diversos elos não restritivos, mostra que existe uma sobre capacidade em todos eles, num valor médio excedente de  $f(\Phi) = 5,91$  e com um desvio padrão da ordem de 6,87.

A somatória de todos os  $f(\Phi)$  excedentes configura o desperdício do sistema ou cadeia como um todo. O Quadro 5 – Levantamento de Desperdício da Cadeia Logística Original permite verificar que o desperdício total da cadeia corresponde a um total de  $f(\Phi) = 47,27$ .

Quadro 5 – Levantamento de Desperdício da Cadeia Logística Original

$f(\Phi)$			
E1	96,78	→	2,39
P1	94,39	→	0,00
E2	111,23	→	16,84
P2	110,88	→	16,49
E3	99,02	→	4,63
P3	99,34	→	4,95
E4	94,91	→	0,52
P4	95,83	→	1,44
$\Sigma$	802,39	→	47,27
$\mu$	100,30	→	5,91
$\delta$	6,87	→	6,87

Estas informações formam o marco inicial da simulação, a partir do qual serão feitos todos os trabalhos de otimização da cadeia logística. Ao término, e é importante que se diga que término corresponde ao momento que o analista considere como satisfatório, já que, como se mencionou anteriormente, esta atividade de otimização é um processo, é possível comparar os resultados alcançados e se verificar qual a relação entre as duas posições.

Neste sentido, o processo de otimização utilizado nesta simulação correspondeu, como se pode observar na simulação contida no Anexo 1, a um total de cinco aplicações de índices, quatro identificações de restrições, três explorações de restrições e uma subordinação de restrições, totalizando cinco iterações.

As explorações e elevação das restrições foram feitas através de coeficientes e em dimensões aleatórias, à exceção da distância que não pôde ser alterada. O resultado final, enquanto opção de interações, é o que se apresenta a seguir, cuja configuração gráfica de rede é apresentada na Figura 39 - Estrutura Gráfica da Cadeia após Melhoria, apresentada a seguir.

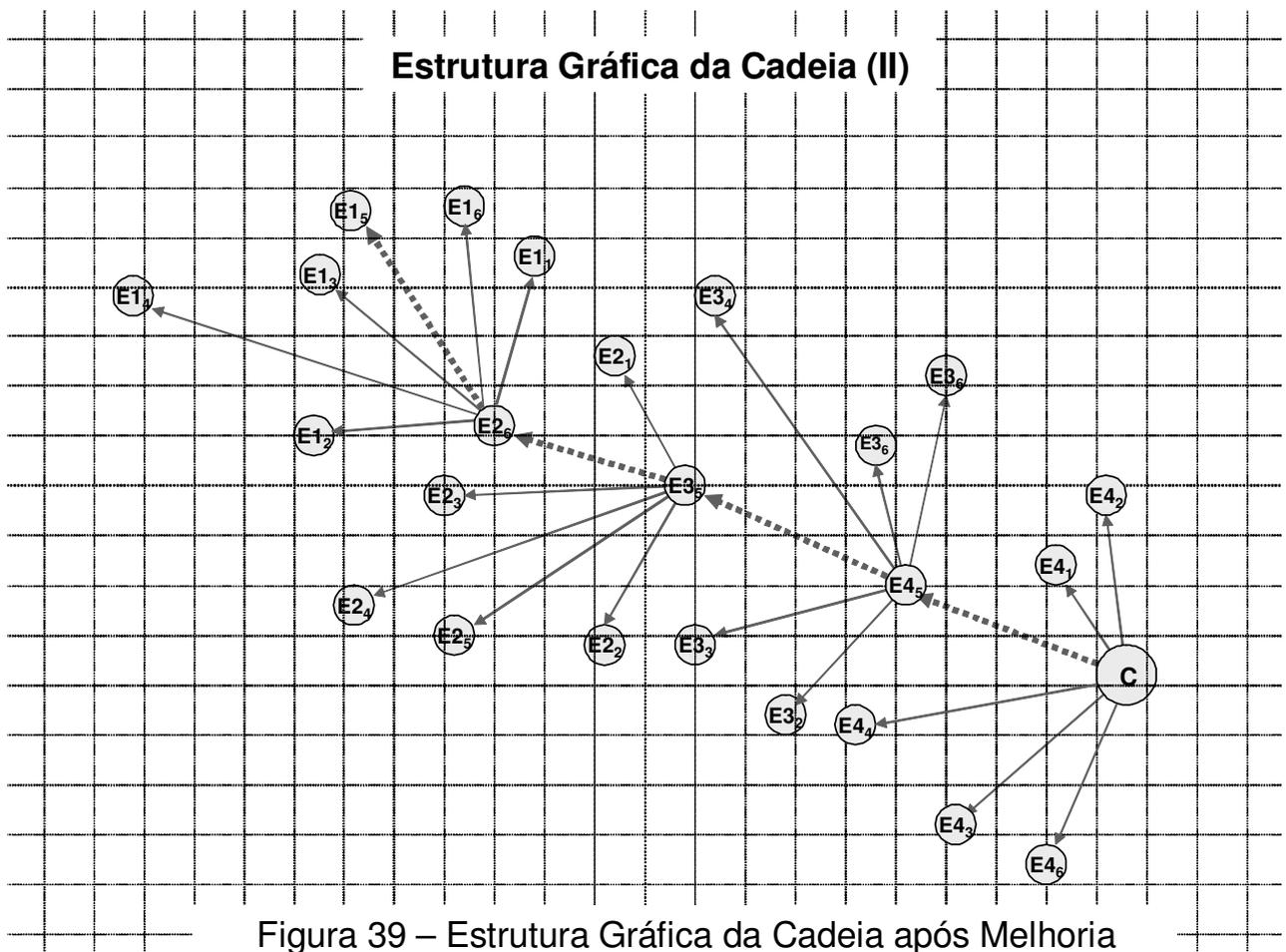


Figura 39 – Estrutura Gráfica da Cadeia após Melhoria

fonte: elaborado pelo autor

A análise das informações desta cadeia logística otimizada permite a verificação dos números relativos aos mesmos indicadores apresentados com relação à cadeia logística original.

Estes números são apresentados no Quadro 6 – Levantamento de Desempenho da Cadeia Logística Otimizada, apresentado a seguir.

Quadro 6 – Levantamento de Desperdício da Cadeia Logística Melhorada

$f(\Phi)$			
E1	96,78	→	1,72
P1	95,06	→	0,00
E2	102,70	→	7,63
P2	98,36	→	3,30
E3	96,41	→	1,35
P3	96,69	→	1,63
E4	98,75	→	3,68
P4	95,83	→	0,77
$\Sigma$	780,58	→	20,07
$\mu$	97,57	→	2,51
$\delta$	2,40	→	2,40

Os números contidos neste quadro permitem ver uma significativa melhora em relação aos mostrados no quadro correspondente à cadeia logística original. Observe-se que os valores obtidos são bastante diferentes dos da cadeia logística antes do processo de otimização.

A média da  $f(\Phi)$  diminuiu de forma expressiva, porém, a indicação mais significativa corresponde à diminuição do desvio padrão, o que mostra que, de alguma maneira, as diferenças entre os elos diminuíram de maneira mais homogênea, fazendo com que a cadeia logística se tornasse mais equilibrada. Esta é, em termos mais sucintos, a finalidade a ser obtida num processo de otimização e que permite afirmar que o sistema se torna mais econômico e, portanto, gerador de ganhos maiores.

A economia obtida se reflete fundamentalmente na economia de custos fixos e, portanto, naquela categoria de custos denominada de custos fantasmas ou invisíveis, já que são percebidos apenas no resultado final e, normalmente, não detectáveis em termos individuais.

Os custos fixos são sempre relacionados com o tempo e não com quantidades operacionalizadas, razão pela qual se pode associar o custo fixo à custos de capacidade. Uma folha de pagamentos, por exemplo, corresponde, sem dúvida, a um custo de capacidade e que, se não utilizada adequadamente, gera um custo de ociosidade.

A ociosidade salvo em situações muito especiais, somente é percebida ao encerramento de um período de tempo, daí sua denominação de fantasma.

Assim, numa visão de processo, é possível visualizar os progressos verificados durante as diversas iterações. Esta percepção é valiosa se tiver por objetivo definir até que nível de iteração se deve trabalhar.

A Figura 40 - Mensurações do Processo de Otimização TOC da Cadeia Logística, mostrada a seguir, documenta esta progressividade, além de mostrar graficamente como estes indicadores se comportam.

### Mensurações do Processo

Iteração	Restrição	Desperdício	% D/R	Média dos Recursos	Desvio Padrão
I	94,39	47,27	50,08%	100,30	6,87
II	94,91	44,36	46,74%	100,46	6,73
III	95,37	41,12	43,12%	100,51	6,67
IV	94,39	24,79	26,26%	97,49	2,51
V	95,06	20,07	21,12%	97,57	2,40

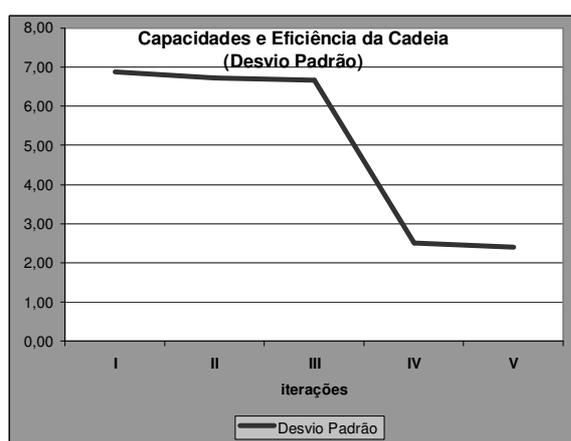
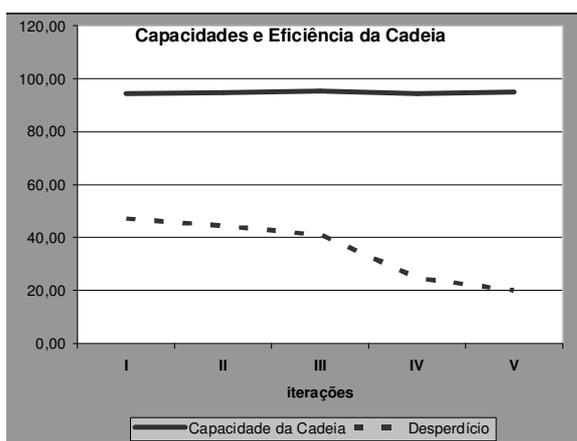


Figura 40 – Mensurações do Processo de Otimização TOC da Cadeia Logística

fonte: elaborado pelo autor

Desta maneira, é possível perceber que a simulação realizada mostrou uma evolução significativa dos indicadores de desempenho, comprovando, de maneira insofismável que, do ponto de vista quantitativo é possível e recomendável a utilização do método de otimização da Teoria das Restrições numa Cadeia Logística do tipo *Supply Chain*.

Na próxima seção será discutida, conforme já apresentada, a visão qualitativa do processo permitido pelo modelo.

## **7.2 A percepção qualitativa do processo de otimização**

Nesta seção se procurará avaliar o modelo desenvolvido do ponto de vista qualitativo. Segundo a metodologia proposta no capítulo 5 se tratará de uma avaliação chamada de Teste de Crítica.

Basicamente este trabalho consistirá em entrevista estruturada com profissional que atua na área, de modo a captar as críticas fundamentadas ao trabalho apresentado e se perceber pontos frágeis ou mesmo inconsistentes do modelo.

A entrevista segue um roteiro que é apresentado no Anexo 2 – Roteiro de Entrevista para Teste de Crítica.

A entrevista foi realizada com o profissional Filinto Eisenbach Neto, que atua a mais de 19 anos na área de logística, podendo ser considerado, por isto mesmo, um pioneiro da área logística no Brasil.

Com relação à qualificação do entrevistado, item 1 da estrutura da entrevista, tem-se que a formação básica do entrevistado é economia (1985), com especialização em logística pela PUC-PR e na atualidade é mestrando em Logística pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Atualmente este entrevistado é Diretor Geral de uma empresa prestadora de serviços logísticos denominada Rodosino, que atua principalmente no mercado calçadista, na logística de distribuição de calçados. A empresa distribui estes produtos em mais de 2.500 revendedores, atuando em toda região sul e sudeste do Brasil, além de segmentos geográficos importantes no nordeste.

O entrevistado tem atuado há muito tempo na área logística, tanto na condição de profissional contratado como consultor. Na área de ensino tem proferido aulas em cursos de pós-graduação *lato sensu* e é, presentemente, presidente do ISEL – Instituto Superior de Estudos Logísticos, de Curitiba, e membro do Comitê de Logística da ABIA – Associação Brasileira da Indústria de Alimentos.

Durante a entrevista foram discutidos conceitos e entendimentos a respeito das áreas temas do presente trabalho, em obediência ao item 2 da estrutura da entrevista. Assim, constatou-se que o entendimento do entrevistado com relação ao planejamento no nível institucional, ou seja, o planejamento estratégico corresponde, em termos gerais, aos conceitos estabelecidos no trabalho.

Particularmente, a filiação conceitual do entrevistado com relação à área estratégica é afim aos conceitos expressos da chamada Administração Estratégica Competitiva, que procura ver o processo estratégico como uma avaliação única entre o processo de planejamento e execução, com os respectivos ajustes contínuos.

Já na área Logística, os conceitos reconhecidos pelo entrevistado correspondem ao preconizado pelos autores Bowersox, Balou, Christopher e Closs. Houve o reconhecimento explícito dos conceitos formalizados na tese pelo entrevistado, que concordou inteiramente com as postulações.

Com relação ao entendimento do modelo apresentado, item 3 da estrutura apresentada, o entrevistado intuiu que o modelo apresentado tem como enfoque básico uma visão mais ampla da questão da otimização, como convém, aliás, a uma proposta de natureza estratégica.

Percebeu que este enfoque permite a criação de sinergias, já que “o todo é mais importante que as partes” ou, ainda conforme suas palavras, permitindo que “ $2 + 2 = 5$ ”. Entendeu ainda que o modelo tem certa semelhança com o conceito de variância logística de Bowersox, porém estendido para a visão da cadeia.

Quanto à mecânica de funcionamento do modelo, chamou a atenção do entrevistado a idéia de que o modelo permite um processo de revisão

contínua da estrutura da cadeia de suprimentos, fazendo com que haja sempre objetivos imediatos a serem cumpridos.

Com relação ao contexto que suporta o modelo, o entrevistado fez uma crítica ao modelo por não contemplar mecanismos de captação das mutações ambientais, principalmente no que tange ao movimento dos concorrentes. Esta mesma percepção, porém, com mais amplitude, volta a ser contemplada nas respostas a respeito das perguntas básicas a serem respondidas sobre o modelo apresentado.

Neste sentido, com relação ao item 4 da estrutura da entrevista, explicitadas no item 4, o entrevistado em termos de comentários conclusivos, propõe os seguintes termos:

**– O modelo é aplicável?**

Na opinião do entrevistado, o modelo é perfeitamente aplicável, já que é uma ferramenta que permite construir rapidamente respostas e por permitir uma visão do todo.

O entrevistado propôs, inclusive, testar o modelo na empresa que dirige.

**Quais são os pontos fortes?**

Na percepção do entrevistado, o ponto forte da abordagem e do modelo é a definição de valores ou mensurações (que em sua opinião é essencial no processo). Também percebe que o modelo permite a visualização e quantificação das variáveis críticas, o que permite uma visão mais clara dos *trade offs* do processo. Outra percepção que o modelo permite é a visualização da importância dos elos no processo.

**E os pontos fracos?**

Na visão do entrevistado, o ponto fraco do modelo é sua visão voltada para dentro, não incluindo um mecanismo de percepção do mercado. Assim, embora existam mecanismos que indiretamente atendam esta visão externa (os fatores de ponderação, que devem refletir de alguma maneira a visão estratégica que por sua vez reflete o mercado), em sua opinião, versões futuras

do modelo deveriam contemplar mecanismos mais diretos de refletir a realidade do mercado.

### **Que alterações faria?**

Duas proposições foram feitas pelo entrevistado para melhoria do modelo. Em primeiro lugar, como já mencionado como problema, buscaria uma maneira de incorporar a percepção de mercado, visando, sobretudo, a possibilidade de se ter um *benchmarking* externo que, por sua vez, permitiria que a definição dos pesos do *scorecard* fosse feita de maneira mais fácil e racional, sem depender muito da percepção ou intuição do operador do modelo.

A segunda colocação está relacionada com o conceito de “energização” da cadeia. Na opinião do entrevistado, este processo possibilitaria que houvesse uma sustentabilidade dos elos da parceria, ou seja, de todos os participantes da cadeia *Supply Chain*. Embora o entrevistado não tivesse feito referências mais explícitas a respeito do conceito de energização na logística, este processo parece ser uma extensão do conceito definido por Byham e Cox em 1988. No caso, a proposta é de energização não de uma empresa, mas de toda uma cadeia, o que significa a necessidade de adaptação de conceitos.

Em termos sumarizados, esta foi a posição crítica do entrevistado a respeito do modelo apresentado.

### **7.3 Os resultados dos testes do modelo**

Como se pode observar, os testes apresentaram resultados positivos relativamente aos propósitos a que se impôs.

Assim, com relação à simulação foi possível se observar que os resultados alcançados, após cinco iterações, correspondem a uma melhoria dos resultados globais da cadeia. Conforme visto, o critério de mensuração da eficiência da cadeia é representado pela minimização do desperdício.

Desperdício, neste caso, corresponde à capacidade de elos da cadeia em relação à capacidade real da cadeia como um todo. Os chamados custos invisíveis são típicos desta situação de desequilíbrio dos elos da cadeia.

Na simulação, a primeira rodada apresentou um desperdício do indicador  $f(\Phi) = 47,27$ , ou seja, 50,8% em relação à  $f(\Phi)$  do sistema como um todo. É importante observar que o desvio padrão desta rodada indicou um valor de 6,87, sendo assim uma grande deformidade da  $f(\Phi)$  dos elos.

Após cinco iterações, os valores apresentados são muito diferentes, com a redução do desperdício para uma somatória de  $f(\Phi) = 20,07$  que corresponde a um percentual de 21,12% sobre a  $f(\Phi)$  da cadeia como um todo e, o que é bastante importante, a indicação de um desvio padrão de apenas 2,40, ou seja, estabelecendo uma maior uniformidade entre os elos.

Em face destes números, é possível afirmar que o teste do modelo, do ponto de vista quantitativo, é afirmativo quanto à funcionalidade da proposta e indica, portanto, que a hipótese estabelecida é verdadeira.

Quanto ao teste crítico, ou seja, a verificação de atributos, capacidades, deficiências ou impossibilidades do modelo, a entrevista realizada mostrou que do ponto de vista da realidade empresarial, o modelo é válido.

As críticas e sugestões apresentadas correspondem a um aperfeiçoamento da proposta, de modo a torná-la mais operacional e abrangente. Estas sugestões não invalidam, entretanto, a proposta básica de se verificar a validade da hipótese.

Neste sentido, pode-se também afirmar que o modelo foi criticado do ponto de vista qualitativo e que este conjunto de observações permitiu a definição de direções para uma eventual e posterior elaboração de modelo mais completo e sofisticado.

Assim, de acordo com a proposta feita na metodologia de comprovação do modelo, pode-se afirmar que ele foi aprovado e, portanto, que a hipótese estabelecida é válida.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A Logística tem se revelado, cada vez mais, uma importante ferramenta de competitividade empresarial no mundo atual. Este processo de fortalecimento da disciplina tem acontecido de uma maneira bastante expressiva, de tal forma que é muito comum o ambiente empresarial encontrar soluções e caminhos que são, somente após algum tempo, resgatados pelo mundo acadêmico para o devido embasamento e consolidação.

Pode-se dizer que, grosso modo, a teoria acadêmica no que diz respeito às técnicas ou soluções operacionais logísticas tem se tornado, quase sempre, variável dependente das inovações empresariais. No entanto, em áreas mais profundas das empresas, como a questão estratégica, em especial a estratégia logística, o trabalho acadêmico de pavimentar caminhos para progressos empíricos das empresas tem se revelado de maneira enfática, permitindo a construção de soluções organizacionais academicamente bem embasadas.

Assim, também este trabalho teve o propósito de desbravar caminhos e alternativas que possam ser, eventualmente, instrumentalizados empiricamente mais tarde.

Neste sentido, a formulação da hipótese basilar estabelecida no capítulo 3 procura viabilizar conceitualmente a possibilidade de se utilizar uma ferramenta de otimização tipicamente operacional, no caso, a Teoria das Restrições –TOC -, para a definição estrutural, e por consequência estratégica, de uma cadeia do estilo *Supply Chain*, na forma como estes conceitos foram aqui definidos.

Nesta perspectiva, pode-se afirmar que, com base na metodologia de refutabilidade de hipótese estabelecida no capítulo 5, esta proposta pode ser considerada como verdadeira, já que a simulação do modelo mostra

inequivocadamente ganhos no resultado esperado. O significado desta afirmação é que os acadêmicos ou empresas que quiserem utilizar a TOC para definir questões de planejamento e otimização estratégica de cadeias de suprimento podem fazê-lo.

Quanto aos objetivos propostos, o presente trabalho também alcançou o resultado esperado. Os objetivos foram classificados em principal e específicos. Assim, para melhor entendimento, o objetivo principal formalizado foi o de desenvolver e propor uma abordagem estratégica, do ponto de vista estrutural, que permitisse a melhoria de resultados da cadeia logística como um todo e cujo método de trabalho seja reaplicado em situações similares.

Esta abordagem, caracterizada como um modelo e como proposta na metodologia, contempla em si dimensões estratégicas, logísticas e operacionais, consubstanciando os níveis institucional, organizacional e administrativo das empresas.

Observa-se que a abordagem, segundo o modelo, alinhou-se aos requisitos metodológicos aprioristicamente estabelecidos, de tal maneira que o modelo proposto atendeu aos resultados esperados. Portanto, com relação ao objetivo principal, pode-se considerar que o trabalho cumpriu com as expectativas colocadas.

Já os objetivos específicos ou secundários são aqueles que devem ser alcançados para que o objetivo principal se construa. Nesta dimensão, o primeiro dos objetivos diz respeito a *“estabelecer um conjunto de parâmetros que permita construir um adequado posicionamento logístico e estratégico, a partir da análise operacional atual”*, que se realizou pela escolha de cinco parâmetros, denominados de dimensões no modelo proposto, atendendo a um espectro mais amplo da visão do problema logístico e tendo como base estas variáveis operacionais. Neste sentido, o modelo também incorpora variáveis estratégicas ao estabelecer um sistema de ponderações que reflete a percepção estratégica da organização.

O segundo dos objetivos secundários correspondeu à elaboração de um método de diagnóstico de desempenho, o que foi conseguido pelo uso dos parâmetros independentes escolhidos no objetivo anterior, ajustados a uma

estrutura de convergência de mensuração através da metodologia do *scorecard*, caracterizando uma abordagem estruturada para um sistema de mensuração e que permite assegurar que este objetivo específico também foi cumprido adequadamente.

O terceiro e último objetivo específico está relacionado com a definição de um processo de melhoria, capaz de permitir a observação dos resultados alcançados. Desta forma, os resultados da simulação demonstrados no capítulo 7, que tratou da análise dos resultados, permite assegurar que, neste caso, também se obteve um resultado compatível com esta proposta de objetivo específico.

É possível, então, afirmar que o trabalho ora apresentado atendeu às propostas iniciais no que diz respeito aos resultados a serem obtidos, sejam eles principal ou específicos.

Aceitas estas acertivas, a questão seguinte a ser tratada se relaciona com as limitações que este trabalho, especificamente a abordagem através do modelo que a consubstancia, apresenta em termos de abrangência e funcionalidade. Deve-se entender que as limitações podem se caracterizar, também, como recomendações para a eventual implementação ou continuidade das conclusões do trabalho.

Inicialmente, há de se concordar com as limitações aprioristicamente apresentadas no capítulo 3. Efetivamente, o modelo proposto apresenta como limitações o fato de tratar enfaticamente quase que só a questão estratégica, do ponto de vista da estrutura da cadeia *Supply Chain*, embora a simulação tenha mostrado que ele pode atender algumas questões estritamente operacionais, tais como oferecer informações que permitam negociar com parceiros de cadeia, desempenhos mais adequados ao propósito competitivo.

Se pensado mais amplamente, nos níveis organizacional e funcional, o modelo poderá colaborar também no que diz respeito à definição de um *benchmarking* interno da cadeia ou de elos isolados, o que configura uma visão de preocupação com a Logística em si.

A outra limitação colocada antecipadamente foi o fato do modelo tratar apenas de cadeias logísticas lineares, situação que pode tornar difícil a análise

de cadeias mais complexas, tipo *network*. No entanto, como também sugerido anteriormente, é possível que se faça do modelo uma espécie de unidade básica que pode ser utilizada por segmentos da cadeia tipo rede, cabendo ao analista, no entanto, o trabalho de estabelecer uma meta-melhoria formada pela somatória das melhorias das cadeias lineares.

Esta pode se constituir na primeira recomendação formalizada, no sentido de que trabalhos futuros considerem a possibilidade de tratar esta alternativa como uma complexificação da proposta ora estabelecida.

A terceira e última limitação estabelecida com antecedência diz respeito à necessidade determinada pela Teoria das Restrições de que os indicadores de desempenho de um determinado elo sejam claros e determinados. No modelo proposto, estas alternativas compuseram um conjunto de indicadores que foi denominado de cenário de alternativas. Nesta perspectiva, este cenário compõe, pois, um conjunto de alternativas que permitiria ao construtor da cadeia *Supply Chain* buscar as possibilidades que permitissem a melhoria competitiva da cadeia logística.

É necessário reconhecer, no entanto, que no mundo prático a obtenção empírica destas informações constitui uma tarefa muito trabalhosa. Assim, percebe-se que a funcionalidade do modelo torna-se mais restrita, dificultando que se alcance, talvez, o nível de competitividade possível.

Outra limitação, esta não prevista inicialmente, é o fato do modelo desenhado e proposto ter pouca sensibilidade para a percepção de variações ambientais, o que significa que estes ajustes devem ser efetuados manualmente pelo estrategista da cadeia.

A implicação desta limitação é que o responsável pela operação do modelo deve estar constantemente atento às mutações ambientais e que possua a capacidade de ajustá-lo, de forma a obter a resposta desejada.

Aceitas estas limitações, deve-se tratar, finalmente, das efetivas recomendações que se possam fazer para que sejam incorporadas em eventual continuidade e futuros estudos.

Desta maneira, para que este processo possa acontecer naturalmente, é importante que se tenha como premissa que a construção do conhecimento

deve ser entendida analogamente a uma escada, onde os degraus correspondem a níveis de conhecimento que servem de base para a construção de conhecimentos incrementais. O significado prático desta premissa é o entendimento que o presente trabalho pretendeu estabelecer um nível de conhecimento que permita o desenvolvimento de trabalhos futuros a partir das propostas apresentadas.

Neste sentido, as recomendações que devem ser consideradas e investigadas pelos futuros leitores, pesquisadores ou simples aplicadores da proposta são as que se seguem.

Em primeiro lugar, recomenda-se que o modelo deva ser aperfeiçoado para incorporar mais variáveis iniciais, de maneira a torná-lo mais sensível ao contexto.

Para aqueles que pretendem, de alguma forma, utilizá-lo na *praxis* empresarial, recomenda-se como importante que o método seja exaustivamente discutido com os participantes da cadeia logística, sejam eles de um determinado elo, ou de elos distintos, com o propósito de estabelecer *bechmarking* interno. Este processo permitirá a formação de um ambiente emulativo, onde, existindo referenciais, é possível a busca sistemática de resultados.

Por fim, como última recomendação, o entendimento de que este trabalho não deve ser entendido como a definição final sobre o tema, até mesmo porque esta postura iria contrariar o entendimento moderno de Ciência estabelecido por Popper, mas sim, apenas como indicativo de uma direção por onde outros pesquisadores poderão transitar, melhorando e adequando a proposta para fins acadêmicos e empresariais.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, Eduardo S. – **Sistemas Logísticos Integrados: um quadro de referência** – Florianópolis, Dissertação de Mestrado pela UFSC; 2000
- ALVES, Rubem – **Entre a Ciência e a Sapiência: o dilema da educação** – 8<sup>a</sup> edição - São Paulo: Loyola, 2002
- ALVES-MAZZOTTI, Alda J. e GEWANDSZNAJDER, Fernando – **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa** – São Paulo: Pioneira, 1998
- ANÔNIMO - ***Putting your efforts where your problems are...***- New Zealand Manufacturer, setembro 1998
- ANSOFF, Igor – ***Corporate Strategy*** – New York: McGraw-Hill, 1965
- ANSOFF, Igor H, DECLERCK, Roger P. e HAYES, Robert L – **From Strategic Planning to Strategic Management** – Londres: John Wiley & Sons, 1976
- ANTUNES JÚNIOR, José A. V – **Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção de sistemas de produção com estoque zero** – Porto Alegre, Tese de Doutorado pela UFRS, 1998
- ATWATER, J. B. e CHAKRAVORTY, S. – ***Does Protective Capacity Assist Managers in Competing Along Time-Based Dimensions?*** – *Production and Inventory Management Journal*, vol 35, nº 35, 1994
- BALDERSTONE, Steven J. – ***Examining the Theory of Constrains: a source of operational and financial performance improvement for manufacturers*** – tese de mestrado na Victoria University of Wellington, New Zealand, 1999
- BALLOU, Ronald H. – **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos** – Porto Alegre: Editora Bookman, 1999
- BOWERSOX, Donald J. e CLOSS, David J. – **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento** – São Paulo: Atlas, 2001
- BURGESS, Susan H. e SRIKANTH Mokshagundam L.– ***Regaining Control: get me to the shipping dock on time*** – New Haven, CT – Spectrum, 1989

- CAIXETA-FILHO, José Vicente et al – **Gestão Logística do Transporte de Cargas** – São Paulo: Atlas, 2001
- CERVO, Amando L e BERVIAN, Pedro A - **Metodologia Científica** - 4ª ed. – São Paulo: Makron, 1996
- CHAKRAVORTY, Satya e VERHOEVEN, Penelope R. – **Learning the Theory of Constraints with Simulation Game** – Simulation & Gaming , vol 27, no. 2, 1996
- CHARDIN, Teilhard - **O Fenômeno Humano** - São Paulo, Cultrix, 1988.
- CHIAVENATO, Idalberto – **Administração de Empresas** – uma abordagem contingencial – São Paulo: Makron Books, 1995
- CHIAVENATO, Idalberto – **Os Novos Paradigmas** – São Paulo; Atlas, 2000
- CHRISTENSEN, C. R. et al – **Business Policy: Text and Cases** – Harvard: Homewood, 1982.
- CHRISTOPHER, Martin – **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhora dos serviços** – São Paulo: Editora Pioneira, 1992
- CHRISTOPHER, Martin – **O Marketing da Logística** – São Paulo: Editora Futura, 1999
- CLEMENTE, Ademir *et al* – **Projetos Empresariais e Públicos** – São Paulo: Atlas, 1998
- CNI – Confederação Nacional das Indústrias – **Custo Brasil – o que foi feito e o que ainda precisa ser feito** – Brasília: CNI, PEC, 1998
- COHEN, Oded – **The Drum-Buffer-Rope (DBR) approach to Logistics** – Computer Aided Production Management – New York, 1988
- COMAN, Alex e RONEN, Boaz – **Information Technology in Operations Management: a Theory of Constraints Approach**- International Journal of Production Research, vol 33 , no. 5, 1995
- COOK, David – **A Simulation Comparison of Traditional, JIT and TOC Manufacturing Systems in a Flow Shop With Bottlenecks** – Production and Inventory Management Journal, vol 35, nº 1, 1994

- COVINGTON, John W. – **Leadership and the Next Generation of Strategic Planning** – APICS Constraints Management Symposium and Technical Exhibit: Proceedings – 1996
- COX, James F. e SPENCER, Michael S. – **Manual da Teoria das Restrições** – São Paulo: Bookman, 2002
- CSILLAG, João Mario – **Análise de Valor**, 4e – São Paulo: Atlas, 1995
- DEMO, Pedro – **Introdução à Metodologia da Ciência** – São Paulo: Atlas, 1985
- DORNIER, Philippe-Pierre et al – **Logística e Operações Globais: texto e casos** – São Paulo: Atlas, 1999
- FABBE-COSTES, Natalhalie - **Logistics and Distribution: planning strategies for management** – Paris: 1994
- FERRAZ, João C, KUPFER, David e HAGUENAUER, Lia – **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria** – São Paulo: Campus, 1998
- FLEURY, Paulo Fernando et al – **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira** – São Paulo: Atlas, 2000
- FOX, Robert E. – **The Theory of Constraints: fad or future?** – The TOC Center: [http://www.tocc.com/fad\\_or\\_future.html](http://www.tocc.com/fad_or_future.html), 1998
- FRY, Timothy D. – **Controlling Input: the real key to shorter lead-times** – The International Journal of Logistics Management, vol 1 n° 1, 1990
- GALLIANO, A G – **O Método Científico: teoria e prática** – São Paulo: Harbra, 1986
- GIL, Antonio C. – **Como Elaborar Projetos de Pesquisa** – São Paulo: Atlas, 1996
- GIL, Antonio C. – **Técnicas de Pesquisa em Economia e Elaboração de Monografias** – São Paulo: Atlas, 2000
- GOLDRATT, Eliyahu M. – **A Meta** – São Paulo: Editora do IMAM, 1986
- GOLDRATT, Eliyahu M. – **Corrente Crítica** – São Paulo: Editora Nobel, 1997
- GOLDRATT, Eliyahu M. – **It's not Luck** - Great Barrington, MA: The North River Press, 1994

- GOLDRATT, Eliyahu M. – Late-Night Discussions V: ***Searching for Japan's Core Statement: manufacturing success of Japanese business***. Industry Week vol 240, no 21 – 1991
- GOLDRATT, Eliyahu M. – ***What is this thing called Theory of Constraints and should it be implemented?*** – Great Barrington, MA: The North River Press, 1990
- GONÇALVES, José E. L. – **Processo, que processo?** – Revista de Administração de Empresas – RAE , São Paulo, v 40, n 4, out/dez 2000
- GUPTA, Sanjeev – ***Supply Chain Management in Complex Manufacturing*** – IIE Solutions, vol 29, nº 3, 1997
- GURGEL, Floriano do Amaral – **Logística Industrial** – São Paulo: Atlas, 2000
- HAMPTON, David R. – **Administração Contemporânea**– São Paulo: Makron Books, 1992
- KAPLAN, Robert S. – **Organização Orientada para a Estratégia** – Rio de Janeiro: Campus, 2000
- KHUN, Thomas – **A Estrutura das Revoluções Científicas** – São Paulo: Editora Perspectiva, 1989
- KOBAYASHI, Shun'ichi – **Renovação da Logística: como definir estratégias de distribuição física global** – São Paulo: Atlas, 2000
- KOTLER, Philip e ARMSTRONG, Gray – **Princípios de Marketing** – Rio de Janeiro : Prentice Hall, 1993
- LAKATOS, Eva M. e MARCONI, Marina – **Metodologia Científica** - 2ª ed. – São Paulo: Atlas, 1991
- LAMBERT, Douglas M. et al – **Administração Estratégica da Logística** – São Paulo: Columbia Sistemas Integrados de Logística, 2000
- LIMA JR, Orlando Fontes, in José Vicente Caixeta-Filho – **Gestão Logística do Transporte de Cargas** – São Paulo: Atlas, 2001
- MABIN, Victoria J. / BALDERSTONE, Steven J. – **The World of the Theory of Constraints: a review of the international literature** – Boca Raton: St. Lucie Press, 2000
- MAGEE, Bryan – **As Idéias de Popper** – São Paulo: Cultrix, 1973

- MARINHO, Pedro – **Pesquisa em Ciências Humanas** – Petrópolis: Vozes, 1980
- MINTZBERG, Henry et al – **Safári de Estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico** – Porto Alegre: Bookman, 2000
- MOREIRA, Daniel A – **Administração da Produção e Operações** - 3ª ed. – São Paulo: Pioneira, 1998
- MOURA, Reinaldo A – **Kanban: a simplicidade do controle da produção** – São Paulo: IMAM, 1992
- NOVAES, Antônio G. – **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição : estratégia, operação e avaliação** – São Paulo: Campus, 2001
- O'DEA, Katerine e FREEMAN, Gregg – **Logistics Engineering and Constraint Management: a common sense approach to environment performance improvement** – Logistics Spectrum, vol 29, nº 1, 1995
- PALADINI, Edson P. – **Qualidade Total na Prática** – implantação e avaliação de sistemas de qualidade total – São Paulo: Editora Atlas, 2ª. edição, 1997
- PASTORE, José - **O Peso dos Encargos Sociais no Brasil** - Brasília, Coleção CIEE - Volume 10, 1998
- PEQUENO, Iglê S. – **A Administração Estratégica: proposição de um modelo baseado em projetos empresariais e, em especial, nos projetos logísticos** – Curitiba, Dissertação de Mestrado pela UFSC, 2000
- PEQUENO, Iglê S. – **Demanda Organizacional : uma estratégia de modernização administrativa**, in Modernização Administrativa – coletânea de monografias – Brasília, IPEA/SEMOR, 1978
- PEQUENO, Iglê S. – **Demanda Organizacional: uma estratégia de modernização administrativa**, in Modernização Administrativa – coletânea de monografias – Brasília, IPEA/SEMOR, 1978
- PEQUENO, Iglê S. e PEREIRA, Heitor F - **The New Integrated Borders of the Competitiveness: the Logistics and the Knowledge Management** – trabalho apresentado ao SIMPOI 2001 – São Paulo: FGV, 2001
- PIERCE, Jon L. e NEWSTROM, John W. – **A Estante do Administrador** – Porto Alegre: Bookman, 2002

- POPPER, Karl R. e ECCLES, John C. – **O Cérebro e o Pensamento** – Campinas: Papirus, 1992
- PORTER, Michael E. – **Competição: estratégias competitivas essenciais**– Harvard Business Review Book - São Paulo: Campus, 1999
- PORTER, Michael E. – **Competitive Advantages: creating and sustaining superior performance** – New York: Free Press, 1985
- PORTER, Michael E. - **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência** – 16<sup>a</sup> edição- São Paulo: Campus, 1986
- PORTER, Michael E. – **What's is Strategy?** – Harvard Business Review (November – December 1996)
- POZO, Hamilton – **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística** – São Paulo: Atlas, 2001
- REZENDE, Denis A. e ABREU, Aline F. – **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informações Empresariais** – São Paulo: Atlas, 2001
- SANTOS, Antonio R. – **Metodologia Científica: a construção do conhecimento** - 2<sup>a</sup> edição – Rio de Janeiro: DP & A , 1999
- SEVERINO, Antônio J. – **Metodologia do Trabalho Científico** - 21<sup>a</sup> ed. – São Paulo: Cortez, 2000
- SHUMPETER, Joseph A - **Capitalismo, Socialismo e Democracia** – Rio de Janeiro: Zahar, 1984
- SIMONS, Jacob V. Jr. Major e NOORE, Lt. Col. Richard L. Jr. – **Improving Logistics Flow Using the Theory of Constraints** – Logistics Spectrum, vol 26, nº 3, 1992
- SLACK, Nigel – **Vantagem Competitiva em Manufatura: atingindo a competitividade nas operações industriais** – São Paulo: Atlas, 2002
- SLACK, Nigel et al – **Administração da Produção** – São Paulo: Atlas, 1997
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert – **Administração da Produção** – 2<sup>a</sup> edição – São Paulo: Atlas, 2002
- SLATER, Robert – **Lideranças de Alto Impacto** – São Paulo: Campus, 1999
- SMITH, Adam - **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas** - São Paulo: Nova Cultural, c1996.

- SOARES, Luis Fernando G.S – **Modelagem e Simulação Discreta de Sistemas** – São Paulo: Campus, 1992
- SRIKANTH, Mokshagundam L. e ROBERTSON, Scott A – ***Measurements for Effective Decision Making*** – Wallingford, CT: Spectrum, 1995
- STAIR, Ralph M. – **Princípios de Sistemas de Informações: uma abordagem gerencial** – Rio de Janeiro: LTC, 1998
- STEVENSON, William J. – **Estatística Aplicada à Administração** – São Paulo: Harbra, 1978
- SWAIN, Monte e BELL, Jan – **The Theory of Constraints and Throughput Accounting** – New York: Irwin McGraw-Hill, 1999
- THE GLOBAL LOGISTICS RESEARCH TEAM, at Michigan State University – **World Class Logistics: the challenge of managing continuous change** – CLM Council of Logistics Management, 1995
- TSU, Sun – **A Arte da Guerra** – 27<sup>a</sup> edição – São Paulo: Record, 2001
- VASCONCELLOS FILHO, Paulo e MACHADO, Antonio de Matos Vieira – **Planejamento Estratégico** – Rio de Janeiro: LTC, 1978
- WATSON, Gregory H. – ***Strategic Benchmarking: how to rate your company's performance against the world's best*** – New York: Wiley, 1993
- WHITTINGTON, Richard – ***What is Strategy – and does it matter?*** – Londres: Editora Routledge, 1993





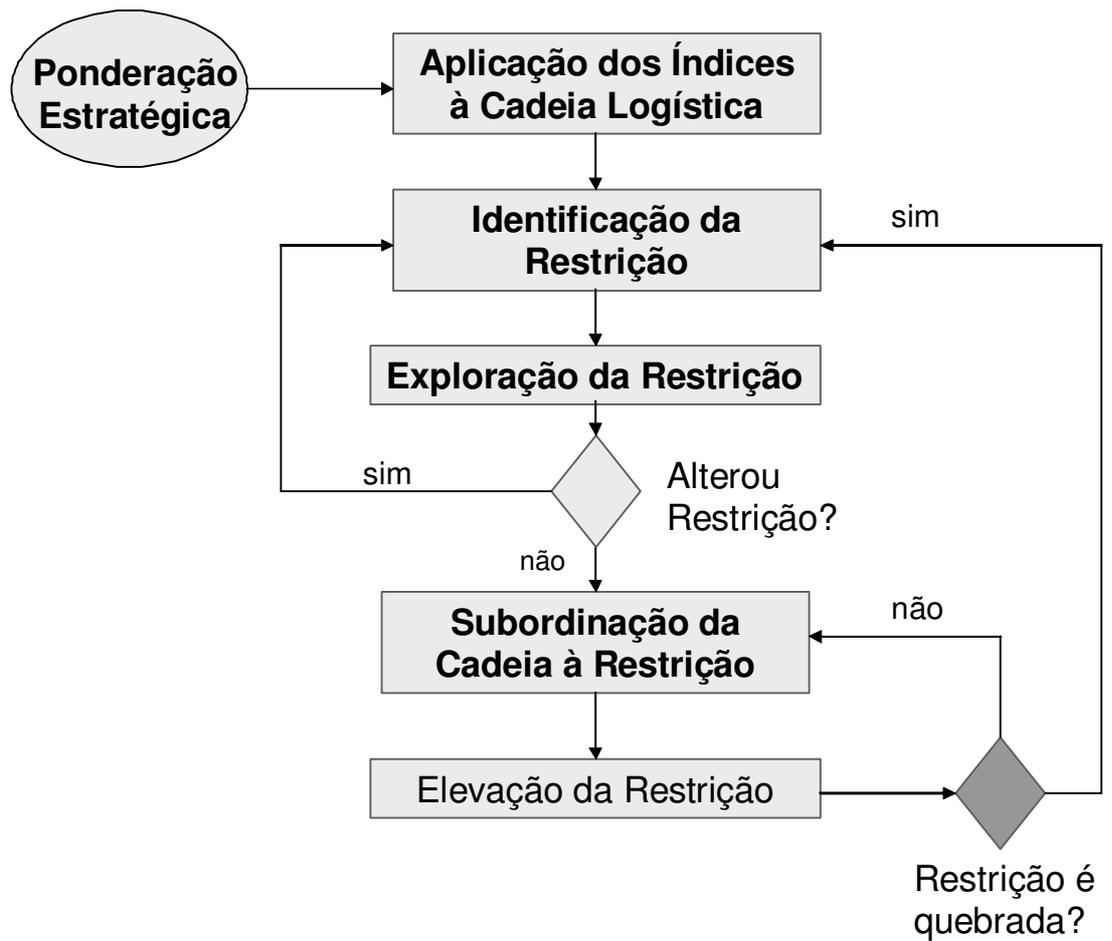


Figura 26 – Fluxograma do Processo TOC no Modelo

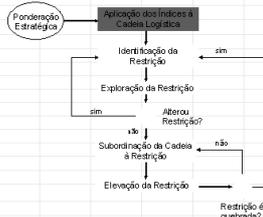
## Ponderação Estratégica

dimensão	Ponderação										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tempo			x								
Quantidade		x									
Distância				x							
Valor			x								
Qualidade			x								

**ATENÇÃO :** Os valores estão corretos

Instruções: digite com um "x" a ponderação que achar adequada, não esquecendo que o total deve somar 100%

### Aplicação de Índices à Cadeia Logística I



E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	96,78
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	75	80,67	20,00%	94,39
Quantidade	VLI	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	34	88,24	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	123	124	118	136	126	128	125,83	124	101,48	20,00%	111,23
Quantidade	VLI	↗	u	650	580	700	620	620	630	633,33	580	91,58	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	78	93,16	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	5	120,00	20,00%	

P2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	110,88
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	52	103,21	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

E3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,02
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	52	103,53	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

P3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,34
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	52	105,13	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

E4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	94,91
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	520	680	620	630	611,67	620	101,36	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	95,83
Quantidade	VLI	↗	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	DTI	↖	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	↖	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	57	97,08	20,00%	
Qualidade	QTI	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	



## Notação do Modelo

$E_i / P_i$

Operação ou estocagem      Fluxo      Campo de variação

Ponderação Estratégica da dimensão      Unidade operacional      Função Resultante

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis					Média	variável escolhida	Índice	Ponderação	f(□)
				1	2	3	4	5					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	26,33	25	105,33	20,00%	118,20
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	480	450,00	350	128,57	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	54,00	48	112,50	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3,83	5	130,43	20,00%	

Índice adimensional      Variáveis da unidade operacional escolhida      Média do Campo de Variação      Conjunto de indicadores da unidade

Unidade de operação da dimensão      Tipo de maximização da dimensão      Nomenclatura Matemática da dimensão      Dimensões estratégicas consideradas

### Estrutura Gráfica da Cadeia (I)

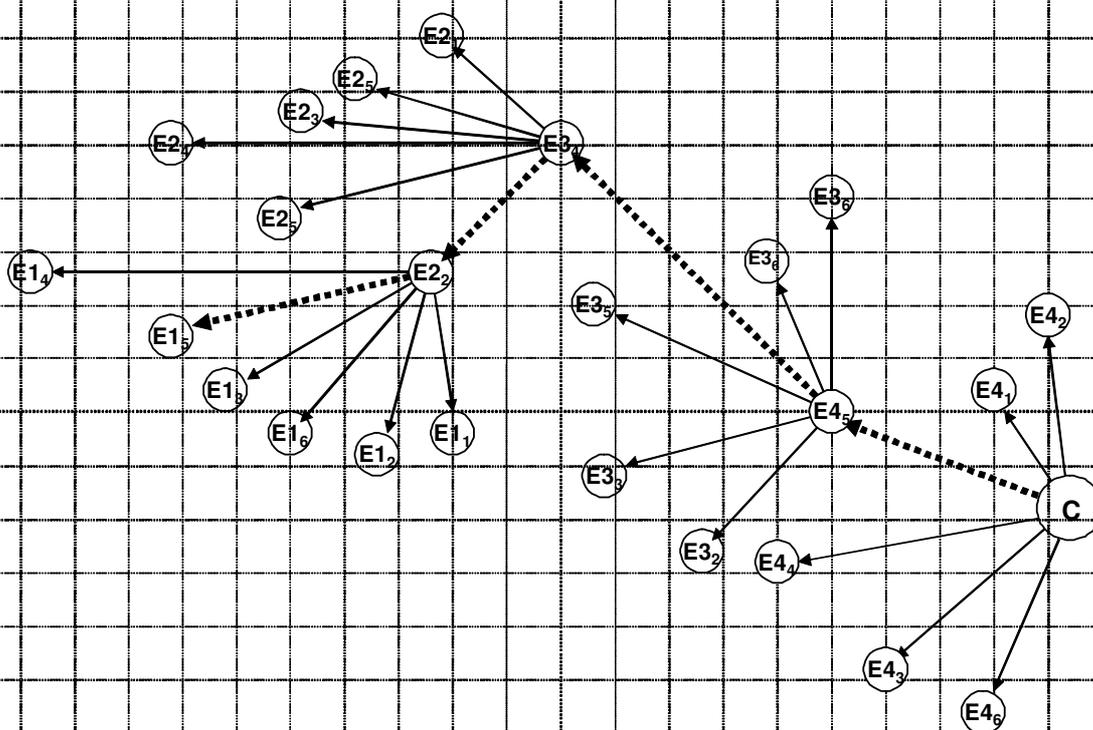
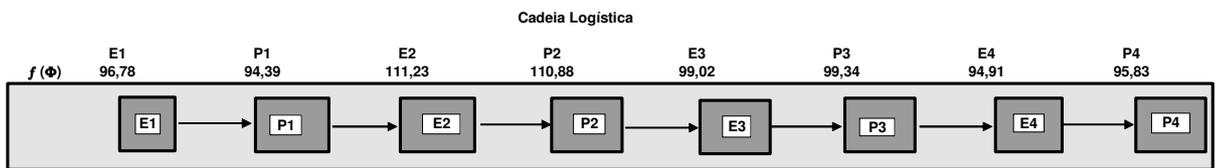
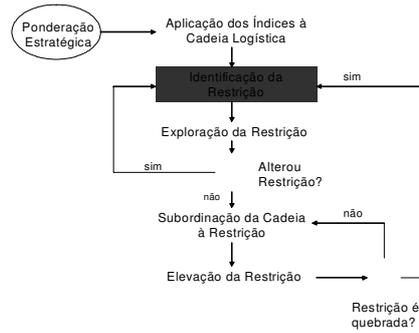


Figura 39 – Estrutura Gráfica da Cadeia antes da Otimização

### Identificação do Elo Restritivo I



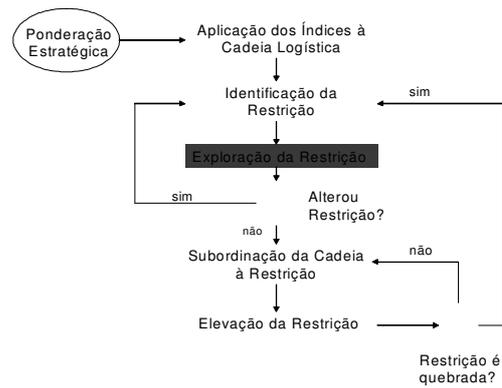
O elo restritivo é    94,39    →    P1

A capacidade da Cadeia Logística será    94,39

#### Desperdício da Cadeia - primeira iteração

E1	96,78	→	2,39		
P1	94,39	→	0,00		
E2	111,23	→	16,84		
P2	110,88	→	16,49		
E3	99,02	→	4,63		
P3	99,34	→	4,95		
E4	94,91	→	0,52		
P4	95,83	→	1,44		
$\Sigma$	802,39	→	47,27		
$\mu$	100,30	→	5,91		
$\delta$	6,87	→	6,87		

## Exploração da Restrição I

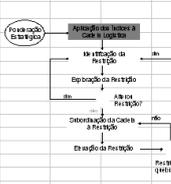


P1

dimensão	variável	tipo	unidade	Média	unidade 5	Otimização (%)	Novo Valor	Novo Índice	Ponderação	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	60,50	75	6	70,5	85,82	20,00%	95,97
Quantidade	VLi	→	u	675,00	720		720	106,67	10,00%	
Distância	DTi	←	km	450,00	480		480	93,75	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	30,00	34	3	32,98	90,96	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3,67	4		4	109,09	20,00%	

O elo explorado é 95,97 → P1

### Aplicação de Índices à Cadeia Logística II



E1

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	96,78
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,36	20,00%	

P1

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	54	60	62	52	70,5	60	59,75	70,5	84,75	20,00%	95,65
Quantidade	VLI	→	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	32,98	26,00	29,83	32,98	90,45	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

E2

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	124	101,48	20,00%	111,23
Quantidade	VLI	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	580	91,58	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	360	130,48	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	78	93,16	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	5	120,00	20,00%	

P2

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	110,88
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	360	130,48	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	52	103,21	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,36	20,00%	

E3

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,02
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	52	103,53	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

P3

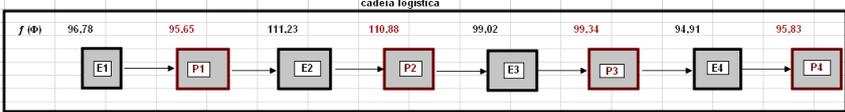
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,34
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	52	105,13	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

E4

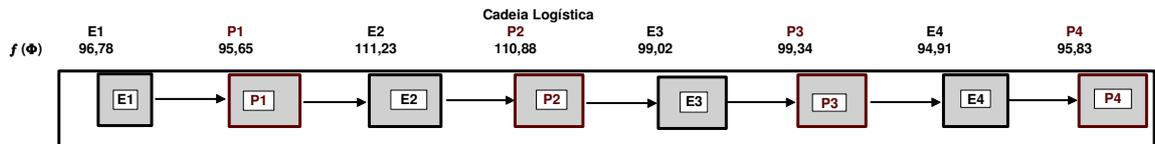
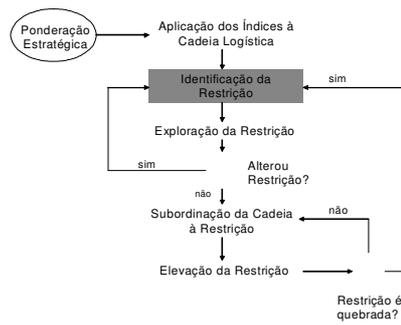
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	94,91
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	620	101,36	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,36	20,00%	

P4

dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	95,83
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	57	97,08	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,36	20,00%	



### Identificação do Elo Restritivo II

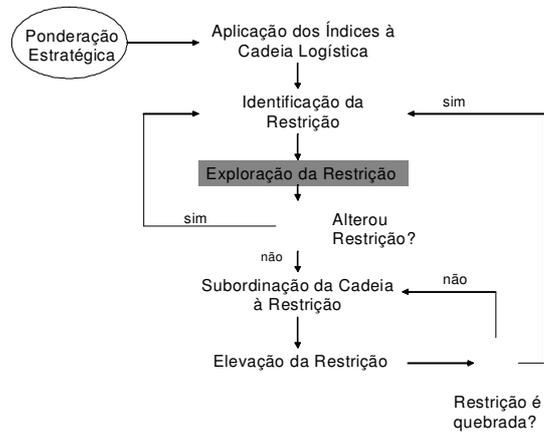


O novo elo restritivo é 94,91 → E4  
 A capacidade da Cadeia Logística será 94,91

#### Desperdício da Cadeia - iteração II

E1	96,78	→	1,87
P1	95,65	→	0,74
E2	111,23	→	16,32
P2	110,88	→	15,97
E3	99,02	→	4,11
P3	99,34	→	4,43
E4	94,91	→	0,00
P4	95,83	→	0,92
$\Sigma$	803,65	→	44,36
$\mu$	100,46	→	5,55
$\delta$	6,73	→	6,73

## Exploração da Restrição II



### E4

dimensão	variável	tipo	unidade	Média	unidade 5	Otimizaçã (%)	Novo Valor	Novo Índice	Ponderaçã	$f(\Phi)$
Tempo	L <i>T</i> <sub>i</sub>	←	h	26,33	27		27	97,53	20,00%	95,48
Quantidade	V <i>L</i> <sub>i</sub>	→	u	611,67	620		620	101,36	10,00%	
Distância	D <i>T</i> <sub>i</sub>	←	km	417,50	480		480	86,98	30,00%	
Valor	C <i>T</i> <sub>i</sub>	←	R\$	54,00	59	3	57,23	94,36	20,00%	
Qualidade	Q <i>T</i> <sub>i</sub>	→	conceito	3,83	4		4	104,35	20,00%	

O elo é agora

95,48



E4

### Aplicação de Índices à Cadeia Logística III



E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	96,78
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	54	60	62	52	70,5	60	59,75	70,5	84,75	20,00%	95,65
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	32,98	26,00	29,83	32,98	90,45	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	123	124	118	136	126	128	125,83	124	101,48	20,00%	111,23
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	650	580	700	620	620	630	633,33	580	91,58	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	78	93,16	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	5	120,00	20,00%	

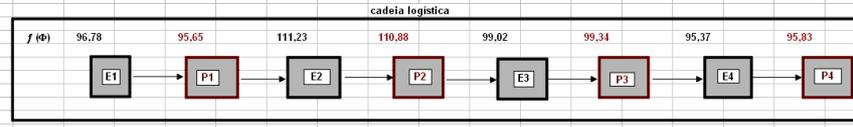
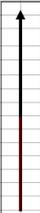
P2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	110,88
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	52	103,21	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

E3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,02
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	52	103,53	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

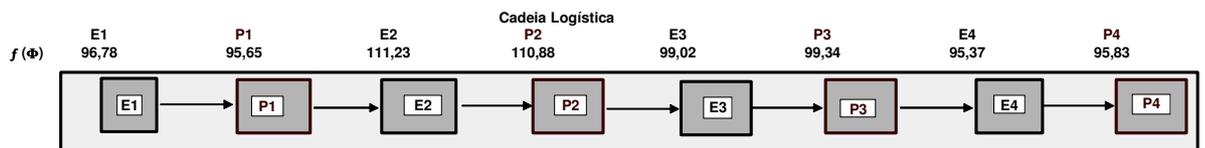
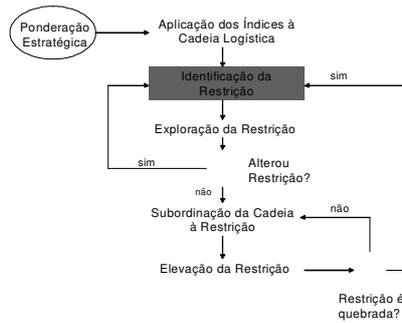
P3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,34
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	52	105,13	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	

E4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	95,37
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	520	680	620	630	611,67	620	101,36	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	57,23	55,00	53,71	57,23	93,84	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	↖	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	95,83
Quantidade	V <sub>Li</sub>	↗	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	↖	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	↖	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	56,33	57	97,08	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	↗	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	



### Identificação do Elo Restritivo III



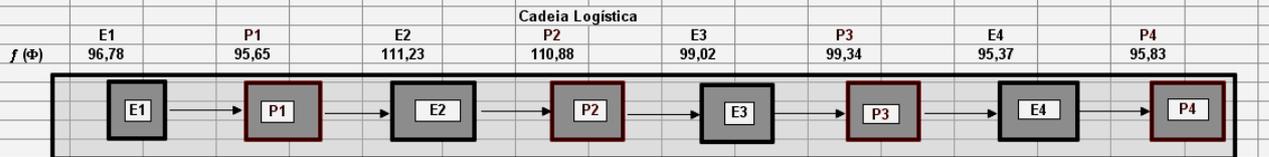
O elo restritivo é 95,37 → E4

A capacidade da Cadeia Logística será 95,37

#### Desperdício da Cadeia - iteração III

E1	96,78	→	1,41
P1	95,65	→	0,28
E2	111,23	→	15,86
P2	110,88	→	15,51
E3	99,02	→	3,65
P3	99,34	→	3,97
E4	95,37	→	0,00
P4	95,83	→	0,46
$\Sigma$	804,11	→	41,12
$\mu$	100,51	→	5,14
$\delta$	6,67	→	6,67

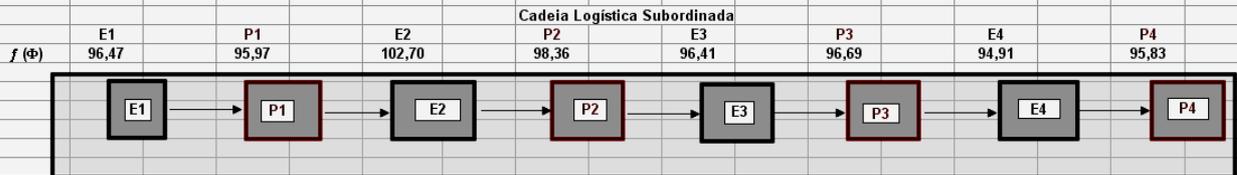
### Subordinação da Cadeia à Restrição



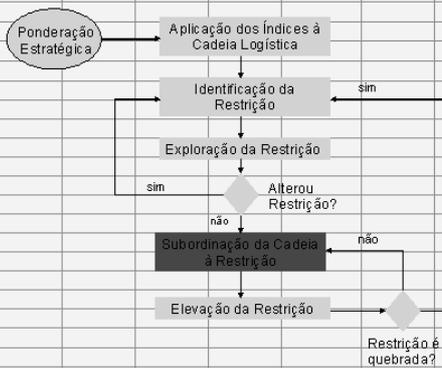
A restrição da Cadeia é → 95,48

Índices	E1		P1		E2		P2		E3		P3		E4		P4	
	1	108,40	1	112,50	1	121,15	1	108,95	1	107,84	1	108,14	1	108,29	1	105,69
2	109,67	2	112,36	2	111,23	2	110,88	2	109,18	2	108,09	2	107,05	2	107,19	
3	104,21	3	98,08	3	104,04	3	104,07	3	103,84	3	103,71	3	100,77	3	102,93	
4	98,77	4	98,41	4	86,71	4	98,64	4	99,02	4	99,34	4	102,90	4	102,63	
5	96,47	5	95,97	5	89,63	5	94,89	5	96,41	5	96,69	5	94,91	5	95,83	
6	97,61	6	102,69	6	102,70	6	98,36	6	97,55	6	97,85	6	95,71	6	95,84	

Desperdício	E1		P1		E2		P2		E3		P3		E4		P4	
	1	12,92	1	17,02	1	25,67	1	13,47	1	12,36	1	12,66	1	12,81	1	10,21
2	14,19	2	16,88	2	15,75	2	15,40	2	13,70	2	12,61	2	11,57	2	11,71	
3	8,73	3	2,60	3	8,66	3	8,69	3	8,36	3	8,23	3	5,29	3	7,45	
4	3,29	4	2,93	4	-8,77	4	3,16	4	3,54	4	3,86	4	7,42	4	7,15	
5	0,99	5	0,49	5	-5,85	5	-0,59	5	0,93	5	1,21	5	-0,57	5	0,35	
6	2,13	6	7,21	6	7,22	6	2,88	6	2,07	6	2,37	6	0,23	6	0,36	



### Desperdício da Cadeia



E1	96,47	→	0,99
P1	95,97	→	0,49
E2	102,70	→	7,22
P2	98,36	→	2,88
E3	96,41	→	0,93
P3	96,41	→	0,93
E4	94,91	→	-0,57
P4	95,83	→	0,35
Σ		→	13,22

E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	600	96,51	10,00%	108,40
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	300	150,00	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	56,00	96,43	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	109,67
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	350	128,57	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	54,00	100,00	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	580	93,30	10,00%	104,21
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	450	101,48	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	48,00	112,50	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	98,77
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	720	63,43	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	52,00	103,85	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	96,47
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59,00	91,53	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E1														
E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	97,61
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	400	111,25	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	55,00	98,18	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	54	112,04	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	620	91,85	10,00%	112,50
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	300	150,00	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	24,00	125,00	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	2	54,55	20,00%	
P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	60	100,83	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	700	103,70	10,00%	112,36
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	350	128,57	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	28,00	107,14	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	
P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	62	97,58	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	680	100,74	10,00%	98,08
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	450	100,00	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	36,00	83,33	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	
P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	52	116,35	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	700	103,70	10,00%	98,41
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	720	62,50	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	32,00	93,75	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	5	136,36	20,00%	
P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	75	80,67	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	94,39
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	34,00	88,24	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	
P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	↖	h	54	60	62	52	75	60	60,50	60	100,83	20,00%	
Quantidade	VLi	↗	u	620	700	680	700	720	630	675,00	630	93,33	10,00%	102,69
Distância	DTi	↖	km	300	350	450	720	480	400	450,00	400	112,50	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	26,00	115,38	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	3	81,82	20,00%	

E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	123	102,30	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	650	102,63	10,00%	121,15
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	300	152,22	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	70,00	103,81	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	5	120,00	20,00%	
E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	124	101,48	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	580	91,58	10,00%	111,23
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	78,00	93,16	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	5	120,00	20,00%	
E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	118	106,64	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	700	110,53	10,00%	104,04
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	450	101,48	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	66,00	110,10	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	4	96,00	20,00%	
E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	136	92,52	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	620	97,89	10,00%	86,71
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	720	63,43	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	72,00	100,93	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	4	96,00	20,00%	
E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	126	99,87	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	620	97,89	10,00%	89,63
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	520	87,82	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	76,00	95,61	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	3	72,00	20,00%	
E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	LTi	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	128	98,31	20,00%	
Quantidade	VLi	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	630	99,47	10,00%	102,70
Distância	DTi	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	74,00	98,20	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	4	96,00	20,00%	

P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	1	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	600	96,51	10,00%	108,95
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	300	152,22	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	56,00	95,83	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	2	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	110,88
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	350	130,48	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	52,00	103,21	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	3	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	580	93,30	10,00%	104,07
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	450	101,48	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	48,00	111,81	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	4	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	98,64
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	720	63,43	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	52,00	103,21	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	5	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	94,89
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	520	87,82	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	59,00	90,96	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P2														
P2				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	6	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	↙	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	↘	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	98,38
Distância	DTI	↙	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	
Valor	CTI	↙	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	55,00	97,58	20,00%	
Qualidade	QTI	↘	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

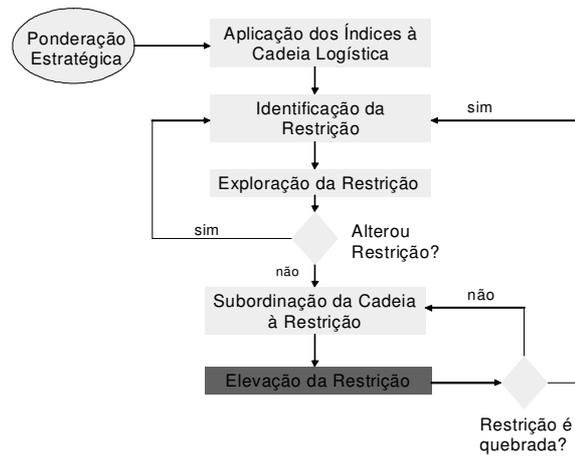
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	1	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	107,84
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	600	96,51	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	300	148,33	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	56	96,13	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	2	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	109,18
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	350	127,14	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	54	99,69	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	3	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	103,84
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	580	93,30	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	450	98,89	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	47	114,54	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	4	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	99,02
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	52	103,53	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	5	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	96,41
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	59	91,24	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E3														
E3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	6	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTi	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	97,55
Quantidade	VLi	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	
Distância	DTi	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	400	111,25	30,00%	
Valor	CTi	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	55	97,88	20,00%	
Qualidade	QTi	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	1	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	600	96,51	10,00%	108,14
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	300	148,33	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	56,00	97,62	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	2	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	108,09
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	350	127,14	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	58,00	94,25	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	3	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	580	93,30	10,00%	103,71
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	450	98,89	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	48,00	113,89	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	4	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	680	109,38	10,00%	99,34
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	690	64,49	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	52,00	105,13	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	5	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	96,69
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	59,00	92,66	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P3														
P3				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	6	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	97,85
Distância	DTI	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	400	111,25	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	55,00	99,39	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	1	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	108,29
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	600	98,09	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	280	149,11	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	56	96,43	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	2	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	107,05
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	620	101,36	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	350	119,29	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	54	100,00	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	3	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	100,77
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	520	85,01	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	450	92,78	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	48	112,50	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	4	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	102,90
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	680	111,17	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	545	76,61	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	52	103,85	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	5	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	94,91
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	620	101,36	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
E4														
E4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	6	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	95,71
Quantidade	VLI	→	u	600	620	520	680	620	630	611,67	630	103,00	10,00%	
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	400	104,38	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	55	98,18	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	1	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	600	94,74	10,00%	105,89
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	280	149,11	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	65,00	85,13	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	
P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	2	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	26	101,28	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	620	97,89	10,00%	107,19
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	350	119,29	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	54,00	102,47	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	3	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	25	105,33	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	640	101,05	10,00%	102,93
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	450	92,78	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	48,00	115,28	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	4	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	24	109,72	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	680	107,37	10,00%	102,83
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	545	76,61	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	53,00	104,40	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	5	130,43	20,00%	
P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	5	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	95,83
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	57,00	97,08	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	
P4														
P4				Variáveis por unidades operacionais						unidade				
dimensão	variável	tipo	unidade	1	2	3	4	5	6	Média	6	Índice	Ponderaç	f (Φ)
Tempo	LTI	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	VLI	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	95,84
Distância	DTI	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	400	104,38	30,00%	
Valor	CTI	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	55,00	100,61	20,00%	
Qualidade	QTI	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

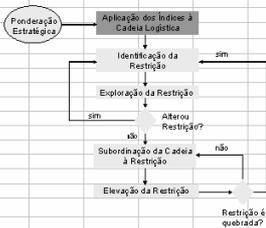
## Elevação da Restrição I



### E4

dimensão	variável	tipo	unidade	Média	unidade	Acréscimo (%)	Novo Valor	Novo Índice	Ponderação	f (Φ)
Tempo	LTi	↙	h	26,33	5	27	25,65	102,66	20,00%	99,60
Quantidade	VLi	↘	u	611,67	10	620	682	111,50	10,00%	
Distância	DTi	↙	km	417,50	10	480	480	86,98	30,00%	
Valor	CTi	↙	R\$	54,00	10	57,23	57,23	94,36	20,00%	
Qualidade	QTi	↘	conceito	3,83	10	4	4,4	114,78	20,00%	

### Aplicação de Índices à Cadeia Logística IV



E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	96,78
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,53	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	54	60	62	52	75	60	60,50	75	80,67	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	94,39
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34,00	26,00	30,00	34	88,24	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	128	98,31	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	102,70
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	74	98,20	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	4	96,00	20,00%	

P2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	96,36
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	55	97,58	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

E3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	96,41
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	59	91,24	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	96,89
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	59	92,66	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

E4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	25,65	28	26,11	25,65	101,79	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	520	680	682	630	622,00	682	109,65	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	98,75
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	57,23	55,00	53,71	57,23	93,84	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4,4	3	3,90	4,4	112,82	20,00%	

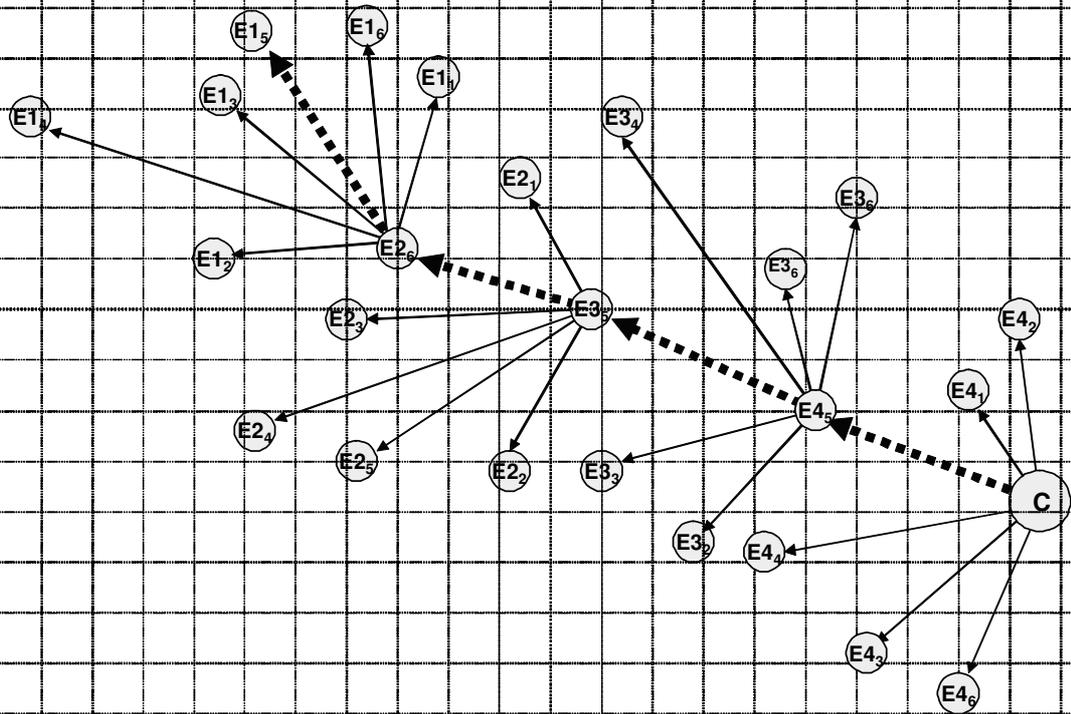
P4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderac	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,53	20,00%	
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	95,83
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	57	97,08	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	



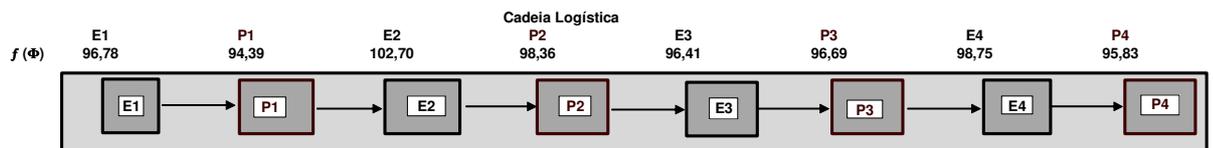
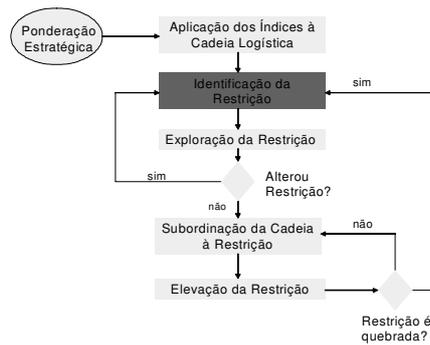
cadeia logística

E1	P1	E2	P2	E3	P3	E4	P4
----	----	----	----	----	----	----	----

## Estrutura Gráfica da Cadeia (II)



### Identificação do Elo Restritivo IV



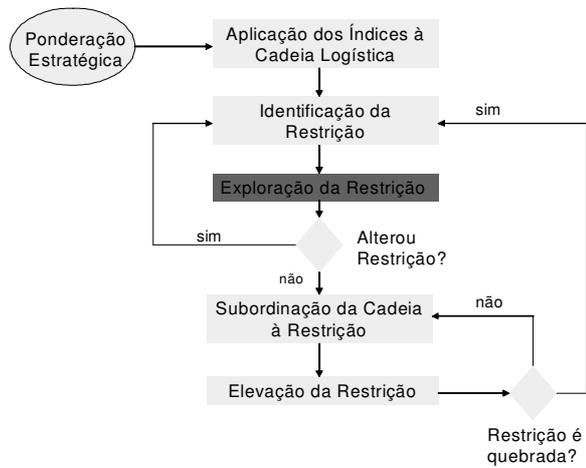
O elo restritivo é      94,39      →      P1

A capacidade da Cadeia Logística será      94,39

### Desperdício da Cadeia - iteração IV

E1	96,78	→	2,39
P1	94,39	→	0,00
E2	102,70	→	8,31
P2	98,36	→	3,97
E3	96,41	→	2,02
P3	96,69	→	2,30
E4	98,75	→	4,36
P4	95,83	→	1,44
$\Sigma$	779,91	→	24,79
$\mu$	97,49	→	3,10
$\delta$	2,51	→	2,51

### Exploração da Restrição III



P1

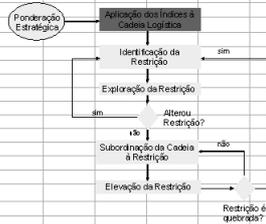
dimensão	variável	tipo	unidade	Média	unidade 5	Otimizaçã (%)	Novo Valor	Novo Índice	Ponderaçã	f (Φ)
Tempo	LTi	↖	h	60,50	75	5	71,25	84,91	20,00%	95,24
Quantidade	VLi	↗	u	675,00	720		720	106,67	10,00%	
Distância	DTi	↖	km	450,00	480		480	93,75	30,00%	
Valor	CTi	↖	R\$	30,00	34		34	88,24	20,00%	
Qualidade	QTi	↗	conceito	3,67	4		4	109,09	20,00%	

O elo é agora

95,24 →

P1

### Aplicação de Índices à Cadeia Logística V



E1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,63	20,00%	96,78
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,00	59	91,63	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

P1														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	54	60	62	52	71,25	60	59,88	71,25	84,04	20,00%	95,06
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	620	700	680	700	720	630	675,00	720	106,67	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	480	400	450,00	480	93,75	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	24,00	28,00	36,00	32,00	34	26,00	30,00	34	88,24	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	2	4	4	5	4	3	3,67	4	109,09	20,00%	

E2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	123	124	118	136	126	128	125,83	128	98,31	20,00%	102,70
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	650	580	700	620	620	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	70,00	78,00	66,00	72,00	76,00	74,00	72,67	74	98,20	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	5	5	4	4	3	4	4,17	4	96,00	20,00%	

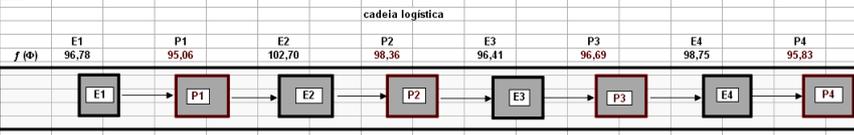
P2														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	28	94,05	20,00%	98,36
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	630	101,34	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	720	520	400	456,67	400	114,17	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	52,00	48,00	52,00	59,00	55,00	53,67	55	97,58	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	3	78,26	20,00%	

E3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,63	20,00%	96,41
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	47,00	52,00	59,00	55,00	53,83	59	91,24	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

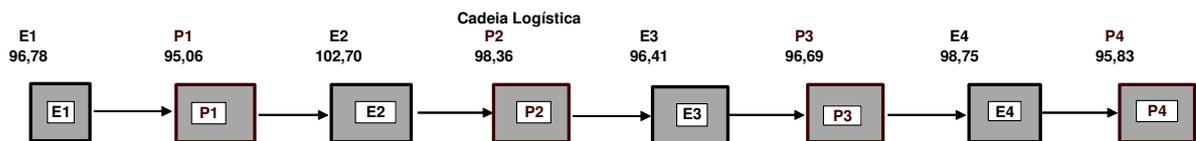
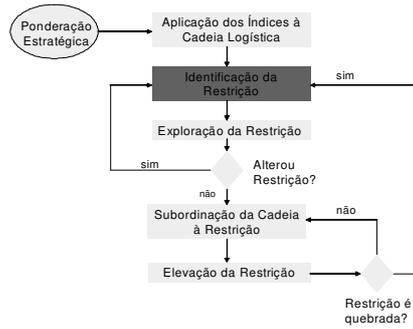
P3														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,63	20,00%	96,69
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	580	680	620	630	621,67	620	99,73	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	300	350	450	690	480	400	445,00	480	92,71	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	58,00	48,00	52,00	59,00	55,00	54,67	59	92,66	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	

E4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	25,65	28	26,11	25,65	101,79	20,00%	98,75
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	520	680	682	630	622,00	682	109,65	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	56,00	54,00	48,00	52,00	57,23	55,00	53,71	57,23	93,84	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4,4	3	3,90	4,4	112,82	20,00%	

P4														
dimensão	variável	tipo	unidade	Variáveis por unidades operacionais						Média	unidade	Índice	Ponderaç	f (Φ)
				1	2	3	4	5	6					
Tempo	L <sub>Ti</sub>	←	h	28	26	25	24	27	28	26,33	27	97,63	20,00%	95,83
Quantidade	V <sub>Li</sub>	→	u	600	620	640	680	630	630	633,33	630	99,47	10,00%	
Distância	D <sub>Ti</sub>	←	km	280	350	450	545	480	400	417,50	480	86,98	30,00%	
Valor	C <sub>Ti</sub>	←	R\$	65,00	54,00	48,00	53,00	57,00	55,00	55,33	57	97,08	20,00%	
Qualidade	Q <sub>Ti</sub>	→	conceito	3	4	4	5	4	3	3,83	4	104,35	20,00%	



### Identificação do Elo Restritivo V



O elo restritivo é 95,06 → P1

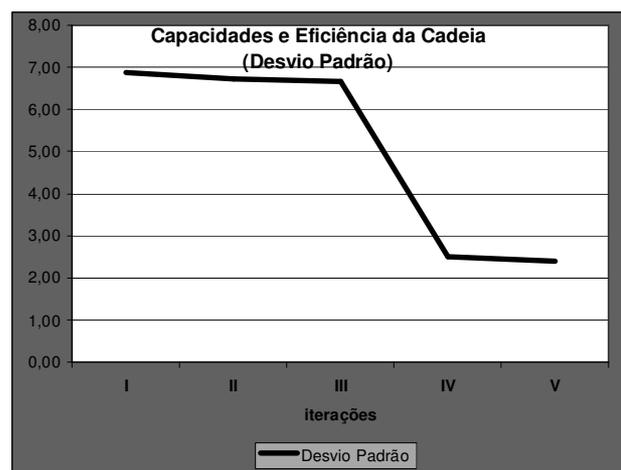
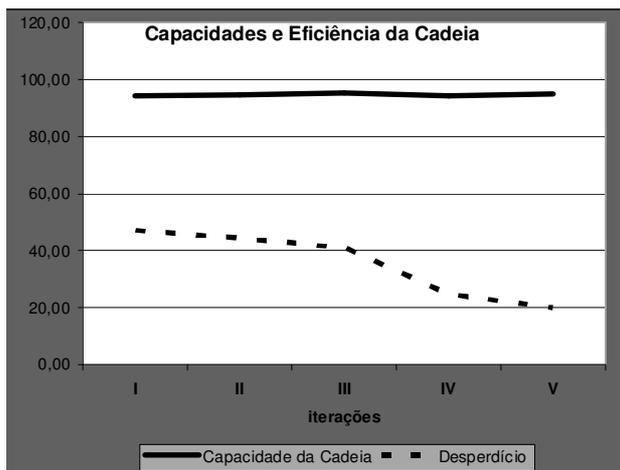
A capacidade da Cadeia Logística será 95,06

#### Desperdício da Cadeia - iteração V

E1	96,78	→	1,72
P1	95,06	→	0,00
E2	102,70	→	7,63
P2	98,36	→	3,30
E3	96,41	→	1,35
P3	96,69	→	1,63
E4	98,75	→	3,68
P4	95,83	→	0,77
$\Sigma$	780,58	→	20,07
$\mu$	97,57	→	2,51
$\delta$	2,40	→	2,40

## Mensurações do Processo

Iteração	Restrição	Desperdício	% D/R	Média dos Recursos	Desvio Padrão
I	94,39	47,27	50,08%	100,30	6,87
II	94,91	44,36	46,74%	100,46	6,73
III	95,37	41,12	43,12%	100,51	6,67
IV	94,39	24,79	26,26%	97,49	2,51
V	95,06	20,07	21,12%	97,57	2,40



**Anexo 2 – Roteiro de Entrevista  
para Teste de Crítica.**

## **Roteiro de Entrevista para Teste de Crítica**

- 1. Qualificação do Entrevistado**
  - 1.1 Formação**
  - 1.2 Ocupação Atual**
  - 1.3 Tempo experiência em Logística**
  - 1.4 Participação em Entidades ligadas à Logística**
  
- 2. Conceitos básicos dominados de:**
  - 2.1 Planejamento Estratégico**
  - 2.2 Logística**
  - 2.3 Teoria das Restrições**
  
- 3. Entendimento do Modelo Apresentado**
  - 3.1 Pontos Básicos**
  - 3.2 Mecânica de funcionamento**
  - 3.3 Contexto**
  
- 4. Perguntas básicas**
  - 4.1 O modelo é aplicável?**
  - 4.2 Quais são os pontos fortes?**
  - 4.3 E os pontos fracos?**
  - 4.4 Que alterações você faria?**