

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Mestrado em Engenharia da Produção e Sistemas

APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NA
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA CADEIA
PRODUTIVA ATRAVÉS DA COLABORAÇÃO E
MELHORIAS DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS

CURITIBA

2005

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Mestrado em Engenharia da Produção e Sistemas

APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA CADEIA
PRODUTIVA ATRAVÉS DA COLABORAÇÃO E MELHORIAS DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS

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

Área de Concentração: Gerência de Produção
e Logística

Linha de Pesquisa: Gerenciamento de
Operações

Waldomiro José Dall'Agnol

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira

CURITIBA

2005

TERMO DE APROVAÇÃO**WALDOMIRO JOSÉ DALL'AGNOL****Aplicação de Simulação Computacional na avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos**

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

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente da Banca
Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira (Orientador)
Pontifícia Universidade Católica do Parana

Prof. Dr. Fábio Favaretto
Pontifícia Universidade Católica do Parana

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza
UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba

Curitiba, 26 de Agosto de 2005.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira, pela ajuda, apoio e incentivo.

A minha família que entendeu as minhas ausências e me apoiou durante o período de desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do PPGEPS e PPAD, pelas orientações durante o desenvolvimento do projeto.

A todos os funcionários da PUC-PR, pois sabemos que cada um deles desempenha funções importantes para este processo.

Acima de tudo a Deus que sempre me acompanha e me inspira através de bons pensamentos.

Sumário

Agradecimentos	iv
Sumário	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. OBJETIVO GERAL	3
1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO	4
1.4. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA	5
1.5. DESCRIÇÃO DO CENÁRIO	6
1.6. DETALHAMENTO DO PROBLEMA	7
1.7. METODOLOGIA DE PESQUISA	10
1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO	11
CAPÍTULO 2	13
ESCOPO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA	13
2.1. MODELO PROPOSTO	16
2.1.1 Fatores considerados	17
2.1.2 Hipóteses	18
2.1.3 Resultados esperados	19
2.1.4 Dificuldades esperadas	22
2.2. CENÁRIO CONSIDERADO	24
2.2.1 Cenário básico	26
2.2.2 Cenários simulados	26
CAPÍTULO 3	28
REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1. CADEIA DE SUPRIMENTOS	29
3.1.1 Parcerias estratégicas	37
3.2. LOGÍSTICA	43
3.2.1 Fatores que impulsionaram a logística	45
3.2.2 A logística nas organizações	46
3.2.3 Logística e tecnologia da informação	48
3.2.4 O papel estratégico da logística	55
3.2.5 Casos usando a logística como diferencial	57
3.2.6 A posição privilegiada do transportador na cadeia	58
3.3. NÍVEL DE SERVIÇO E GESTÃO DE ESTOQUES	61
3.3.1 Ciclo do pedido	63
3.3.2 Efeito chicote (<i>Bullwhip Effect</i>)	65
3.3.3 Custo total	66

3.4. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E MODELAGEM DE PROCESSOS	67
3.4.1 Objetivos da simulação	69
3.4.2 Vantagens da simulação	69
3.4.3 Desvantagens da simulação	71
3.4.4 Áreas de aplicação da simulação	71
3.4.5 Modelagem de processos na cadeia produtiva	73
CAPÍTULO 4	77
O MODELO ELEMENTAR DE SIMULAÇÃO DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS	77
4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	77
4.2. PLANEJAMENTO DO PROJETO	77
4.3. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO PRODUTIVO	78
4.4. INDICADORES DE DESEMPENHO USADOS	81
4.5. CONCEITO DE COLABORAÇÃO CONSIDERADO NO MODELO	83
4.6. PREPARAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA	84
4.7. MODELAGEM	85
4.8. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO	86
4.8.1 Mercado Consumidor	87
4.8.2 Distribuidores / Varejistas	87
4.8.3 Fabricante / Indústria	88
4.8.4 Fornecedor de Matérias-primas	90
4.9. DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE RÉPLICAS	90
CAPÍTULO 5	91
O USO DO MODELO PROPOSTO NA ANÁLISE DA GESTÃO COLABORATIVA	91
5.1. OBTENÇÃO DOS DADOS	92
5.2. TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE CADA CENÁRIO	93
5.2.1 Consistência dos dados apresentados e da igualdade entre os cenários	95
5.2.2 Impactos das estratégias adotadas sobre o distribuidor	96
5.2.3 Impactos das estratégias adotadas sobre a indústria e seus fornecedores...	97
5.3. TÉCNICA DE ANÁLISE DOS EFEITOS DOS FATORES EM PROJETOS... 100	
5.3.1 Computação dos efeitos dos fatores em projetos	100
5.4. COMENTÁRIOS FINAIS	104
CAPÍTULO 6	105
CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	117
UM EXEMPLO DE COLABORAÇÃO UTILIZANDO O OPERADOR LOGÍSTICO COMO FACILITADOR DA INTEGRAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA	117
7.1. O HISTÓRICO DA PARCERIA	118
7.2. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS	119
7.3. DETALHAMENTO DA OPERAÇÃO	121
7.4. DESEMPENHO ATUAL	123
7.5. COMENTÁRIOS FINAIS	124
O DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE SIMULAÇÃO	126

8.1.	FORMULAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO	126
8.1.1	Primeiro nível hierárquico	127
8.1.2	Mercado Consumidor.....	128
8.1.3	Distribuidor / Varejista.....	130
8.1.4	Fabricante / Indústria	133
8.1.5	Fornecedor de Matéria-prima	138
8.2	CÁLCULO DA NECESSIDADE DE COMPRA E PRODUÇÃO.....	138
8.2.1	Estruturas de memória para armazenar os dados da simulação.....	139
8.2.2	Lógicas implementadas em VBA para flexibilizar o modelo.....	140
8.2.3	Inicialização da simulação	142
8.2.4	Inicialização das réplicas	143
8.2.5	Finalização da simulação.....	144
8.2.6	Finalização das réplicas.....	146
8.2.7	Bloco VBA Mercado Consumidor	146
8.2.8	Bloco VBA Distribuidor.....	147
8.2.9	Bloco VBA Indústria	148
8.2.10	Procedimento VBA para cálculo da demanda diária.....	150
8.2.11	Procedimento VBA para acumular dados mensais.....	152

Lista de Figuras

FIGURA 1: ADAPTADO DE LAMBERT <i>ET AL</i> , (1998) - TIPOS DE LIGAÇÃO DOS PROCESSOS DE NEGÓCIO ENTRE EMPRESAS.....	30
FIGURA 2: ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS MODELADA.....	86
FIGURA 3: PRIMEIRO NÍVEL HIERÁRQUICO.....	128
FIGURA 4: CONTEXTO DO MERCADO CONSUMIDOR.....	128
FIGURA 5: CONTEXTO DO DISTRIBUIDOR/VAREJISTA.....	130
FIGURA 6: SUB-MODELO ATENDER PEDIDO CONSUMIDOR.....	131
FIGURA 7 : CONTEXTO DO FABRICANTE / INDÚSTRIA.....	133
FIGURA 8 : SUB-MODELO ATENDER PEDIDO DISTRIBUIDOR.....	134
FIGURA 9 : SUB-MODELO COMPRAR MATÉRIA-PRIMA.....	136
FIGURA 10 : SUB-MODELO PRODUZIR MATERIAL.....	136
FIGURA 11 : CONTEXTO FORNECEDOR DE MATÉRIA-PRIMA.....	138
FIGURA 12: ESTRUTURA PARA ARMAZENAR OS DADOS DOS PEDIDOS.....	139
FIGURA 13: ESTRUTURA PARA ARMAZENAR VISÃO MENSAL DOS EVENTOS.....	139
FIGURA 14: EVENTOS AUTOMÁTICOS DA INTEGRAÇÃO ARENA COM VBA.....	140
FIGURA 15: UTILIZAÇÃO DOS EVENTOS AUTOMÁTICOS DA INTEGRAÇÃO ARENA COM VBA.....	140
FIGURA 16: EVENTOS ACIONADOS PELOS BLOCOS DO MODELO ARENA.....	140
FIGURA 17: ROTINA VBA ACIONADA NO INÍCIO DA SIMULAÇÃO.....	142
FIGURA 18: ROTINA VBA ACIONADA A CADA NOVA REPLICAÇÃO.....	143
FIGURA 19: ROTINA VBA ACIONADA A CADA FINAL DE REPLICAÇÃO.....	145
FIGURA 20: ROTINA VBA ACIONADA NO FINAL DA SIMULAÇÃO.....	146
FIGURA 21: EVENTO ACIONADO PELO BLOCO VBA NO MERCADO CONSUMIDOR.....	146
FIGURA 22: EVENTO ACIONADO PELO BLOCO VBA NO DISTRIBUIDOR.....	147
FIGURA 23: EVENTO ACIONADO PELO BLOCO VBA NA INDÚSTRIA.....	149
FIGURA 24: PROCEDIMENTO VBA PARA CALCULAR A DEMANDA DIÁRIA.....	151
FIGURA 25: PROCEDIMENTO VBA PARA ACUMULAR DADOS MENSAIS.....	153

Lista de Tabelas

TABELA 1: INDICADORES CONSIDERADOS NA ANÁLISE.....	81
TABELA 2: PLANEJAMENTO DA DEMANDA SEM COLABORAÇÃO	83
TABELA 3: PLANEJAMENTO DA DEMANDA COM COLABORAÇÃO.....	84
TABELA 4: RESULTADOS E CÁLCULO DO NÚMERO DE REPLICAÇÕES NECESSÁRIAS.....	90
TABELA 5: ESTRUTURA DO ARQUIVO GERADO COMO RESULTADO DA SIMULAÇÃO.....	92
TABELA 6: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO E DA MÉDIA DOS INDICADORES POR REPLICAÇÃO	94
TABELA 7: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO INTERVALO DE CONFIANÇA DO DESVIO PADRÃO DOS INDICADORES POR CENÁRIO	94
TABELA 8: MEMÓRIA DE CÁLCULO DO INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA DOS INDICADORES POR CENÁRIO	94
TABELA 9: MÉDIAS MENSIS DE UNIDADES PEDIDAS PELO MERCADO CONSUMIDOR E PELOS DISTRIBUIDORES	95
TABELA 10: VARIAÇÕES NOS DISTRIBUIDORES.....	96
TABELA 11: VARIAÇÕES NA INDÚSTRIA E NOS FORNECEDORES	98
TABELA 12: APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DOS EFEITOS DE FATORES (FASE 1)	101
TABELA 13: CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DE TODAS AS REPLICAÇÕES (FASE 2).....	101
TABELA 14: IMPACTO DOS FATORES ANALISADOS SOBRE OS INDICADORES CONSIDERADOS....	102
TABELA 15: REPRESENTA OS VOLUMES TOTAIS DE OPERAÇÕES REALIZADAS PELA CARGOLIFT PARA A VOLVO	119
TABELA 16: PARTICIPAÇÃO DOS 100 MAIORES FORNECEDORES COM COLETA REALIZADA PELA CARGOLIFT.....	120
TABELA 17: PARTICIPAÇÃO DOS FORNECEDORES DO PROGRAMA DE <i>MILK-RUN</i> EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE VIAGENS REALIZADAS.	120
TABELA 18: VOLUMES TRANSPORTADOS POR VIAGEM	121
TABELA 19: GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DO OPERADOR LOGÍSTICO	122
TABELA 20: EFICIÊNCIA DOS FORNECEDORES (PLANEJADO VS. REALIZADO)	123
TABELA 21: CUMPRIMENTO DA PREVISÃO DE ENTREGA	124
TABELA 22: VARIÁVEIS DA ESTRUTURA DE SIMULAÇÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS	126
TABELA 23: ATRIBUTOS DOS PEDIDOS.....	127
TABELA 24: VARIÁVEIS DE APOIO UTILIZADAS NO VBA	127

Resumo

Nos últimos anos, a integração da cadeia produtiva vem sendo considerada como um elemento chave para que empresas melhorem seu desempenho. Este projeto de pesquisa propõe uma nova forma de análise, diferente das abordagens tradicionais, onde normalmente a integração é imposta pela empresa chave da cadeia, a qual concentra as informações e solicita e disponibiliza apenas os dados que julga necessário à melhoria dos seus processos. Para a implementação de qualquer estratégia de integração, primeiramente se faz necessário entender os fatores mais relevantes para a melhoria dos níveis de desempenho da cadeia. Este projeto mostra através de uma cadeia hipotética de quatro estágios que simulação computacional pode ser utilizada para analisar cenários alternativos de gerenciamento e fatores que interferem no seu desempenho. Em especial, analisa-se como a existência de colaboração entre as empresas envolvidas, o número de elos da cadeia, diferentes tamanhos de lotes econômicos e diferentes períodos de cobertura de demanda afetam os níveis de estoque e suavizam ou potencializam o efeito chicote. Demonstra-se que uma gestão mais efetiva dos estoques na cadeia ocorrerá como resultado de um fluxo de informações mais eficiente dentro e entre as organizações parceiras.

Palavras-chave: Cadeias de Suprimentos, Simulação computacional, Colaboração.

Abstract

In last years, the integration of the productive chain has been considered as a key element to enable companies to improve performance. This research project proposes a new way of analysis different from the traditional ones, where integration is usually imposed by the key company in the chain, which concentrates the information, requesting and sharing only the data it judges necessary to improve its own processes. Like any strategy implementation, it is first necessary to understand the more relevant factors for the improvement of supply chain performance measures. This research demonstrates through a four-stage hypothetical chain that computer simulation can be used to analyze alternative management scenarios and factors that affect its performance. In particular, it analyzes how the existence of collaboration between the involved companies, the number of chain links, different economic order quantities and different periods of demand coverage affect the inventory levels and smooth or worsen bullwhip effect. This work shows that a more effective inventory management will occur as a result of a more efficient information flow in and in-between partner corporations.

Keywords: Supply Chains, Computer simulation, Collaboration.

Capítulo 1

Introdução

O cliente está cada vez mais exigente em relação à qualidade dos produtos, o atendimento e os prazos de entrega. Por outro lado, os produtos estão cada vez mais complexos e já foi o tempo em que uma empresa realizava todas as atividades da produção, desde a compra da matéria-prima até a entrega ao consumidor final. Hoje, as parcerias entre empresas, objetivando cada empresa realizar as atividades que tem maior competência, é a forma de atender as exigências dos consumidores, produzindo bens e serviços diferenciados e se mantendo competitiva. Neste cenário, com praticamente todas as empresas conscientes das exigências do mercado em relação a respostas rápidas e eficientes, a alavanca essencial para que isso ocorra é o *supply chain management* – SCM.

Através da SCM, é possível a integração entre empresas - desde fornecedores de matérias-primas, fornecedores de componentes, fornecedores de serviços, fábricas, distribuidores, transportadores, varejistas e consumidores finais - com grande agilidade de comunicação, ganhos de eficiência e conseqüentemente, beneficiando todos os envolvidos. Entretanto, apesar da tecnologia da informação estar sendo amplamente utilizada, muito ainda precisa ser feito para que esta integração seja efetiva e atinja os objetivos propostos.

FIGUEIREDO (2003) cita que o SCM está sendo adotado por grandes corporações espalhadas por todo mundo, apoiadas pelos benefícios de redução de custos de abastecimento, otimização de processos logísticos, exatidão das informações e maior agilidade no atendimento, além da flexibilidade proporcionada entre as partes envolvidas, possibilitando maior satisfação no desenvolvimento do negócio. Por outro lado, PENNA (2001) destaca que, apesar dos exemplos bem

sucedidos, eles se restringem a empresas chaves das cadeias, sem muita preocupação em agregar valor aos processos dos demais integrantes.

Para viabilizar a integração proposta pela SCM, é necessário quebrar barreiras organizacionais e dar embasamento técnico aos envolvidos através de ferramentas que possam demonstrar antes da efetiva integração, as melhorias que poderão ser obtidas. O entendimento da cadeia por todos os principais envolvidos é fundamental para que cada um possa saber exatamente onde está inserido no contexto, o que cada membro espera dos outros e as conseqüências das falhas de cada um sobre os demais membros. A forma mais eficiente e eficaz para que todos tenham o entendimento necessário, é através da contextualização dos processos demonstrando a rede formada pela integração, permitindo que todos visualizem a verdadeira realidade e entendam seus papéis.

Uma ferramenta que pode ser usada para dar esta visão é a modelagem de processos. Os softwares de simulação também usados na modelagem de processos e avaliação de desempenho de sistemas, podem propiciar a visualização do fluxo dos processos dando a todos o entendimento necessário. Também permitem capturar e registrar a realidade, simular situações do negócio, experimentar alterações nos processos e promover a otimização das composições, além de facilitar a documentação e analisar as métricas de avaliação de desempenho dos envolvidos, fazendo com que todos se mantenham no caminho que leva aos objetivos do seu negócio.

Dentro da cadeia produtiva, o transporte é o único agente do processo que participa de todos os estágios, porém, nas estratégias de integração, normalmente tem sido relegado a um papel de coadjuvante, com os membros da cadeia subutilizando sua posição privilegiada, mesmo o transporte fazendo parte da logística, e sendo a logística responsável por grande parte do tempo de ciclo da produção e certamente, sendo o transporte o estágio com maior variabilidade entre todos os processos da cadeia.

Este papel de coadjuvante ao qual o transporte foi relegado, justifica-se em parte pela atuação do transportador tradicional que se preocupa apenas em deslocar os produtos no sentido do produtor para o consumidor e seu único foco são os produtos transportados. Já o operador logístico é um fornecedor de serviços integrados. Entre estes serviços destacam-se: o transporte, a armazenagem, o

planejamento logístico e na concepção proposta, consolidação e fornecimento de informações.

Esta pesquisa visa, portanto, utilizando simulação computacional avaliar alguns fatores relevantes no desempenho de cadeias produtivas e apresentar um caso bem sucedido de integração utilizando um operador logístico atuando como elo de ligação entre os componentes da cadeia, onde o operador logístico absorve as atividades do transportador tradicional e passa a atuar também como consolidador das informações da cadeia, recebendo as informações de todos os membros, agregando informações sobre o andamento da fase de transporte e armazenagem e disponibilizando estas informações aos demais componentes. Espera-se com isso, demonstrar o impacto dos fatores considerados para o desempenho da cadeia e os benefícios que poderão ser alcançados por todos os membros da cadeia pelas informações disponibilizadas e as facilidades proporcionadas, resultando em maior qualidade e eficiência na operação/gestão e pela otimização dos recursos de todos os estágios e agentes envolvidos.

1.1. PROBLEMA

O problema, portanto, foco desta pesquisa, diz respeito à falta de modelos analíticos que representem com precisão a complexidade envolvida para se estimar os fatores mais relevantes no desempenho de cadeias de suprimentos.

Devido a tal complexidade, acredita-se que o uso de ferramentas de simulação, principalmente, simulação discreta de alto nível (ex: Arena, Promodel, Simulink, etc.), irá facilitar a resolução do problema supra citado.

1.2. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos é a obtenção do melhor atendimento ao cliente, com o menor custo total possível e com a melhor rentabilidade. Para atingir estes objetivos, é fundamental que se melhore o desempenho interno de cada um dos processos das empresas componentes da cadeia. Mas, somente a eficiência interna não basta. É necessário que se administre

as interações entre os processos de negócio de cada um dos elementos participantes, de maneira a se obter um ótimo total e não somente uma eficiência localizada.

Este estudo pretende demonstrar, através de simulação computacional, as vantagens de uma maior integração da cadeia produtiva, identificando também outros fatores que, juntamente com a implementação de estratégias colaborativas, possam melhorar o desempenho de cadeias produtivas. Também será utilizado neste trabalho um caso real, que faz uso de um operador logístico como facilitador do processo de integração.

1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO

Para a gestão dos processos internos e para as interações entre os elementos da cadeia de suprimentos, além de esforços na utilização de diversas técnicas de gestão logística, é fundamental que se utilize intensamente as facilidades proporcionadas pelas ferramentas de simulação computacional, visando tomar decisões com a menor margem de riscos, operar com os maiores níveis de eficiência, e se comunicar com clientes e fornecedores da melhor maneira possível.

Para PORTER (1992), é função dos sistemas logísticos gerar transações de menor custo total e, ao mesmo tempo, maximizar o serviço ao cliente. Ainda nessa linha, CHRISTOPHER (1999) conclui que o gerenciamento da cadeia de serviços ao cliente é a função principal refletida no gerenciamento logístico. Fica evidenciado, com isso, o papel fundamental desempenhado pelo transporte na cadeia de suprimentos, pois, é através dele que fluem as mercadorias desde o produtor de matérias-primas até o consumidor final, passando pelos vários estágios (clientes) da cadeia, e sendo o transporte o agente que realiza as interações entre os vários elementos, o foco do trabalho se concentrara em levantar alguns dos fatores que interferem no desempenho das cadeias produtivas utilizando duas diferentes abordagens, da seguinte forma:

- a) Demonstrar através de simulação computacional, as vantagens de uma maior integração da cadeia produtiva, utilizando informações da demanda real do mercado no planejamento dos processos logísticos da indústria;

- b) Criar cenários de simulação para avaliar alguns fatores considerados mais relevantes no desempenho das cadeias produtivas e verificar através de DOE (*Design of Experiments*) quais destes fatores afetam mais significativamente o desempenho da cadeia;
- c) Apresentar através de um estudo de caso, um projeto de integração bem sucedido, utilizando a posição privilegiada do transporte para facilitar o processo de integração.

1.4. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA

A competição cada vez mais acirrada obriga as empresas a atuarem proativamente, otimizando a cadeia produtiva que as envolve, buscando parcerias e estabelecendo relacionamentos duradouros com clientes e fornecedores baseados na filosofia de que todos devem ganhar. Com isso, surge o advento da “organização em rede”, que se caracteriza pela união de diversas habilidades ou capacidades dos membros da rede ou cadeia de relacionamentos. Tais colaborações são um meio efetivo de satisfazer as necessidades dos clientes, de maneira lucrativa para as empresas, atingindo com isso, o objetivo final da maioria das organizações.

Tornar as cadeias de relacionamento ou cadeias produtivas mais eficientes requer um alto nível de informação e comprometimento mútuo entre as empresas envolvidas, afinal, o compartilhamento de informação de demanda, preços, estoques, etc. será o principal suporte para que a integração entre as empresas obtenha o sucesso desejado. Alcançar a integração de uma cadeia produtiva requer que os processos de todas as empresas da cadeia estejam integrados e funcionem adequadamente como se fossem um único processo, onde o planejamento, previsão e reposição sejam feitos de forma colaborativa, isto é, com a participação de todos.

O tema selecionado para o presente esforço de aprofundamento teórico-científico foi a apresentação das ferramentas de simulação na avaliação de desempenho de cadeias produtivas, focando na importância da integração entre os vários elementos envolvidos e destacando a participação do operador logístico neste processo, visto que a logística é o elo de ligação entre todos os elementos da cadeia e o agente responsável pelo transporte é o único que participa de todos os estágios desde o produtor de matérias-primas até o consumidor final.

A abrangência dos estudos envolvendo os processos logísticos, seguramente possibilitará uma compreensão apurada da sua complexidade e relevância dentro do cenário produtivo. Praticamente considerando-se que todos os setores das modernas economias demandam algum tipo de transporte ou armazenagem, a compreensão do elo transportador e sua integração com os demais elos da cadeia torna-se fundamental para atingir vantagens competitivas sólidas.

1.5. DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

Um dos principais desafios enfrentados pelas empresas é a redução da infraestrutura necessária objetivando ganhar competitividade através da redução de custos. Por outro lado, a significativa redução do ciclo de vida dos produtos faz com que as empresas busquem reduzir seus próprios ciclos de desenvolvimento e disponibilização dos produtos no mercado para capitalizar oportunidades. Em função disso, está ocorrendo um aumento da tecnologia embarcada nos produtos e isso faz com que empresas criem produtos utilizando vários componentes de diversos fornecedores, conseqüentemente, estão ocorrendo cada vez mais parcerias entre empresas.

A gestão eficaz destas parcerias depende da obtenção de informações na hora certa, com precisão e riqueza de detalhes para a tomada de melhores decisões para o negócio, sem expor as empresas a riscos desnecessários. Faz-se necessário portanto, a criação de perspectivas de planejamento avançado, onde a informação possa fluir com transparência entre os membros da cadeia produtiva.

Analisando este cenário a partir de uma perspectiva da logística, fica evidenciado que um fluxo de informações deficiente pode implicar em grandes volumes de estoques desnecessários, linhas de produção paradas por falta de matérias-primas, clientes insatisfeitos pela falta do produto desejado, etc., e como conseqüência, fazendo com que grandes volumes financeiros se deteriorem e deixem de cumprir seu papel na economia.

A integração da cadeia de suprimentos que visa criar o ambiente para que as informações e produtos fluam adequadamente entre os membros da cadeia, tem se deparado com barreiras como: a diversidade de sistemas de informação dos membros da cadeia; a dificuldade para monitorar o fluxo dos materiais após a sua

saída dos domínios da empresa produtora; a pressão pela redução de custos que leva as empresas a utilizar-se de agentes não especializados na realização de determinadas tarefas, destacando-se as tarefas que envolvem o transporte.

Considerando-se que as cadeias produtivas estão cada vez mais complexas e difíceis de gerenciar, faz-se necessário buscar alternativas mais eficientes para que a integração efetivamente ocorra e os objetivos das empresas sejam mais facilmente alcançados.

1.6. DETALHAMENTO DO PROBLEMA

SHAPIRO (1998) descreve a cadeia de suprimentos de uma empresa como sendo compreendida por facilidades geograficamente dispersas, tais como fábricas, centros de distribuição, fontes de suprimento de matérias-primas, armazéns/pontos de venda de atacadistas/varejistas interligados por um sistema de transporte capaz de promover a movimentação de matéria-prima, produtos intermediários e acabados entre os diversos pontos desta rede de facilidades. A administração eficaz desta rede não é fruto exclusivo do gerenciamento de seus custos. Fatores relacionados com a qualidade, nível de serviço e tempo de ciclo exercem forte influência no sucesso das empresas em manter ou expandir sua posição no mercado.

O problema da integração da cadeia de suprimentos se revela na dinâmica das relações entre seus elos e se reflete no tempo consumido nas fases de produção e entrega do produto. Tal dinâmica envolve questões referentes aos níveis de estoques (de matéria-prima, componentes e produtos acabados) e conseqüentemente em recursos financeiros alocados, à quantidade de recursos de produção e armazenagem (equipamentos, mão-de-obra, área e facilidades diversas) e aos métodos e processos adotados ao longo da cadeia e se refletirá diretamente na competitividade da cadeia como um todo.

PENNA (2001) afirma que, “analisando as ações empresariais para integração entre fornecedores, clientes e parceiros de negócio, percebe-se que quase todos os projetos são focados em uma grande organização patrocinadora, que busca obter benefícios para si através da integração. Em diversas situações os parceiros e fornecedores são envolvidos por imposição, como condição para se manter na

cadeia. Muito poucos são os projetos em que os atores de uma cadeia de valor em conjunto buscam a otimização global da cadeia”.

BOWERSOX e CLOSS (1996), ao destacarem a importância da informação como ferramenta estratégica para a logística, afirmam que sua importância não tem sido devidamente considerada e sua relevância não tem sido avaliada com o destaque merecido, e que cada erro na composição das necessidades de informação cria uma provável ruptura na cadeia de suprimentos.

Descrivendo as dificuldades encontradas nos processos de integração, WANKE (2002) afirma que, geralmente, as estratégias desenvolvidas com vistas a um gerenciamento efetivo e eficiente da cadeia de suprimentos fracassam porque os executivos de mais alto nível das empresas a percebem como um simples problema de distribuição física, e conseqüentemente não é dada ao processo de integração a devida importância, e adotando as abordagens tradicionais de integração da cadeia produtiva, os benefícios não conseguem justificar os investimentos necessários.

Apesar dos vários exemplos de empresas como Dell Computer, Toyota e Wal-Mart que conseguiram, através da integração da cadeia, obter uma vantagem competitiva sustentável com redução de custos e adição de valor aos seus produtos, percebe-se a preocupação dos vários autores em relação às dificuldades enfrentados nos processos de integração. Em função disso, faz-se necessário identificar os fatores com impacto mais significativo no desempenho das cadeias e buscar novas abordagens para tornar viável a integração das cadeias produtivas.

A utilização da posição estratégica do transportador, transformando o mesmo em um operador logístico para servir como facilitador da ligação da cadeia produtiva apresenta-se como uma alternativa que merece um estudo mais aprofundado porque se apresenta como solução para uma série de problemas enfrentados nos processos de integração, dentre as quais, pode-se destacar:

- a) A premissa básica para que qualquer parceria seja bem sucedida é a necessidade de agregar benefícios a todos os envolvidos. Neste sentido a parceria do operador logístico com a cadeia produtiva atende esta premissa no momento que proporciona redução de erros e retrabalhos, dando maior agilidade aos processos, porque todos os membros da cadeia poderão criar uma maior automatização de suas atividades utilizando as informações geradas nas fases anteriores dos processos e disponibilizando informações para as fases seguintes;

- b) A gestão do transporte tradicional, realizada pelos fornecedores da indústria, demanda esforços das empresas em uma atividade que não é a atividade fim da mesma. Considerando-se os baixos volumes transportados de cada agente individual, as empresas têm custos mais altos que a empresa líder da cadeia negociando o transporte de todos os seus fornecedores e distribuidores em conjunto;
- c) O operador logístico pode melhorar seus processos com as informações disponibilizadas pelos demais membros da cadeia no planejamento de sua operação e os demais membros poderão utilizar-se das informações disponibilizadas pelo operador logístico para planejar suas atividades;
- d) As fases da produção de um produto são normalmente representadas por períodos de tempo com pequenas variações, enquanto o estágio do transporte é a fase do processo que apresenta as maiores flutuações de tempo. A possibilidade de monitoramento desta etapa do processo certamente permitirá um melhor planejamento das etapas seguintes;
- e) A troca de informações diretamente entre a indústria e seus fornecedores (elo anterior) e distribuidores (elo seguinte), sem a participação do operador logístico, perdem um pouco da sua utilidade, já que uma grande parcela do tempo de ciclo do produto é representada exatamente pelo estágio de deslocamento (transporte);

Este trabalho se concentrará em demonstrar os benefícios que poderão ser obtidos utilizando-se um operador logístico como elo de integração da cadeia, desempenhando, além do papel de transportador dos materiais, também sendo um concentrador de dados dos processos, disponibilizando estes dados aos demais integrantes da cadeia e permitindo a todos utilizar tais dados para o planejamento das atividades de transporte, armazenagem e programação da produção. A ferramenta a ser utilizada para demonstrar a viabilidade, ou não, da alternativa proposta será a simulação computacional, através do desenho de cenários representando uma cadeia básica composta por: uma indústria, seus fornecedores, seus distribuidores e o mercado consumidor, contemplando vários fatores como aumento/redução dos níveis de estoque, aumento/redução do número de agentes em cada elo, aumento/redução do tamanho de lotes de compra, e cenário com integração e sem integração.

1.7. METODOLOGIA DE PESQUISA

Seguindo os métodos tradicionais de pesquisa, pode-se classificar a presente pesquisa da seguinte forma:

- Do ponto de vista de sua concepção, pode-se dizer que é uma pesquisa-ação, pois se trata de uma pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, incluindo perspectivas de construção de estratégias de enfrentamento aos problemas detectados (*THIOLLENT, 2002*).
- Do ponto de vista da forma de abordagem, pode-se dizer que é uma pesquisa quantitativa, pois considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir os processos e cenários em números, opiniões e informações para classificá-los e analisá-los (*NAKANO et al., 1999* e *SILVA, 2001*).
- Saindo dos métodos tradicionais de pesquisa e tomando por base o trabalho de *BEAMON (1999)*, esta pesquisa pode ser definida como uma pesquisa quantitativa axiomática, por se tratar de uma pesquisa que envolve simulação computacional. Neste tipo de pesquisa, tem-se duas fases principais. Inicialmente é necessário uma descrição detalhada das características do sistema em estudo (modelo conceitual) e a segunda etapa trata da utilização de um modelo específico para a resolução do problema, ou seja, neste caso a utilização de um software de simulação computacional para a modelagem e geração dos dados do sistema em estudo.

A metodologia utilizada neste estudo é baseada nas metodologias que envolvem o uso de simulação computacional, que de acordo com *FREITAS FILHO (2001)*; *PRADO (1999)*; *PEDGEN et al. (1995)*; *LAW e KELTON (1991)*; *KELTON e SADOWSKI (2002)*; *BANKS (1984)*, pode ser descrita nas nove etapas relacionadas a seguir:

1. Formulação e análise do problema: definição clara dos objetivos do estudo, isso é, determinar o porque do estudo e o que é esperado como resultado;

2. Planejamento do projeto: definição dos recursos a serem utilizados;
3. Definição do sistema: determinação dos limites e restrições na definição do sistema ou processos;
4. Formulação do modelo conceitual: desenvolvimento de um modelo preliminar para a definição dos componentes, variáveis descritivas, interações e lógicas do sistema;
5. Preparação dos dados de entrada: identificação e coleta dos dados necessários para a modelagem;
6. Modelagem: formulação do modelo em linguagem de simulação apropriada;
7. Verificação e representatividade: confirmação do funcionamento do modelo conforme previsto nas fases anteriores e validações para confirmar que as saídas são plausíveis;
8. Experimentação, análise e interpretação: execução da simulação para gerar os dados necessários produzindo inferências a partir dos dados produzidos pela simulação;
9. Confeção do documento final: uma vez que os resultados apresentados foram aceitos, deve-se produzir a versão definitiva da documentação do trabalho.

1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em sete capítulos estruturados da seguinte forma:

- a) O capítulo um trata da introdução, apresentando ao leitor os assuntos que serão abordados nos capítulos seguintes. Discute-se o objetivo do trabalho, a metodologia e o modelo de pesquisa. São apresentadas as hipóteses a serem analisadas na conclusão do trabalho.
- b) O segundo capítulo apresenta o cenário a ser abordado no projeto de pesquisa por fazer-se necessária uma limitação da abrangência do trabalho em função da complexidade do tema.
- c) O capítulo três faz uma revisão bibliográfica do tema abordado, com as contribuições de vários autores com considerações sobre a evolução dos conceitos abordados e alguns assuntos correlatos considerados importantes para a compreensão do assunto – como “simulação computacional”,

“logística”, “cadeia de suprimentos” e “nível de serviço” – também são explorados.

- d) O quarto capítulo irá apresentar o desenvolvimento do projeto de pesquisa, com a avaliação de desempenho logístico de cadeias produtivas, desenvolvido através de modelos de simulação. Contém, ainda, a definição do contexto de sua aplicação relacionando pré-requisitos para a integração, mesmo não havendo o aprofundamento dos mesmos.
- e) O quinto capítulo irá apresentar os resultados obtidos através das simulações dos diferentes cenários e a análise dos resultados decorrentes da aplicação do modelo com o objetivo de validar as hipóteses apresentadas.
- f) O sexto capítulo irá apresentar dados obtidos em um estudo de caso de um projeto real de integração utilizando um operador logístico com facilitador, demonstrando a complexidade do processo e os benefícios que foram obtidos com a estratégia adotada.
- g) O capítulo sete fica reservado às considerações finais, conclusões a respeito da aplicação e recomendações para futuros trabalhos.

Capítulo 2

Escopo e contextualização do projeto de pesquisa

A integração efetiva das cadeias produtivas é talvez o próximo grande desafio das empresas. Há entre as empresas e pesquisadores uma unanimidade em relação aos benefícios que poderão ser proporcionados por esta integração, porém, muitas das cadeias produtivas que estão trilhando este caminho estão se deparando com dificuldades como: resistência dos membros da cadeia em disponibilizar informações por medo que estas informações possam chegar aos concorrentes; questões tecnológicas e dificuldades para implementar novas funcionalidades em seu *Enterprise resource Planning* – ERP – normalmente desenvolvido por outras empresas; preocupação das empresas da cadeia com maior poder de barganha apenas em facilitar suas atividades sem a preocupação que isso se reverta em benefícios aos demais membros.

A abordagem que tem sido dada nos processos de integração de cadeias produtivas é normalmente com a empresa líder da cadeia disponibilizando informações de pedidos aos seus fornecedores e recebendo informações dos documentos gerados pelos seus fornecedores para facilitar suas tarefas administrativas e agilizar o recebimento dos materiais e entrada dos dados de estoque e provisionamento dos pagamentos. Normalmente as variações do *lead-time* do fornecedor proporcionado por ineficiências do transporte não são consideradas, prejudicando a performance do fornecedor junto à indústria. Esta ineficiência é difícil de ser mensurada já que existe uma caixa preta, ou um processo não monitorado pela cadeia, desde o momento que o fornecedor disponibiliza seus

materiais ao transportador até que o mesmo entregue estes materiais para a indústria.

Buscando alternativas para viabilizar a integração, este trabalho propõe uma nova abordagem para o processo através do envolvimento do operador logístico como facilitador da ligação da cadeia produtiva, cuja função que atualmente restringe-se ao transporte, sendo um mero movimentador de cargas, passando a incorporar também a função de concentração e distribuição das informações, assumindo também atividades de planejamento e coordenação.

A posição privilegiada do operador logístico na cadeia favorece esta mudança de perfil e as informações que passarão a fluir pela cadeia através do mesmo terão um significativo ganho de qualidade à medida que terão agregadas informações de posicionamento da carga. Esta informação é fundamental para eliminar a caixa preta existente entre o fornecedor de materiais e a indústria, com isso as ineficiências do processo ficarão evidenciadas permitindo que ações de melhoria sejam desenvolvidas no sentido de eliminá-las. Outra vantagem da maior visibilidade do fluxo dos materiais pela cadeia está na possibilidade de utilização das informações de materiais em trânsito para o planejamento da produção, pois, as informações serão mais confiáveis permitindo a antecipação de fases do processo.

As tecnologias necessárias para que isso seja viabilizado já estão disponíveis e dentro de patamares aceitáveis de custo. Segundo Bowersox (1998), o que se exige hoje, do gerenciamento de uma cadeia de suprimentos é criar as melhores práticas da era da informação. Isto significa começar a desenvolver soluções para colocar produtos e serviços ao alcance do consumidor de forma mais eficiente do que a tradicional. Porém o que se percebe nos projetos de integração da cadeia é uma imposição da empresa líder no sentido dos seus fornecedores disponibilizarem informações sobre estoque e processos sob pena de serem substituídos, sem que recebam em troca a devida contrapartida.

No modelo de integração proposto neste trabalho, espera-se que todos se beneficiem com o uso das informações disponibilizadas da seguinte forma:

- a) Indústria → Operador Logístico: A Indústria fornecendo informações da sua posição de estoques, sua demanda e planejamento de coletas ao operador logístico, assim este poderá planejar as coletas junto aos fornecedores da indústria. Seu trabalho ganhará maior confiabilidade porque a informação disponibilizada pela indústria será inserida em seu sistema de gestão sem

erros e com maior agilidade. De posse destas informações, o operador logístico poderá planejar as coletas otimizando seus recursos, sem comprometer a operação da indústria.

- b) Operador Logístico → Fornecedores: Os fornecedores receberão do operador logístico as informações sobre a previsão de coletas, podendo negociar diretamente antecipações ou postergações nas coletas considerando o não comprometimento dos níveis de estoques da indústria, sem a necessidade do envolvimento direto da indústria. Isto se torna possível com o operador logístico tendo a sua disposição as informações de níveis de estoque e demanda da indústria, possibilitando a tomada de decisões confiáveis.
- c) Operador Logístico → Indústria: A indústria por sua vez libera-se da atividade de notificar os fornecedores das coletas que serão efetuadas e da intermediação do processo entre transportador e fornecedor. Também passa a ter o controle sobre o fluxo dos materiais e passa a saber exatamente onde o seu material está com base nos posicionamentos fornecidos pelo operador logístico, podendo inclusive antecipar fases do planejamento da produção considerando estoques em trânsito.
- d) Fornecedores → Operador Logístico: Com a atuação do operador logístico o fornecedor libera-se das atividades de agenciamento de transporte e controle do processo de entrega, concentrando-se na produção. Sua responsabilidade acaba quando os materiais são entregues ao operador logístico;
- e) Todos os envolvidos poderão ser beneficiados com a redução de custos de transporte a medida que a negociação é feita com base nos volumes totais da cadeia, com isso, os custos se reduzem em relação às negociações efetuadas individualmente por cada fornecedor. O operador logístico, por sua vez, consegue melhorar sua eficiência através de um melhor aproveitamento dos seus recursos.

A vantagem desta abordagem está no fato da informação fluir entre os membros da cadeia sem gerar atividades adicionais. Pelo contrário, a informação que parte da indústria já está disponível em seu ERP e será utilizada pelo operador logístico para o seu planejamento. Os estágios do processo do operador logístico

que permitirão aos fornecedores e a indústria acompanhar o fluxo dos produtos na cadeia também já são gerados pelo operador logístico no desempenho das suas atividades. A concentração das informações em um ponto central - o operador logístico - permite aos membros da cadeia que desejarem utilizá-las, fazê-lo sem a necessidade de envolver outros membros.

Enquanto na abordagem tradicional o material flui do fornecedor, passando pelo transportador para chegar na indústria e as informações seguem direto do fornecedor para a indústria, nesta abordagem o fluxo das informações segue o mesmo fluxo dos materiais, passando por todos os estágios e a indústria consegue acompanhar este fluxo e com isso saber exatamente onde está seu produto e fazer um planejamento avançado com base em informações mais precisas.

A opção pelo desenvolvimento deste trabalho se deu por estar abrangendo um assunto atual, o qual está atingindo fortemente as empresas com o advento da globalização, e está intrinsecamente ligado à complexidade dos processos que envolvem várias empresas durante todo o ciclo, desde a obtenção da matéria-prima até o consumidor final.

2.1. MODELO PROPOSTO

O Projeto de pesquisa proposto se concentrará em avaliar alguns dos principais fatores que têm impacto no desempenho de cadeias produtivas.

Considerando-se os exemplos bem sucedidos de empresas da nova economia – destaque para AMAZON e DELL - que estabeleceram parcerias estratégicas com operadores logísticos para a gestão da logística de distribuição, posicionando seus clientes com as informações disponibilizadas pelo operador logístico, a proposta do trabalho é avaliar os fatores mais relevantes no desempenho de cadeias produtivas, principalmente o fator colaboração com o aprofundamento das parcerias entre as áreas responsáveis pela logística de abastecimento da manufatura.

2.1.1 Fatores considerados

A abordagem proposta não se aplica indistintamente a qualquer cadeia produtiva, sendo que o processo deve ser viabilizado economicamente tanto para a indústrias como para seus parceiros, neste sentido são relacionados a seguir alguns dos principais fatores a serem considerados:

- a) Tamanho das empresas industriais da cadeia;
- b) Nível de informatização (integração interna) dos envolvidos na cadeia produtiva;
- c) Localização geográfica (dispersão) dos principais estágios da cadeia produtiva;
- d) Estágio de estruturação e padronização interna dos participantes;
- e) Variedade de produtos e volumes produzidos;
- f) Produção puxada (*pull*) ou empurrada (*push*).

Para um eficiente processo de planejamento logístico, quatro áreas chaves são fundamentais:

- a) Níveis de serviços aos clientes;
- b) Localização de instalações;
- c) Decisões de estoque;
- d) Decisões de transporte.

Alguns aspectos são essenciais no planejamento da integração da cadeia e a definição dos elementos a serem envolvidos deve ser dimensionada adequadamente para que não fiquem de fora agentes fundamentais, a mesma preocupação deve-se ter para que não sejam envolvidas empresas que nada agregarão ao processo, além de complexidade. Os principais aspectos a serem considerados são:

- a) Demanda – os níveis de demanda e a distribuição geográfica da mesma afetam sobremaneira o processo de planejamento da cadeia, pois definem quais os esforços de vendas e, conseqüentemente, quais os gastos deverão ser efetuados com objetivo de maximizar os resultados da empresa;

- b) Características do produto – os custos logísticos são sensíveis a características como peso, volume, valor e risco associado ao produto. Assim, essas características influenciam em vários aspectos da cadeia de suprimentos, devendo portanto, ser levadas em consideração na definição dos planos;
- c) Serviço ao cliente – o serviço inclui disponibilidade de estoques, rapidez na entrega, rapidez e precisão nos dados disponibilizados. Isso afeta o planejamento pois define quais os custos relacionados e qual a satisfação do cliente pretende-se atingir;
- d) Custos logísticos – os custos incorridos nos processos de suprimento e distribuição são de grande importância para o planejamento, pois definem as políticas de obtenção e de entrega, gerando pressões sobre a rentabilidade das empresas;
- e) Política de precificação – a política de precificação ou fixação de preços é outro fator de grande relevância, pois qualquer alteração nesta pode afetar a competitividade da empresa. Uma das modificações críticas nas políticas de preços é a mudança da forma de cobrança do frete (FOB para CIF, ou CIF para FOB). Além de afetarem os custos, algumas decisões de precificação podem alterar também as responsabilidades dos vários elos da cadeia de abastecimento.

Portanto, a integração de uma cadeia produtiva onde os fornecedores estão geograficamente dispersos, os volumes envolvidos (físicos e financeiros) são pequenos, há uma variedade muito grande de fornecedores e produtos e a informatização é incipiente, neste ambiente, buscar a integração da cadeia pode ser uma tarefa pouco produtiva e a perspectiva de resultados é pequena.

2.1.2 Hipóteses

A principal hipótese a ser considerada é que com a utilização da posição privilegiada do transportador na cadeia, além de reduzir as incertezas e custos, o transportador tem facilidade para atuar como um concentrador de informações, agregando benefícios a todos os envolvidos e facilitando o processo de integração.

O estreitamento das relações entre os membros da cadeia que produzem bens materiais (componentes e produtos) e o setor de transporte que é responsável por deslocar estes bens dentro da cadeia, por si só deve reduzir as incertezas decorrentes do tempo de entrega, incertezas estas que tem como consequência a necessidade de aumento dos estoques.

O papel do operador logístico como consolidador das informações da cadeia irão facilitar o desempenho da sua atividade atual de movimentação de materiais dando uma maior qualidade ao seu trabalho, porque as informações que o transportador receberá dos demais integrantes irão permitir ao mesmo um melhor planejamento de suas atividades.

A disponibilização de informações pelo operador logístico sobre o andamento do processo de deslocar os produtos dos fornecedores de matéria-prima até os fabricantes reduzirá a necessidade de estoques de segurança e permitirá a antecipação das fases de planejamento da produção;

2.1.3 Resultados esperados

Uma das características essenciais em qualquer empreendedor é acreditar nas suas convicções e ter a visão necessária para perguntar as questões certas com a determinação de continuar fazendo perguntas até obter respostas satisfatórias. Em um mundo globalizado, onde a maioria das empresas competem entre si, e conseqüentemente, os caminhos percorridos por cada um, sejam os caminhos e diferenciais que levaram ao sucesso ou ao fracasso, dificilmente são divulgados pelas empresas que já alcançaram estágios superiores. Sobram duas alternativas para as empresas:

- a) Trilhar os mesmos caminhos percorridos pelos outros, expondo-se aos mesmos riscos e com a consciência que estará correndo atrás do seu concorrente;
- b) Construir cenários apoiados por ferramentas, como simulação, por exemplo, através das quais é possível identificar tendências e antecipar-se aos problemas e ameaças, reduzindo sensivelmente os custos e riscos, focando os esforços nas ações que se apresentarem mais eficientes.

Considerando-se as cadeias produtivas, onde as constantes mudanças alteram continuamente as fronteiras de atuação das empresas e cada vez menos produtos têm sua produção iniciada e concluída dentro de uma mesma empresa, ou seja, na maioria dos casos o produto é na verdade uma junção de vários outros produtos, isso faz com que os processos das empresas se tornem cada vez mais complexos e cada empresa busca limitar suas operações nas atividades onde possui maior competência, selecionando parceiros capacitados que possam desempenhar as demais atividades com a mesma e muitas vezes com maior competência, porém, o cliente final não quer saber quem está produzindo o seu produto contanto que o mesmo seja fornecido dentro das condições de preço, prazo e qualidade esperada.

Se a gestão dos processos de uma empresa é uma tarefa complexa que faz com que as mesmas abram mão de algumas de suas atividades em favor de parceiros, a construção e a administração desta rede de parceiros torna-se uma tarefa extremamente complexa e exige sofisticados sistemas de informação e ferramentas de análise para avaliar se cada membro está realizando suas atividades dentro dos níveis de desempenho esperado. Comenta-se sobre a utilização de ferramentas de *e-procurement*, *supplier relationship management*, *data warehouse* e *business intelligence* e realmente são instrumentos eficazes para a gestão de uma cadeia estabelecida, porém, para que a rede (cadeia) exista, há fases anteriores tão ou mais importantes que o gerenciamento, pois, a fase de construção de alianças e definição dos papéis é o alicerce da cadeia. Normalmente nesta fase, a utilização de uma ferramenta de simulação é de extrema importância para a modelagem dos processos, facilitando a todos os envolvidos a compreensão das expectativas dos demais em relação ao seu desempenho e demonstrando os impactos de um desempenho inadequado ou eventual problema causado por falhas em cada um dos elos da cadeia.

A utilidade das ferramentas de simulação não termina com a implantação da integração da cadeia, até porque, é um processo sem fim e sem retorno, onde a sobrevivência exige constante evolução. Neste sentido, as ferramentas de simulação continuam a fornecer subsídios para a tomada de decisões mais eficazes e permitem o acompanhamento do desempenho dos membros da cadeia.

Muitos fatores estão envolvidos nos processos de qualquer empresa, tornando praticamente impossível a construção de estratégias genéricas, aplicáveis

a qualquer tipo de empresa, A Simulação permite a modelagem de sistemas e processos, dando apoio à tomada de decisão, possibilitando a redução de riscos e custos envolvidos. O objetivo deste trabalho vai além, pois a modelagem é principalmente uma ferramenta que permite às pessoas entenderem os processos com um todo e com isso poderão propor e aceitar melhorias mais facilmente, porque conseguem mais facilmente entender onde o seu trabalho afeta e/ou é afetado pelos demais processos.

Na implantação da integração de cadeias produtivas, está sendo negligenciada uma das primeiras fases do processo, que é o mapeamento do fluxo das informações e materiais e com isso estão sendo gastos tempo e grandes volumes financeiros em ferramentas que não atingirão as expectativas. A utilização de ferramentas de simulação para modelar o processo antes do desenvolvimento do projeto, pode reduzir significativamente os custos, tempo de desenvolvimento e principalmente os riscos envolvidos em projetos de melhoria de gestão e operação de sistemas.

FIGUEIREDO e ARKADER (2003), por exemplo, avaliam que o estágio do transporte na cadeia representa uma grande parcela do tempo total de ciclo do produto e é também a fase de maior incerteza no processo por vários motivos:

- a) O transportador vem sendo explorado e tratado como um mal necessário, com as empresas buscando reduzir a valores mínimos seus custos nesta fase do processo;
- b) O transporte tradicional é uma verdadeira caixa preta, ou seja, tem um ponto de entrada e um ponto de saída, e os demais envolvidos (fornecedor e cliente) não sabem o que está acontecendo enquanto o produto está nesta fase do processo;
- c) As flutuações de tempo entre operações são muito grandes, obrigando as empresas a manterem altos volumes de investimentos em estoques de segurança;
- d) A gestão do transporte gerenciado por cada um dos agentes da cadeia dificulta a padronização dos processos, gera atividades de controle em todos os agentes e conseqüentemente há custos redundantes, perda de qualidade e aumento das ineficiências.

Entre os principais resultados que se espera demonstrar com o projeto de pesquisa estão:

- a) Os diferentes níveis de estoque necessários para atender a linha de produção e o mercado consumidor em função das incertezas de entrega;
- b) As vantagens de utilizar-se de informações sobre o andamento das etapas anteriores e posteriores ao processo de produção, possibilitando a antecipação de etapas de planejamento e as conseqüentes reduções nos níveis de estoques.

Como pontos fortes da abordagem proposta, destaca-se a interatividade das ferramentas de simulação, que permitem a construção de cenários dinâmicos, contemplando as várias alternativas de solução, com isso, permitindo a comparação das vantagens e desvantagens de cada alternativa.

Como fatores negativos, deve ser considerada a pouca disponibilidade de informações a respeito das situações analisadas. Esta ausência de dados deve-se ao fato de que as experiências neste sentido são insipientes e ainda não consolidadas.

2.1.4 Dificuldades esperadas

Historicamente, mesmo após a disseminação da tecnologia da informação, percebe-se inúmeros exemplos de empresas que prosperaram enquanto dirigidas por seu fundador e sucumbiram quando este se fez ausente. Estas empresas, durante décadas foram líderes ou pelo menos referências em seus segmentos e que mesmo sem grandes mudanças em seus quadros não demonstraram a mesma solidez que tinham enquanto geridas pelo fundador que detinha informações estratégicas, informações estas que se perderam junto com o líder. O Exemplo acima tem por objetivo ilustrar a dificuldade das pessoas em compartilhar informações estratégicas ou que julgam ser estratégicas e o sucesso de um processo de integração da cadeia produtiva é totalmente dependente de informações, informações estas que muitas empresas (através das pessoas) resistem em fornecê-las por imaginar que perderão sua estratégia competitiva, mesmo que esta não divulgação possa significar a falência do seu negócio.

Outra dificuldade que se percebe como preocupação comum dos autores em relação aos processos de integração, está na falta de uma visão global da cadeia por parte dos envolvidos, ou seja, cada membro sabe desempenhar sua função operacional, mas, não tem conhecimento dos pontos onde seu trabalho afetará as fases anteriores ou seguintes do processo produtivo e concentra-se no desempenho da sua função específica sem preocupar-se com os demais elos.

Neste sentido, espera-se com a utilização de ferramentas de simulação, permitir demonstrar os benefícios que poderão ser obtidos com a integração efetiva quebrando as resistências em disponibilizar informação e facilitando o entendimento dos envolvidos em relação aos impactos do trabalho de cada um no desempenho global da cadeia.

2.2. CENÁRIO CONSIDERADO

A logística pode ser entendida como a gestão de fluxos. O primeiro é o físico, que se inicia com a aquisição da matéria-prima e termina com a venda do produto. Este fluxo faz com que recursos financeiros sejam despendidos para a compra, a transformação e a movimentação de materiais. Ao aprofundar esta idéia, pode-se notar que para sua operacionalização são necessárias instalações, equipamentos, mão-de-obra, aquisição de materiais e contratação de serviços. Portanto, as atividades logísticas são consumidoras dos recursos financeiros. Segundo BALLOU (1993), o custo logístico é o segundo maior dispêndio de uma empresa e perde somente para o custo do produto.

O segundo fluxo é o das informações, que começa no cliente e deve orientar o fluxo físico. Caso isto não aconteça, a utilização de recursos será feita de forma equivocada e ineficiente. Durante muito tempo, a importância deste fluxo foi subestimada, pois as empresas, contando com recursos financeiros abundantes e baratos não se preocupavam com a gestão da informação e preferiam formar grandes estoques para se proteger de incertezas e erros de previsões. Com a mudança deste cenário, os juros subiram e os recursos materiais passaram a ser escassos e caros. Tornou-se imperativo substituir estoques, que são vorazes consumidores de recursos, por informação. Ou seja, passou a ser necessário sincronizar o fluxo físico com o de informações para racionalizar a utilização de recursos e otimizar o desempenho do sistema. Essa sincronização permite que os recursos sejam requisitados e utilizados somente quando necessários, como prega a filosofia *just-in-time*, diminuindo o tempo que fica parado no sistema. Os produtos são fabricados à medida que são consumidos e solicitados pelos clientes. Torna-se possível impedir que sejam formados estoques desnecessários e que recursos sejam alocados a produtos que não são desejados naquele momento pelo cliente.

As tentativas de sincronizar o fluxo físico com o fluxo de informações esbarram em diversas dificuldades como: estágio de informatização das empresas; resistências das empresas em fornecer as informações aos demais integrantes da cadeia; diferentes plataformas tecnológicas; número de elementos envolvidos; falta de padrões de fato estabelecidos para a troca de informações. Considerando-se todos estes fatores, é praticamente inviável considerar a integração direta entre os

agentes, sendo necessário eleger um elo da cadeia para concentrar as informações e receber os dados disponibilizados por todos os demais envolvidos, disponibilizando estas informações de forma estruturada em um único local para todos os membros da cadeia que precisarem fazer uso destas informações.

Considerando-se também que o transportador é o único envolvido na cadeia que tem relacionamento direto com todos os demais membros, porque é o responsável pelo deslocamento das matérias-primas no sentido dos fornecedores para o fabricante e do fabricante para os distribuidores, chegando até o mercado consumidor. Este mesmo transportador, muitas vezes pela falta de informações é também o responsável pelo processo com maior oscilação nos tempos da cadeia, impactando significativamente nos níveis de estoques e tempos totais do ciclo de produção.

O cenário a ser analisado é a mudança de perfil do transportador tradicional, transformando-o em um operador logístico, que passará a ter, além da tarefa de movimentação dos materiais, também o papel de consolidador das informações da cadeia. Para demonstrar ou não a viabilidade desta mudança, será utilizado o recurso de modelagem de processos através de simulação computacional, construindo cenários para demonstrar os ganhos de eficiência que poderão ser obtidos com mudanças nos procedimentos logísticos.

Dada a complexidade do tema e as dificuldades em coletar informações reais, o projeto de simulação se desenvolverá considerando um cenário teórico-conceitual envolvendo uma indústria que recebe componentes de seus fornecedores, industrializa estes componentes e vende os produtos acabados aos distribuidores/varejistas que tem a responsabilidade de atender o mercado consumidor.

2.2.1 Cenário básico

O cenário a ser analisado segue a concepção de UEHARA (2003), onde “para cada interação entre as empresas na cadeia de suprimentos existe um relacionamento que se concretiza através do fornecimento e da aquisição de produtos e serviços. Dessa forma, em cada elo da cadeia existe um relacionamento em que o cliente (próximo elemento da cadeia) coloca um pedido de abastecimento ao seu fornecedor (elemento anterior). Esse fornecedor responde entregando o produto ou realizando o serviço requisitado. Este movimento se repete infinitas vezes entre todos os pares fornecedor-cliente da cadeia e ao longo de todos os níveis. Por isso é chamado de ciclo, pois é indefinidamente repetitivo”.

No processo considerado, a indústria recebe os pedidos dos varejistas que são atendidos a partir de um estoque de produtos acabados, que são montados com componentes adquiridos de fornecedores.

A inexistência de estoque de produtos acabados, em quantidade suficiente para o atendimento do pedido do distribuidor/varejista, coloca o pedido em uma fila aguardando a produção.

A fase de produção da indústria somente é iniciada se existir matérias-primas no estoque da indústria e seu acionamento é definido com base em níveis mínimos de estoque de produtos acabados.

As matérias-primas (componentes) são adquiridas pela indústria junto aos seus fornecedores com base na demanda e critérios de estoque mínimo.

Os fornecedores, por sua vez, somente iniciam a produção após o recebimento do pedido da indústria e tendo disponibilidade de matérias-primas que são adquiridas por ele junto a seus fornecedores.

2.2.2 Cenários simulados

Para o desenvolvimento do projeto, será desenvolvido um modelo que permite simular 16 diferentes cenários, sendo que a transição de um cenário para outro irá ocorrer através da mudança de fatores, representando diferentes estratégias da cadeia. Tais fatores são:

- a) A opção dos distribuidores de atuar com maior ou menor estoque de segurança, variando os períodos de cobertura de demanda entre 5 e 25 dias;
- b) A opção da cadeia de atuar com mais ou menos elementos em cada elo, simulando a atuação com 10 e 50 distribuidores;
- c) A indústria entregando aos seus distribuidores em lotes maiores ou menores, avaliando a atuação com lotes de 20 unidades e lotes de 100 unidades;
- d) Considerando cenários com e sem colaboração, sendo que no cenário sem colaboração, cada elo trata seus processos com base nas informações dos pedidos que recebe e nos cenários com colaboração, a indústria utiliza a demanda real do mercado consumidor (através de informações recebidas dos distribuidores) para projetar a compra de matérias-primas e sua produção.

Capítulo 3

Referencial Teórico

Neste tópico será feita uma avaliação de pontos que influenciaram definitivamente e fizeram com que a atenção deste trabalho fosse voltada ao processo de integração da cadeia de suprimentos através de uma coletânea de artigos e livros que fazem referência aos temas “Simulação Computacional, Logística e Cadeia de suprimentos”, relacionando as principais experiências e constatações de seus autores.

Em muitos casos, cadeia de suprimentos é confundida com logística e em outros, logística é mencionada com transporte. Também há o entendimento que são processos relacionados, mas, não são a mesma coisa. Transporte refere-se às operações de planejamento e movimentação de materiais, a logística por sua vez, apesar de abranger o transporte, é muito mais ampla e já apresenta integração entre as empresas com troca de informações objetivando que cada uma das empresas envolvidas atinja seu melhor desempenho. A gestão da cadeia de suprimentos por sua vez é ainda mais abrangente e a integração existente entre as empresas é ainda mais ampla que na logística, chegando inclusive ao planejamento e desenvolvimento conjunto de produtos e o objetivo de atingir o melhor desempenho passa a ser global, ou seja, na cadeia de suprimentos, todos os envolvidos passam a ter um objetivo comum.

3.1. CADEIA DE SUPRIMENTOS

CHRISTOPHER (1999) definiu a cadeia de suprimentos como: “compreende a necessidade de estender a lógica da integração para fora das fronteiras da empresa, incluindo fornecedores e clientes; tendo no fato que, modernamente, a vantagem competitiva de uma empresa somente pode ser alcançada através de produtividade (custo adequado) e diferenciação do produto (inovação, qualidade e nível de serviço), provendo benefícios de todas as partes envolvidas”.

HANDFIELD & NICHOLS (1999) descrevem a cadeia de suprimentos compreendendo todas as atividades ligadas ao fluxo e à transformação pelo qual passam os produtos e os serviços, desde a matéria-prima até o consumidor final, assim como o fluxo de informações a ela associada. A gestão da cadeia de suprimentos compreende o gerenciamento destes fluxos ao longo da cadeia.

TURBAN *et al.* (2000) descrevem os principais benefícios do SCM como sendo: a redução da incerteza e riscos ao longo da cadeia, afetando positivamente os níveis de estoque, tempo envolvido, processos e serviços ao cliente, contribuindo para aumentar o lucro e a competitividade dos envolvidos na cadeia.

STRATI (1995) afirma que as organizações estão deixando de ser sistemas relativamente fechados para transformarem-se em sistemas cada vez mais abertos. As fronteiras estão se tornando cada vez mais permeáveis, e em muitos casos difíceis de se identificar. A separação entre empresa e o ambiente passa a ser delimitada por uma tênue linha divisória, incerta e mutável. Muitas vezes, a empresa se confunde com o ambiente, misturando fornecedores e clientes. Fica difícil saber onde termina a cooperação e começa a concorrência.

LIMA *et al.* (2003) confirma esta proposição argumentando que na literatura sobre organizações, tanto os trabalhos acadêmicos quanto aqueles direcionados ao mundo executivo, está repleta de referências sobre cadeias produtivas. Os temas mais explorados são *networks*, cadeias de valor virtual, clusters, *Supply Chain Management* entre outros. Todas essas correntes apontam para uma única direção: as empresas precisam repensar suas estratégias competitivas, competências centrais e principalmente fronteiras organizacionais.

LAMBERT *et al.* (1998) entendem que o SCM pode ser considerado uma tentativa de estabelecer um corte transversal das fronteiras organizacionais visando viabilizar a gestão de processos entre corporações. Os próprios autores advertem que “gerenciar uma cadeia de suprimento é uma tarefa desafiadora e que é muito mais fácil escrever definições sobre esses processos do que implementá-los”.

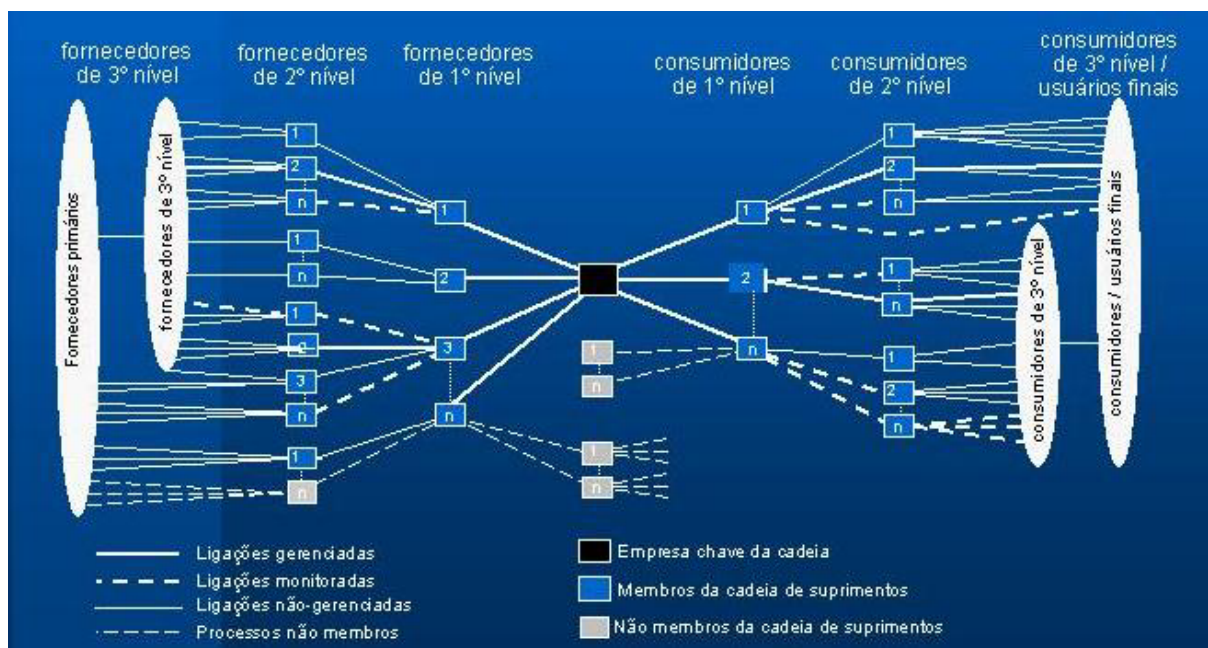


Figura 1: adaptado de Lambert *et al.* (1998) - Tipos de ligação dos processos de negócio entre empresas.

LIMA *et al.* (2003) referenciando FLEURY, cita que o sucesso no gerenciamento de cadeias de suprimento é considerado por muitos a última fronteira na redução de custos, sendo também um diferencial competitivo que não pode ser descartado no processo de globalização em que vivemos. Num ambiente cada vez mais competitivo, a pressão do mercado por uma crescente variedade de produtos e por melhores níveis de serviço ao menor custo possível, a tendência à especialização via terceirização/desverticalização e a evolução cada vez mais rápida das tecnologias de informação e de telecomunicações têm feito com que a logística integrada e o SCM estejam cada vez mais presentes na agenda das empresas de todo o mundo.

Neste sentido, a adoção de abordagens sofisticadas de gerenciamento do processo logístico tem representado um ponto chave para a efetivação e sustentação de estratégias mercadológicas promissoras. Nesse contexto, a logística evoluiu na sua base conceitual, passando a considerar de forma sistêmica todas as atividades, relacionadas direta e indiretamente aos fluxos físico e de informação.

Conforme argumentou BALLOU (1993), o conceito básico de logística, do qual evoluíram vários outros é “colocar o produto certo, na hora certa, no local certo e ao menor custo possível”. Apesar de ser um conceito genérico, reflete de forma clara a abrangência e o objetivo da logística.

LAMBERT (1993) menciona que: “gerenciamento integrado de logística se refere à administração das várias atividades como um sistema integrado”. Nas empresas que não têm essa visão, a logística acaba sendo um conjunto fragmentado e normalmente não coordenado de atividades espalhadas por vários departamentos da empresa. Nesta perspectiva, atividades como transportes, armazenagem e processamento de pedidos são vistas como atividades-fim, ao invés de como partes que contribuem para um desempenho ótimo da logística da empresas como um todo.

Entretanto, o conceito de custo atrelado à integração das atividades logísticas é o de custo total conforme BOWERSOX *et al.* (1992). Isto é, o conceito de gerenciar a logística de forma integrada tem como base à análise do custo total, que pode ser definida como a minimização dos diversos custos das atividades logísticas, tais como transporte, armazenagem, inventário e sistemas de processamento de pedido. Assim, com a abordagem de logística integrada, ao invés de se encarar as atividades logísticas como um fim e tentar reduzir seus custos individualmente, é necessário procurar enxergá-las de maneira integrada, objetivando o custo total mínimo para o nível de serviço almejado.

LIMA *et al.* (2003) destaca a definição dada pelo CLM para o SCM: “SCM é a coordenação estratégica e sistêmica das funções de negócio tradicionais bem como as ações táticas que perpassam essas funções numa companhia e através de negócios dentro da cadeia logística com o propósito de aprimorar a performance de longo prazo das companhias individualmente e da cadeia de suprimento como um todo”

LIMA *et al.* (2003) descrevendo o conceito de *Supply Chain Management* (SCM), afirma que apesar de alguns profissionais o considerarem simplesmente como uma extensão da logística integrada para o ambiente externo às fronteiras organizacionais, englobando clientes e fornecedores da cadeia de suprimentos, a proposta está entre as dimensões que permitem alcançar a excelência logística. As próprias definições de logística apresentadas indicam a integração interna, ou seja, o gerenciamento integrado dos diversos componentes do sistema logístico, como fator

indispensável à obtenção de operações com baixo custo. A otimização do custo total, entretanto, não pode ser alcançada sem o envolvimento dos demais atores da cadeia logística, supondo a necessidade de um gerenciamento interorganizacional.

CHRISTOPHER (1999) também amplia o conceito, considerando que “a logística empresarial abrange as áreas que tratam diretamente com o fluxo de beneficiamento das matérias-primas em produtos acabados, tanto no aspecto interno de uma organização empresarial quanto no aspecto externo, envolvendo todos os fornecedores de matérias-primas e partes que compõe um produto, até o ponto de ocorrência da demanda deste produto pelo consumidor final”.

Para FLEURY e WANKE (2000) a integração externa, outra das dimensões de excelência logística, significa desenvolver relacionamentos cooperativos com os diversos participantes da cadeia de suprimentos, baseados na confiança, capacitação técnica e troca de informações. A integração externa permite eliminar duplicidades, reduzir custos, acelerar o aprendizado e customizar serviços.

Na realidade toda mercadoria, antes de se tornar um produto a ser consumido ou utilizado por um determinado cliente final, segue um caminho que vai desde o produtor da matéria-prima ou do conjunto de produtores de matérias-primas, até o consumidor final, passando pelas etapas de processamentos e comercialização.

Durante todo este percurso, empresas diferentes se relacionam entre si, trocando informações e produtos. Por isso, considera-se que este caminho é feito por elos ou pares de relacionamento fornecedores/clientes; dessa forma, é dado o nome de cadeia (cadeia de abastecimento, cadeia de suprimentos ou cadeia de distribuição). O complemento dado a esta nomenclatura é feito de acordo com o ponto vista que se adota.

Do ponto de vista de quem fornece produtos e serviço a outras empresas, esta cadeia é chamada de distribuição.

Do ponto de vista de quem adquire produtos e serviços de outras empresas, esta cadeia é chamada de suprimentos ou abastecimento.

Em linhas gerais, podemos definir *Supply Chain* como sendo uma coleção interdependente de etapas de troca de informações e acompanhamento com o objetivo de atender as expectativas dos consumidores e consiste de: transporte, recursos financeiros, infra-estrutura e segurança, tecnologia da Informação, educação e treinamento, relações humanas e armazenamento.

FLEURY (1999) se contrapõe aos autores que definem o conceito de *Supply Chain Management* como uma simples extensão da logística integrada, citando os resultados obtidos pelas empresas que conseguiram implementá-lo com sucesso e inclui um conjunto de processos de negócios que em muito ultrapassa as atividades diretamente relacionadas com a logística integrada. Além disso, existe uma clara e definitiva necessidade de integração de processos na cadeia de suprimentos. O desenvolvimento de novos produtos é talvez o mais óbvio deles, pois vários aspectos do negócio deveriam ser incluídos nesta atividade, tais como: o marketing para estabelecer o conceito; pesquisa e desenvolvimento para a formulação do produto; fabricação e logística para executar as operações; e finanças para a estruturação do financiamento. Compras e desenvolvimento de fornecedores são outras duas atividades que extrapolam funções tradicionais da logística, e que são críticas para a implementação do SCM.

FLEURY (1999) menciona as grandes transformações nos conceitos gerenciais ocorridas nos últimos 20 anos motivados pelo movimento da qualidade total e o conceito de produção enxuta que trouxeram consigo técnicas e procedimentos como o JIT, CEP, QFD, SMED, *Kanban* e engenharia simultânea, amplamente adotadas em quase todos os países industrializados de economia de mercado, estas técnicas e procedimentos contribuíram para um grande avanço da qualidade e produtividade. Nesta mesma onda também surgiram outros dois conceitos que vêm empolgando as organizações produtivas, são elas: A logística Integrada e o SCM.

FONSECA (2001) descreve a cadeia logística como o canal de movimento do produto ao longo do processo industrial até os clientes. Mas pode-se dizer simplesmente que é a sucessão de manuseios, movimentações e armazenagens pelas quais o produto passa desde que é matéria-prima, conjuntos semi-elaborados, até chegar ao cliente final. Na concepção deste autor, a cadeia logística pode ser dividida em três partes:

- a) Suprimentos, que gerencia a matéria-prima e os componentes. Compreendem o pedido ao fornecedor, o transporte, a armazenagem e a distribuição.
- b) Produção, que administra o estoque do produto semi-acabado no processo de fabricação. Compreendem o fluxo de materiais dentro da fábrica, os armazéns intermediários, o abastecimento do posto de trabalho e a expedição do produto acabado.

- c) Distribuição, que administra a demanda do cliente e os canais de distribuição. Compreendem o estoque do produto acabado, a armazenagem, o transporte e a entrega ao cliente.

FIGUEIREDO e ARKADER (2003) citam que quando a concorrência era menor, os ciclos dos produtos eram mais longos e a incerteza era mais controlável, tinha sentido perseguir a excelência nos negócios através da gestão eficiente de atividades isoladas como compras, transportes, armazenagem, fabricação, manuseio de materiais e distribuição. Estas funções eram desempenhadas por especialistas, cujo desempenho era medido por indicadores como custos de transportes mais baixos, menores estoques e compras ao menor preço. Atualmente, os mercados estão cada vez mais globalizados e dinâmicos e os clientes cada vez mais exigentes. Para satisfazê-los, proliferam cada vez mais as linhas e modelos de produtos, com ciclos de vida bem mais curtos. E a coordenação da gestão de materiais, da produção e da distribuição passou a dar respostas mais eficazes aos objetivos de excelência que os negócios exigiam. Surgiu, então, o conceito de logística Integrada. Isto significou considerar como elementos ou componentes de um sistema todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição dos materiais até o ponto de consumo final, assim como os fluxos de informação que gestionam os produtos em movimento.

WANKE (2003-c) aborda conceitos da logística de suprimentos *Just-in-time aplicada ao varejo*, destacando as inúmeras transformações que afetaram o relacionamento existente entre as diversas organizações que operam ao longo de uma mesma cadeia de valor agregado. A reestruturação de empresas em busca de maiores níveis de qualidade e produtividade, a globalização dos mercados e o surgimento de novas tecnologias de processamento e transmissão de dados desempenharam e vêm desempenhando um papel fundamental na mudança das práticas tradicionais de negócios entre as empresas. Paralelamente a estas transformações, houve o deslocamento do poder de barganha da indústria para o varejo em diversos setores, inclusive no setor alimentício, onde atualmente o elo mais forte do canal de distribuição são os supermercados, deixando claro que todas estas transformações acirrarão a tradicional rivalidade entre produtores e varejistas.

AROZO (2003) destaca que o relacionamento entre clientes e fornecedores nas cadeias de suprimento tem se caracterizado por um comportamento distante, individualista, ou até mesmo conflituoso, onde cada empresa foca a atenção nas suas próprias atividades, planejando e executando suas operações de forma isolada e não cooperativa. Entretanto, o ritmo crescente de competição em todo o mundo, causado pelos processos de abertura comercial, desregulamentação, e aumento do comércio internacional, têm levado as empresas a reverem suas antigas práticas de relacionamento. Apesar disso, no esforço de cortar custos, aumentar a eficiência e obter vantagem competitiva, as empresas estão sendo levadas a se relacionar com os outros integrantes de sua cadeia de suprimentos de forma diferente, buscando oportunidades de sinergia dentro do *Supply Chain*. Esta nova postura se caracteriza por um comportamento cooperativo e pela troca intensiva de informações entre os diversos membros da cadeia de suprimentos. Por trás de todo isto está o pressuposto de que através de uma maior visibilidade ao longo da cadeia é possível alcançar, simultaneamente, substanciais reduções de estoque e melhorias dos níveis de serviço.

O Processo real de integração da cadeia produtiva envolve uma série de etapas e pré-requisitos básicos que devem ser cumpridos, sem os quais, a efetividade da integração e a obtenção dos benefícios podem ser comprometidas.

A estratégia competitiva é a busca de uma posição favorável de uma indústria em seu mercado, visando estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças que determinam a sua concorrência. A vantagem competitiva surge, fundamentalmente, do valor que uma empresa consegue criar para os compradores de seus produtos que ultrapassa o seu custo de fabricação. O valor é aquilo que os compradores estão dispostos a pagar, sendo que o valor superior provém da oferta de produtos a preços mais baixos do que os da concorrência por benefícios equivalentes ou fornecimento de benefícios singulares que mais do que compensam um preço mais alto.

MONTEIRO (2001) cita trabalho de PORTER (1980) onde são descritas três estratégias genéricas para se alcançar uma vantagem competitiva: liderança de custo, diferenciação e enfoque.

- Liderança no custo - Nesta estratégia, a empresa parte para tornar-se o produtor de baixo custo em sua indústria. A empresa tem um escopo amplo e atende a muitos segmentos industriais, sendo a amplitude da empresa

normalmente importante para sua vantagem de custo. Esta vantagem de custo pode derivar de economias de escala, tecnologia patenteada, acesso preferencial a matérias-primas. Um líder no custo deve obter paridade ou proximidade com base na diferenciação relativa a seus concorrentes para ser um competidor acima da média. Quando existe mais de uma empresa aspirando à liderança no custo dentro de uma indústria, e caso uma não conseguir levar a outra a abandonar suas estratégias, as conseqüências para a rentabilidade a longo prazo da indústria podem ser desastrosas.

- Diferenciação - Neste tipo de estratégia, uma empresa procura ser única em sua indústria, considerando-se algumas dimensões amplamente valorizadas pelos compradores. Ela seleciona um ou mais atributos, que muitos compradores numa indústria consideram importantes, posicionando-se singularmente para satisfazer estas necessidades, sendo recompensada com um preço-prêmio. Uma empresa que pode obter e sustentar uma diferenciação será um competidor acima da média em sua indústria, se seu preço-prêmio for superior aos custos extras a que ela se sujeita por ser única. Um diferenciador não pode ignorar sua posição de custo, porque seus preços-prêmio serão anulados por uma posição de custo acentuadamente inferior de um concorrente. A lógica da estratégia de diferenciação exige que uma empresa escolha atributos em que se diferenciar, que sejam diferentes de seus concorrentes, para que possa esperar um preço-prêmio.
- Enfoque - Esta estratégia se diferencia das demais, porque está baseada na escolha de um ambiente competitivo estreito dentro de uma indústria. A empresa seleciona um segmento ou um grupo de segmentos na indústria e adapta sua estratégia para atendê-los, excluindo outros, passando a obter uma vantagem competitiva dentro deste segmento, muito embora não possua uma vantagem competitiva geral. Esta estratégia tem duas variantes. No enfoque no custo, uma empresa procura uma vantagem de custo em seu segmento-alvo, enquanto no enfoque na diferenciação se busca a diferenciação em seu segmento-alvo. Os segmentos-alvo devem ter compradores com necessidades incomuns, devendo diferir-se daquelas de outros segmentos da indústria. Estas diferenças implicam que os

segmentos são atendidos de uma forma insatisfatória por concorrentes com enfoque genérico e alvos amplos que os atendem da mesma forma que atendem outros.

MONTEIRO (2001) destaca que o modelo de cadeia de valor identifica quais as atividades específicas de um negócio onde as estratégias competitivas podem ser mais bem aplicadas e nas quais os sistemas de informação podem ser usados mais eficazmente para melhorar a posição competitiva da empresa. A cadeia de valor vê a empresa como uma série de atividades básicas que agregam valor aos produtos e serviços. Estas atividades podem ser classificadas como atividades primárias ou atividades de suporte. As atividades primárias incluem logística de entrada, operações, logísticas de saída, vendas e marketing e serviços. As atividades de suporte tornam possível a realização das atividades primárias e consistem na administração e gerência, recursos humanos, tecnologia e compras.

A utilização de ferramentas de simulação para modelar os processos da cadeia demonstrando a posição estratégica ocupada pela logística e principalmente demonstrando as melhorias nos processos da cadeia que podem ser proporcionadas por uma maior integração entre os seus elos, utilizando o operador logístico como parceiro estratégico, sendo responsável não apenas pelo abastecimento da manufatura com as matérias-primas necessárias, mas, também fornecendo informação aos demais elos da cadeia, se reverterá em redução de custos pela redução de estoques, diferenciação proporcionada pela melhoria da qualidade das informações e direcionamento de foco para a produção desvinculando-se das atividades de suporte que envolve estoques, transferindo sua gestão para o operador logístico.

3.1.1 Parcerias estratégicas

PIRES (2003) destacando a importância do gerenciamento da cadeia de suprimentos, afirma que nenhuma empresa existe isoladamente no mercado. Uma complexa e interligada cadeia de fornecedores e clientes, por onde fluem matérias-primas, produtos intermediários, produtos acabados, informações e dinheiro é responsável pela viabilidade do abastecimento de mercados consumidores. Com as

enormes pressões competitivas existentes atualmente, a atividade de gerenciar a cadeia de suprimentos tem tido cada vez mais espaço nas relações de negócios.

MONTEIRO (2001) destaca que na cadeia de suprimentos, a iniciativa das parcerias estratégicas normalmente parte da empresa-chave da cadeia que é aquela empresa mais forte, que está na posição de influenciar e dirigir as demais, de forma que trabalhem juntos na causa comum em obter e reter clientes finais. Tomando como exemplo a indústria automobilística onde o modelo de parcerias está mais consolidado, a empresa-chave é, normalmente, a montadora de veículos, que acaba estabelecendo os padrões e, geralmente, determinando o projeto da infra-estrutura, como o sistema de informações utilizado, ao qual os fornecedores e a rede de distribuidores deverão se adequar.

WANKE (2003-b) discute a formação de parcerias, surgimento de operadores logísticos e adoção de tecnologias de informação para captura e troca de dados e afirma que isso tem transformado a cadeia de suprimentos e permitido às empresas operarem com níveis de estoques cada vez menores. Especificamente com relação à integração entre varejistas e fabricantes é ilustrado, através de um estudo de caso, como a troca de dados sobre vendas pode contribuir para a redução substancial dos níveis de estoque de segurança.

MACNEIL (1980) propõe a análise das dimensões entre transações pontuais e transações contratuais em diversas perspectivas de relacionamentos e a relevância de não conformidades e ações a serem tomadas por cada uma das modalidades. Também são apresentados os principais tipos de relacionamentos existentes entre empresas como: *Joint Ventures* que envolvem alguma forma de propriedade entre os envolvidos; fornecedores exclusivos que implicam em uma das partes dedicar a totalidade dos recursos para um comprador; e as parcerias nas quais o relacionamento é realizado entre duas entidades independentes com objetivos e benefícios comuns obtidos através de vantagens logísticas, economia de escala, redução de volume de produtos nas interfaces da cadeia e redução de investimentos.

Diversos indicadores como os propostos por HOPKINS *et al.* (1993) podem ser empregados para avaliar as variáveis envolvidas na qualidade de serviço de entrega. A elevada sofisticação e precisão de informações sobre itens estocados, manuseados, transportados e faturados permite o cálculo de indicadores de rentabilidade por produto ou tipo de produto num cliente específico, o que

geralmente não é feito. O trabalho de Hopkins apresenta como contribuição um modelo que permita decompor um relacionamento de parceria logística em suas diversas dimensões, permitindo analisar individualmente seu grau de sofisticação, comparativamente aos relacionamentos regidos pelas forças de mercado.

CASTILHO (2003) aborda as desconfianças dos empresários em relação à livre circulação de informações, empresários estes que já foram praticamente unânimes em não admitir abrir a contabilidade, revelar processos de produção ou trocar informações sobre mercados e clientes e cita um caso interessante que ocorreu entre a Amazon e a JungleScam, destacando que: “A JungleScam organiza um *ranking* de venda dos livros comercializados pela Amazon e o oferece gratuitamente a clientes em geral. A princípio, a maior livraria virtual do mundo achou que era ilegal o serviço da *Jungle*, mas depois o tolerou para evitar uma batalha legal que poderia manchar a sua imagem. Hoje, a convivência entre as duas empresas é harmoniosa, pois ambas descobriram que poderiam ganhar com o uso livre de informações”.

CASTILHO (2003) menciona também uma pesquisa feita pela empresa Selulloid Ag, divulgada pelo site do Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC), mostrando que 83% das empresas cotadas na Bovespa e que aderiram à transparência corporativa apresentaram desempenho superior às demais em matéria de confiabilidade por investidores.

FLEURY e WANKE (2003) se propõem a estudar a dinâmica do relacionamento de parcerias entre clientes e operadores logísticos, através da utilização de um modelo conceitual que contemple não somente os estágios sucessivos no desenvolvimento deste tipo de relacionamento, mas também suas motivações iniciais à formação de parcerias, seus facilitadores e as diferentes perspectivas com as quais pode se medir o grau de sucesso neste relacionamento onde são apresentadas as diversas dimensões que caracterizam uma parceria e às diferenças dos demais tipos de relacionamento é destacado o intercâmbio de recursos humanos, a elevada padronização e frequência diária do fluxo de informações entre ambas as partes, e a possibilidade de modificar o processo de distribuição física sem comunicação prévia a outra parte em função de circunstâncias anormais (queda de linha telefônica, roubo de carga, solicitação de cliente, etc).

FLEURY e WANKE (2003) descrevem as várias etapas da formação de uma parceria, as quais são analisadas e descritas segundo a ótica de diversos autores como GARDNER, BUZZEL, LAMBERT, MARCUSSEN, LIBRATORE, HOPKINS, SONNEMBERG, etc. onde são descritos os fatores a serem considerados na escolha do parceiro como por exemplo: Estrutura operacional e rapidez nos processos decisórios, comprometimento gerencial, saúde financeira da empresa, sofisticação e inovação tecnológica, pré-disposição para a troca de informações, confiança, integridade e honestidade, qualidade de serviço através de certificações, qualidade e conservação dos ativos, etc.

MONTEIRO (2001) cita a afirmação de Peter Drucker: “o conhecimento é a atividade central na criação de riqueza”, e complementa que não é suficiente conhecer a si próprio e a sua empresa, mas, também se faz necessário o conhecimento do mercado, dos parceiros e se possível da concorrência. O estabelecimento conjunto de estratégias entre parceiros de uma mesma cadeia é fundamental em um mercado cada vez mais competitivo e com produtos cada vez mais complexos, onde praticamente não existem mais produtos sendo fabricados em sua totalidade por uma única empresa. Neste cenário, faz-se necessária para a sobrevivência, à criação de estratégias de integração entre as empresas para que as mesmas possam colaborar entre si, criando produtos melhores, reduzindo custos e ganhando competitividade.

FLEURY (1999) cita como principais barreiras encontradas no processo de implantação do SCM: o relacionamento com os fornecedores, ainda fortemente dominado pela política de queda de braço mensal com relação aos preços dos produtos; a grande maioria dos produtos ainda é recebida diretamente nas lojas, o que dificulta o controle do recebimento e a avaliação de desempenho dos fornecedores; as empresas ainda estão organizadas em silos funcionais, com compra, logística, e administração das lojas sendo gerenciadas de forma independente e isolada; a mão-de-obra atualmente disponível não possui a formação ou capacitação necessária para operar com base nos novos requisitos do SCM; a tecnologia de informação ainda apresenta fortes deficiências, principalmente no que diz respeito aos softwares de análises de dados, e também aos procedimentos para manutenção dos cadastros de produtos e fornecedores.

MOURA (2000) menciona que o modelo de cooperação é muito complexo, começa quando diversas empresas, cada uma com sua própria identidade, história e

cultura empresarial, empresas estas que se reúnem para realizar negócios no mundo globalizado. Nesta busca, primeiramente as empresas devem alcançar a organização e racionalização interna e não podem estar em competição direta com as quais irão ser alinhar. Estas cooperações somente serão bem sucedidas se trouxerem vantagens para todos os envolvidos ou se, juntas, as empresas são capazes de afastar algum tipo de situação ameaçadora.

PIRES (2003) cita como principais fatores que levam a uma maior integração na cadeia de suprimentos: a) seleção e redução da base de fornecedores; b) desenvolvimento de fornecedores; c) utilização de ativos especializados; d) desenvolvimento conjunto de produtos. PIRES constata em seu estudo que o processo de seleção tem levado em consideração características como pré-seleção baseada em múltiplos critérios, contratos de longo prazo, foco no custo total do fornecimento, fornecedor único com envolvimento no projeto, avaliação de desempenho complexa e investimentos substanciais em mecanismos de coordenação e ativos específicos.

FONSECA (2001) destaca a gestão da cadeia produtiva como uma das contribuições fundamentais do *Just-In-Time* (JIT), citando que a diferença fundamental entre o fluxo puxado (*Kanban*) e o fluxo empurrado (MRP) estão na forma de planificar a produção, as compras e os abastecimentos. Como idéia geral pode-se dizer que a gestão no fluxo puxado se baseia em organizar a produção a partir do que o cliente realmente tem consumido, não do que é previsto consumir. Fluxo puxado é fabricar em função do consumo do cliente. Aplicar o fluxo puxado a toda a cadeia logística não é um trabalho fácil, pois implica em uma inter-relação estreita com os fornecedores e também com os clientes (parcerias e alianças), o que nem sempre é possível.

ALMEIDA (1998) menciona que, uma das maiores dificuldades para a implantação do gerenciamento da cadeia de suprimentos é estabelecer uma relação de confiança entre os parceiros. O comércio varejista, principalmente, mantém sigilo a respeito de seu nível de estoques como forma de barganhar melhores preços.

Para a formação de uma cadeia de valor integrada os atores envolvidos devem fazer acordos que indiquem o grau de solidariedade e comprometimento existente entre eles. Quanto maior o comprometimento, maior deve ser a formalização entre as partes envolvidas. BOWERSOX e CLOSS (1996) apresentam uma estrutura de

classificação dos acordos nos canais de distribuição que pode ser perfeitamente extrapolada para as cadeias de valor digitais em geral.

FONSECA (2001) destaca que: Muitas empresas utilizam a chamada teoria de valor, segundo a qual a empresa deve concentrar seus esforços, recursos e inversões naquilo que agrega valor ao que faz, ou seja, aquilo que somente ela pode fazer e que constitui uma vantagem competitiva. Neste contexto, a terceirização e as parcerias estão em moda, porém, se não implementadas de um modo controlado, envolve certos riscos. Antes da implementação é necessário ter passado pela criação de sistemas próprios que, uma vez funcionando, podem ser externalizados.

FLEURY e WANKE (2003) destacam que nos sistemas tradicionais não existe nenhuma dependência formal entre os participantes da cadeia. Este tipo de acordo normalmente é guiado pela mútua compreensão de que todas as organizações independentes terão um melhor desempenho se atuarem em conjunto. É comum nos sistemas tradicionais encontrarmos parcerias que perdurarem por períodos longos, mas não existe nenhuma garantia neste sentido.

FLEURY e WANKE (2003) mencionam que em parcerias e alianças, duas ou mais organizações abrem mão de uma parcela de sua autonomia operacional para juntas perseguir objetivos comuns. Por essa razão esses relacionamentos são previstos para durar um período de tempo substancial que justifique o engajamento dos atores no acordo. Neste tipo de arranjo as partes reconhecem a dependência mútua, mas a tolerância admitida entre as partes é pequena. Em outras palavras, o reconhecimento do nível de fidelidade do relacionamento tende a se consolidar através da repetição das transações de negócio desde que sejam realizadas de forma satisfatória pelas partes.

FLEURY (1999) descrevendo o SCM como uma estratégia onde as parcerias são essenciais, cita sete processos considerados chaves como sendo: Relacionamento com os clientes através do desenvolvimento de equipes focadas nos clientes estratégicos, que busquem um entendimento comum sobre características de produtos e serviços, a fim de torná-los atrativos para aquela classe de clientes; Serviço aos clientes fornecendo um ponto de contato único para todos os clientes, atendendo de forma eficiente a suas consultas e requisições; Administração da demanda captando, compilando e continuamente atualizando dados de demanda, com o objetivo de equilibrar a oferta com a demanda; Atendimento de pedidos dos clientes sem erros e dentro do prazo de entrega

combinado; Administração do fluxo de produção e desenvolvendo sistemas flexíveis de produção que sejam capazes de responder rapidamente às mudanças nas condições do mercado; Compras/suprimento gerenciando as relações de parceria com fornecedores para garantir respostas rápidas e a contínua melhoria de desempenho; Desenvolvimento de novos produtos buscando o mais cedo possível o envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento destes produtos.

3.2. LOGÍSTICA

A Logística trata de decisões sobre transporte, distribuição, armazenagem, manipulação de materiais, influenciando em diversas áreas da cadeia de produção de bens e de serviços, como a gestão, a manufatura e o marketing. O termo logística foi inicialmente usado no meio militar para descrever estratégias. Nos dias atuais é utilizado para descrever processos presentes em áreas como cadeias produtivas, manufatura, transportes e armazenagem. Redes de logística visam modelar problemas de distribuição em empresas de transportes, de prestação de serviços, de entregas postais, de transportes públicos, entre outras, sendo utilizadas ferramentas computacionais de otimização e modelagem estocástica de processos para sua resolução.

CHRISTOPHER (1999) definiu logística como: "um processo com o qual se dirige de maneira estratégica a transferência e armazenagem de materiais, componentes e produtos acabados, começando dos fornecedores, passando através das empresas, até chegar aos consumidores" e cita que "todos os processos logísticos podem ser vistos como uma rede de atividades interligadas que somente podem ser otimizadas de forma global e qualquer tentativa no sentido de otimizar elementos ou atividades isoladas levará a um resultado subotimizado".

LAMBERT (1993) adota a definição de logística formulada em 1986 pelo CLM (*Council of Logistics Management*), que descreve a logística como sendo: Processo eficiente de planejamento, implementação e controle efetivo do fluxo de custos, do estoque em processo, dos bens acabados e da informação relacionada do ponto de origem ao ponto de consumo, com o propósito de se adequar aos requisitos do consumidor. Tais citações evidenciam o papel estratégico da logística.

GALLO (2001) afirma que atualmente, os custos com logística giram em torno

de 30% do overhead das empresas e acredita que a importância atribuída à área de logística, deve-se ao fato das empresas estarem investindo cada vez mais nos seus centros de distribuição, construção ou readequação, *layouts*, equipamentos de movimentação e armazenagem, softwares de gestão, softwares de roteirização, radiofrequência, hardwares, bem como em consultoria, com o objetivo de tornarem-se empresas altamente competitivas, com baixos custos e uma maior lucratividade.

GUERRA (2003) cita que os custos logísticos representam mais de 22% do valor agregado, na média, em toda a indústria, sendo 20% na indústria da construção e atingindo 35% no setor de varejo, afirmando que em uma empresa típica costuma ser o terceiro custo operacional em valor, sendo a área mais promissora para se obter economias significativas de custos, especialmente no Brasil.

MOURA (2000) cita pesquisa realizada pela Universidade Técnica de Berlim, onde os levantamentos constataram que os custos logísticos da indústria são da ordem de 11%, enquanto que, no comércio, chegam a mais de 22%, ou seja, considerando toda a cadeia chega acima dos 33%.

Considerando-se as informações e definições acima expostas, pode-se afirmar que sempre que ocorrer a movimentação de materiais, ou de informações em diferentes direções, princípios de logística estão sendo aplicados. Pois, atividades tais como transporte, movimentação, armazenagem, planejamento e controle de estoques, processamentos de pedidos e documentos, são por via de regra atividades fins dentro de um processo logístico, ou seja, a logística é a função sistêmica de otimização do fluxo de materiais e informações de uma organização. Integra duas ou mais atividades gerenciais e operacionais, planejando, implementando e controlando o fluxo eficiente de materiais e informações do ponto de origem ao ponto de destino, com o propósito de adequá-los às necessidades dos fornecedores e clientes em termos de prazos e custos.

Entretanto, diante do exposto, surge a questão de como implementar um processo logístico eficiente dentro de um contexto sistêmico que predomina nas modernas corporações e principalmente em uma cadeia produtiva onde diversas corporações estão envolvidas.

3.2.1 Fatores que impulsionaram a logística

São muitos os aspectos e fatos que vêm impulsionando a logística nos últimos anos, podendo ser de ordem econômica, de tecnologia, geografia/demografia e governamental e transformam a sociedade.

MOURA *et al.* (2004) destacam que a logística pode ser uma fonte de vantagem competitiva para a empresa – tal como um bom produto, a promoção e a estratégia de preços. “A distribuição pode ser utilizada como a principal razão de compra do mercado alvo, e a distribuição pode ser projetada como uma oferta única, não copiada pela concorrência”.

Em termos empresariais, os novos conceitos administrativos põem em foco também a logística. O conceito de agregar valor aos produtos e serviços ganha espaço e junto com ele o conceito de que a logística também deve agregar valor aos produtos e serviços, valores estes de tempo, localização, qualidade e utilidade.

CASTRO *et al.* (2001) destacam a infra-estrutura logística como tendo um papel fundamental na determinação das decisões de produção, comércio e consumo, influenciando inclusive nas decisões de investimentos por parte das empresas. Os fluxos migratórios também são citados como influenciadores da logística, pois, além de mudarem os sistemas de transportes, também influem no dimensionamento dos mercados, disponibilidade de mão-de-obra e uma série de outros fatores socioeconômicos.

RIBEIRO (2003-b), abordando o papel da logística na administração virtual menciona que com o advento da internet, a distância entre desejo e a compra está diminuindo. O espaço de prateleira numa loja virtual é barato. Todos produtos podem ser disponibilizados para todas as pessoas. No processo de compra é só apertar o botão. É dada ênfase na satisfação instantânea, sendo a logística fundamental para não frustrar o cliente.

NAZÁRIO (1999) aborda as parcerias entre empresas, disponibilizando informações logísticas sobre estoques, demandas, preços e necessidades pela Internet, e com isso podem reduzir seus estoques, diminuir os *lead-times*, evitando deslocamentos incorretos e desnecessários de seus produtos, uma verdadeira revolução gerando vantagem competitiva a todos os envolvidos.

UEHARA (2003) menciona que, procurando formas de se diferenciarem de seus competidores, as empresas descobriram que a logística poderia ser usada

como uma arma poderosa no sentido de responder às necessidades de seus clientes.

3.2.2 A logística nas organizações

COBRA (1997) cita que em 1965, a universidade do estado de Ohio definiu *marketing* como o processo na sociedade pelo qual a estrutura da demanda para bens econômicos e serviços é antecipada ou abrangida e satisfeita através da concepção, promoção, troca e distribuição física de bens e serviços. Esta definição é reforçada por Peter Drucker que conceitua distribuição como sendo “o processo no qual as propriedades físicas da matéria são convertidas em valor econômico e traz o produto ao cliente”.

Na conceituação de FIGUEIREDO *et al.* (2001), logística é considerada, na maioria dos mercados, como uma das principais armas competitivas à disposição dos gerentes. A prestação de um serviço ao cliente de excelência tem sido, portanto, o objetivo competitivo de inúmeras empresas fabricantes de bens, que enxergam no atendimento às expectativas dos clientes uma forma de garantir lealdade e conquistar novas contas.

Pelas citações anteriores e sendo a distribuição, uma das atividades da logística, percebe-se claramente que a logística está bastante relacionada como parte do esforço de *marketing*. Outros autores como WANKE (2001) e FLEURY (2003) concentram-se na logística como o elo da cadeia que disponibiliza os bens necessários à produção no momento de sua utilização, ou seja, analisam a interação logística/produção e, com isso, ficam visíveis as atividades da logística especificamente em suprimentos, planejamento e controle de estoques de insumos e material em processo.

Na abordagem de SLACK *et al.* (1997), a logística é analisada como apoiadora da estratégia de produção, suprimindo a linha de produção com as matérias-primas, como pela função de apoiadora da estratégia de *marketing*, entregando os produtos aos clientes. No caso de uma empresa comercial, no lugar da área de produção, há a área de compras, que tem como finalidade abastecer a empresa com bens e produtos a serem comercializados e portanto, é a logística que faz a interface entre compras e vendas.

As atividades da cadeia de valor de PORTER (1992) compreendem "atividades física e tecnologicamente distintas, através das quais uma empresa cria um produto valioso para os seus compradores". As atividades são divididas em primárias (logística interna, operações, logística externa, marketing e vendas, serviços) e atividades de apoio (infra-estrutura da empresa, recursos humanos, tecnologia, aquisição - função de compra de insumos). Fica evidenciado, portanto, o papel estratégico da logística nas atividades da cadeia.

PFUTZENREUTER (2003) cita que, na nova era dos mercados competitivos e globalizados, o aspecto do custo vem cada vez mais assumindo uma importância significativa na busca frenética das empresas por maior eficiência e produtividade. Porém, ao objetivarem a redução de custos, as empresas vêm focando no tradicional custo do produto e se esquecem ou dimensionam mal os custos relacionados à logística, ou mesmo, custos de produto gerados em função da má gestão da logística. Só para se ter uma idéia, este tipo de custo, em geral, assume a segunda posição em termos de valores, só perdendo para o próprio custo da mercadoria. Portanto, saber identificá-lo e mensurá-lo pode, muitas vezes, significar a própria existência da empresa.

RICARTE (2004) menciona que quando se fala em custos logísticos, freqüentemente está sendo restrito ao custo com frete ou transportes. Apesar destes serem os mais significativos, os custos logísticos não se resumem somente a isso, havendo também custos na armazenagem, nos estoques, no processamento de pedido e no transporte. As empresas devem conhecer profundamente seus próprios custos logísticos para que passem a ter condições de estabelecer metas de diminuição e repassar os ganhos para a cadeia como um todo. Assim, outras empresas pertencentes à cadeia absorvem as novas práticas, reduzem seus custos logísticos, contribuindo para a competitividade da cadeia.

GONSALVES (2000) destaca as ameaças dos clientes em trocar de fornecedor e propõe, como estratégia para o enfrentamento deste problema, que a direção das empresas devem incorporar a logística. Isto significa, entre outras coisas, que todas as atividades logísticas podem ser consideravelmente melhoradas com o auxílio da tecnologia. Ao longo da cadeia logística, os processos são organizados de tal forma que os resultados e, portanto, os serviços prestados pela logística obedeçam exatamente às necessidades de serviços expressas pelos clientes. O uso da

tecnologia da informação não somente torna mais fácil realizar estas metas, mas, cada vez mais está se tornando um pré-requisito essencial.

LAVALLE (2000) apresenta dados de pesquisas patrocinadas por várias empresas como: Ceval, Cirio-Bombril, Gessy Lever, J. Macêdo, Klabin, Melhoramentos, Nestlé, Refinaria União, Sadia, Santher, Santista e Vanden Bergh Alimentos, onde são mencionados os impactos da globalização da economia e o esforço das empresas líderes no sentido de adaptar-se ao novo ambiente de competição através de um extenso monitoramento das relações entre a indústria e o comércio com o objetivo de explorar as oportunidades que emergem no mercado e a ênfase dada para a logística que vem sendo explorada como competência central, sendo enquadrada de maneira efetiva na estratégia de marketing de empresas de vanguarda. Como conclusões do seu trabalho, LAVALLE (2000) destaca a confirmação da tendência de que o serviço de distribuição está crescentemente valorizado.

Resta para as empresas entender que este é um caminho sem volta e que somente através da integração e da diminuição dos custos logísticos é que as cadeias podem se tornar competitivas.

3.2.3 Logística e tecnologia da informação

SAPIRO (1993) define inteligência empresarial como o processo de transformar dados em sabedoria, através de um sistema informacional que tem como objetivo melhorar a posição competitiva afirmando que, antes, o relacionamento com o mercado se caracterizava por trocas simples e hoje, a troca é essencialmente baseada em informações.

MOURA (2000) destaca que nos últimos anos, as empresas concentraram-se principalmente na racionalização dos processos de produção. Hoje, a ênfase está mais na otimização e no aumento da eficiência de todo o fluxo de materiais dentro da empresa e na cadeia de suprimentos. A logística está em evidência e a estratégia é o uso efetivo dos recursos de comunicação e tecnologias de informação.

MONTEIRO (2001) destaca que a tecnologia da informação é uma poderosa ferramenta para o efetivo gerenciamento da cadeia de suprimentos. A sua implantação deve permitir a transferência de informações, tanto no âmbito interno

como externo à empresa. Um sistema de informação, concebido para suportar a gestão de uma cadeia de suprimentos, deve atender aos seguintes requisitos básicos:

- a) Coletar informações em toda a cadeia e propiciar visibilidade para as partes envolvidas;
- b) Permitir acesso aos dados, a partir de um único ponto de contato;
- c) Propiciar a análise de dados e a condição para a operação eficiente da cadeia;
- d) Suportar os processos de decisão e colaboração entre os elementos da cadeia.

Para atender a estes requisitos, MONTEIRO (2001) recomenda a padronização dos sistemas das partes envolvidas na cadeia. A padronização permite:

- a) Redução dos custos de manutenção de sistemas;
- b) Otimização dos custos com interconectividade e administração de redes;
- c) Redução dos custos de aquisição de softwares, desenvolvimento e implantação;
- d) Economia de escala.

CHOPRA e MEINDL (2001) afirmam que “a informação proporciona o conhecimento do escopo global, essencial para tomar boas decisões. A tecnologia da informação proporciona as ferramentas para reunir estas informações e analisá-las objetivando tomar as melhores decisões sobre a cadeia de suprimentos”.

Na prática, além da necessidade de se acompanhar todos os fluxos físicos entre os elementos da cadeia de suprimentos, necessita-se gerenciar outras informações que devem ser compartilhadas como demandas previstas e reais, negociações e ordens de fornecimento, dados técnicos e garantias, programas de produção e ordens de coleta de transportadoras, documentos fiscais e suas respectivas conferências, etc.. Por esta relação de processos e fatos geradores de dados, é fácil perceber a necessidade imperiosa de se ter a máxima produtividade no processamento das informações de tais atividades.

MOURA (2000) destaca que os novos campos de aplicação da tecnologia de computador e comunicações residem, em particular, na logística de transporte e na logística no seu senso mais estreito. Há uma demanda crescente para disponibilidade de informações rápidas e precisas para fornecer uma resposta

flexível e orientada ao cliente. Novos conceitos logísticos, baseados na cooperação mais próxima entre cliente e fornecedor, resultam num intercâmbio de funções entre parceiros.

BOWERSOX e CLOSS (1996), discorrendo sobre a necessidade de informações rápidas, em tempo real e com alto grau de precisão para uma gestão eficiente da logística e da cadeia de suprimentos, aponta três razões para tal:

- Primeiro, clientes entendem que informações do andamento de uma ordem, disponibilidade de produtos, programação da entrega e dados do faturamento são elementos fundamentais do serviço ao cliente;
- Segundo, com a meta de redução do estoque em toda a cadeia de suprimentos, os executivos percebem que, com informações adequadas, eles podem, efetivamente, reduzir estoques e necessidades de recursos humanos. Especialmente, o planejamento de necessidades, sendo feito usando informações mais recentes, permite reduzir estoques através da minimização das incertezas da demanda;
- Em terceiro, a disponibilidade de informações aumenta a flexibilidade com respeito a saber quanto, quando e onde os recursos podem ser utilizados para obtenção de vantagem estratégica.

MARQUES (2003) aborda a tecnologia da informação como recurso para a redução de custos das empresas e aponta o bom gerenciamento de transportes como forma de garantir melhores margens para a empresa, através de reduções de custos e/ou uso mais racional dos ativos e um bom nível de serviço para os clientes, através do aumento da disponibilidade de produtos, reduções nos tempos de entrega, entre outros benefícios.

MARQUES (2003) divide as principais decisões na gestão de transportes em três níveis de decisão: estratégico, tático e operacional.

As decisões de nível estratégico seriam as decisões de longo prazo, como concepção da rede logística, localização das fábricas, modais de transporte utilizados.

No nível tático estão as decisões ligadas ao planejamento da gestão de transportes de médio prazo e destacam-se planejamento do transporte, gestão de custos e oportunidades.

No nível operacional são consideradas as atividades ditas do "dia a dia", como programação de transportes, consolidação de cargas, escolha do tipo de veículo, emissões de documentos, *tracking* e programação de carga e descarga.

Como conclusões do trabalho de MARQUES (2003), é citado que a utilização das informações poderão proporcionar a redução de custos no transporte e podem melhorar significativamente o resultado das empresas visto que a conta transporte é a maior conta individual de custos logísticos.

Abordagem semelhante é descrita por ANUPINDI (1999) para mostrar a abrangência e os níveis de funcionalidade dos sistemas de informação utilizados no SCM. O autor considera que a TI deve prover soluções adequadas a três níveis de gestão sendo: nível estratégico, nível do planejamento e nível operacional.

NAZÁRIO (1999) cita empresas com Dell, Fedex e Wal-Mart como exemplos de empresas que utilizam a TI para obter reduções de custo e/ou gerar vantagem competitiva. Segundo o autor, os ERPs que proporcionam a gestão integrada das empresas não estão mais restritos às grandes empresas porque existem pacotes de todos os tamanhos e para vários orçamentos.

NAZÁRIO (1999) menciona a importância das informações nas operações logísticas e lembra de um passado não tão remoto onde o fluxo de informações baseava-se principalmente em papel, resultando em uma transferência de informações lenta, pouco confiável e propensa a erros. O custo decrescente da tecnologia, associado a sua maior facilidade de uso, permitem aos executivos poder contar com meios para coletar, armazenar, transferir e processar dados com maior eficiência, eficácia e rapidez. A transferência e o gerenciamento eletrônico de informações proporcionam uma oportunidade de reduzir os custos logísticos através da sua melhor coordenação. Além disso, permite o aperfeiçoamento do serviço baseando-se, principalmente, na melhoria da oferta de informações aos clientes.

FLEURY et al (2000) afirmam que tradicionalmente, a logística concentrou-se no fluxo eficiente de bens ao longo do canal de distribuição. O fluxo de informações muitas vezes foi deixado de lado, pois não era visto como algo importante para os clientes. Além disso, a velocidade de troca/transferência de informações limitava-se à velocidade do papel. Atualmente, três razões justificam a importância de informações precisas e a tempo para sistemas logísticos eficazes. São elas:

- Os clientes percebem que informações sobre *status* do pedido, disponibilidade de produtos, programação de entrega e faturas são elementos necessários do serviço total ao cliente;
- Com a meta de redução do estoque total na cadeia de suprimento, os executivos percebem que a informação pode reduzir de forma eficaz as necessidades de estoque e recursos humanos;
- A informação aumenta a flexibilidade, permitindo identificar (qual, quanto, como, quando e onde) os recursos que podem ser utilizados para que se obtenha vantagem estratégica.

Como benefícios imediatos da disponibilização de informações e da maior interação entre fabricantes e varejistas no gerenciamento da cadeia de suprimentos para o ressurgimento automático dos produtos, FLEURY *et al.* (2000) citam a redução considerável do custo com estoque dos varejistas e a melhor previsibilidade da demanda dos fabricantes, além da maior racionalização dos recursos utilizados.

LIMA *et al.* (2003) procuram demonstrar a importância para a produtividade, lucratividade e nível de serviço aos clientes, proporcionado pela utilização dos conceitos e práticas de SCM, destacando a implantação e utilização dos conceitos de SCM facilitado por diversas ferramentas de hardware e software, as tecnologias de informação (TI) que foram colocadas no mercado nos últimos anos e que propiciaram melhorias nos processos logísticos e disponibilizaram meios de comunicação entre empresas para que estas possam concatenar seus processos de negócio industriais e comerciais. Os autores enfatizam a desconfiança existente entre as empresas, citando a mesma como sendo a maior barreira existente no processo de integração da cadeia.

SHARMA *et al.* (2003) propõem a utilização do sistema toyota de produção, onde há a integração e o alinhamento de todos os elementos de um empreendimento, para criar um sistema sincronizado que constitua a base do planejamento dos negócios e das ferramentas de controle. A metodologia proposta leva em consideração toda a cadeia de valor – desde os fornecedores até a rede de distribuição e os clientes. A abordagem sugerida é o uso de uma estratégia de envolvimento dos fornecedores, transformando-os em parceiros confiáveis, ao mesmo tempo em que as equipes de melhoria contínua aprimoram a logística e os

canais de distribuição. É dada muita ênfase à informação eletrônica como sendo capaz de puxar o produto da demanda de fornecedores, fabricantes e distribuidores diretamente para os consumidores.

SHARMA *et al.* (2003) destacam que quando as empresas buscam a integração, as mesmas estão buscando tornarem-se mais enxutas, porém, isso deve ser estendido também aos fornecedores e distribuidores, e o entendimento do modelo de negócio é fundamental, devendo estar claro para toda a cadeia. Com a integração, irá ficar visível a “mina de dinheiro adormecida em termos de capital de giro e instalações” que se estende ao longo da cadeia e, isso se tornando claro, fica fácil implementar melhorias que se transformarão em resultados para todos os envolvidos.

SHARMA *et al.* (2003) evidenciam um dos fatores mais críticos nos processos de integração quando afirmam: “uma cadeia de valor enxuta só pode sobreviver e ser efetiva quando a informação flui direta e livremente. A troca de informações é tradicionalmente feita de modo seletivo, em lotes. É exatamente nestas condições que prospera o gerenciamento de ‘trincheira’, no qual a informação é poder e dados são guardados até por questão de ciúme. Essas reações antiquadas não devem ser permitidas”.

SHARMA *et al.* (2003) fazem referência aos sistemas *Material Requirement Planning* - MRP - e ERP como sistemas de informação desatualizados e arcaicos que espelham a velha manufatura funcional. Afirma que estes não funcionarão em um sistema enxuto, com processos dinamizados e simplificados e sugerem relegar ao MRP o papel original para o qual foi concebido, que foi dar uma visão geral dos requisitos de materiais a longo prazo (p. 230, 231).

TAURION (2002-a) destaca que “em breve não estaremos mais falando em competições entre empresas, mas entre cadeias produtivas. Isto significa deixar de olhar apenas para o próprio umbigo e ampliar os horizontes de integração dos processos para parceiros de negócio, como fornecedores e clientes”.

Uma das maiores preocupações levantadas por TAURION (2002-a) no caminho da integração é a diversidade tecnológica. Os processos de negócios internos são suportados por sistemas diferentes em cada empresa. São diversos “sabores” de ERPs e aplicativos próprios, com diferenças fundamentais entre si. Outra dificuldade é a cultural, pois, nem todas as empresas estão preparadas para atuar de forma aberta e integrada com parceiros, trocando informações que ainda

são consideradas estratégicas. Isto significa que o fabricante e o atacadista, e o atacadista e o varejista estarão trocando informações que muitos ainda consideram segredos de estado.

WANKE (2002) destaca a tecnologia como um fator importantíssimo para a sincronização da cadeia de suprimentos, no entanto, em última instância, são as pessoas que alavancam ou derrubam estratégias para gerenciar a cadeia. A estratégia de integração dependerá dos recursos humanos que atuarão no processo. É extremamente desejável que, além das operações, as pessoas sejam capazes de planejar, conceber e liderar a implementação de estratégias para gerenciamento da cadeia de suprimentos e a sensibilidade para traduzir em padrões de desempenho quais dimensões de serviço ao cliente são relevantes para sua satisfação, indo muito além da utilização de sistemas corporativos ou do conhecimento detalhado dos processos do negócio. Além disso, as resistências em disponibilizar informação devem ser superadas.

A importância da informação na integração da cadeia de valor também é vista como essencial por autores como WISNER e TAN (2000), que colocam como pré-requisito da integração “a existência de um sistema de informação/comunicação compatível com fornecedores e clientes”; MCGINNIS e VALLOPRA (1999) definem integração como “compartilhamento de Informação e tecnologia entre os membros da cadeia”; CHOPRA e MEINDL (2001) afirmam que “os sistemas de informação devem gerenciar as informações sobre: fornecedores, manufatura, distribuição, revenda e demanda”; NOVAES (2001) afirma que “os sistemas de informação devem conduzir as informações no sentido inverso ao fluxo de materiais de maneira a promover a integração efetiva e sistêmica entre todos os agentes”; na conceituação de SLACK *et al.* (2001) “na cadeia de suprimentos existem dois principais fluxos: o de informações, no sentido *upstream*, isto é, dos consumidores para os fornecedores, e de produtos (material) / serviços, no sentido *downstream*, isto é, dos fornecedores para os compradores”. Analisando todas estas conceituações, onde o fluxo de informações é essencial, fica evidente a dificuldade de integrar a cadeia se o único elo real de ligação, que é o transporte, não estiver integrado como um membro efetivo.

3.2.4 O papel estratégico da logística

A melhor imagem para entender o processo logístico é analisá-lo como uma rede, onde cada elemento, seja ele cliente ou fornecedor, estão conectados com diversos outros elementos. A essa combinação de clientes e fornecedores em todos os níveis da cadeia de suprimentos, chama-se de rede logística, que é a combinação de todos os clientes e fornecedores conectados entre si dentro de uma cadeia de suprimentos., BOWERSOX *et al.* (1992) estabelecem que o objetivo administrativo fundamental é obter integração de todos os componentes no sistema logístico. Esta integração deverá ser buscada em três níveis: primeiro, a integração dos componentes das áreas de distribuição física, suporte à manufatura e compras em uma base de custo total. Depois, estas três áreas têm que ser coordenadas em um esforço logístico único. E, finalmente, a política de logística da empresa tem que ser consistente com os objetivos globais e dar apoio às outras áreas na busca destes objetivos.

GONÇALVES (2000) cita que novas tecnologias e novas necessidades impostas pelo mercado criaram novos papéis para a logística, inclusive de estratégia e cita como exemplo, que hoje já se sabe que as estratégias logísticas influenciam no projeto do produto, nas parcerias, nas alianças e na seleção de fornecedores e outros processos vitais de negócios. Com isso, o conceito de logística se amplia mais e mais e passa a ser, como tudo agora, global. Logo, na concepção do autor, é senso comum considerar a logística como o centro de coordenação e de integração de todas as atividades da cadeia de suprimentos. Com isso, vê-se a logística como capaz de criar valor ao cliente. Estas novas funções da logística levarão à necessidade de criar uma infra-estrutura para integrar tanto as funções logísticas quanto de manufatura, de modo a criar um único sistema estratégico voltado para atender às necessidades dos clientes.

GONÇALVES (2000) conclui que não importa o quanto se faça de investimentos para atender a nova realidade do mercado, pois um componente vital desse processo é a parceria. Afinal, como gerenciar os fluxos de materiais entre os diversos componentes da cadeia logística se não houver uma perfeita integração, uma mútua confiança, uma reciprocidade entre as empresas que compõem estes fluxos de materiais até a entrega do produto ao cliente? Como manter uma linha de

produção em constante atividade se, por algum motivo, um dos fornecedores não "cumprir" a sua parte? Enfrentando as ameaças dos clientes em trocar de fornecedor, a direção das empresas deve incorporar a logística. Ou seja, ao longo da cadeia logística, as relações entre as empresas - inclusive com o emprego de recursos de comunicação e tecnologias de informação - devem ser garantidas de tal forma que os resultados, e, portanto, os serviços prestados pela logística obedeçam exatamente às necessidades de serviços expressas pelos clientes.

Observa-se nas conceituações de gerenciamento de cadeia de suprimentos uma tendência em dar maior ênfase em logística ou, em outros casos, em distribuição. Inegavelmente, a importância da logística na nova forma organizacional pode ser verificada através de dados publicados em revistas especializadas como a citada por BOWERSOX (1998), de que os Estados Unidos está gastando 11% do PIB em logística. Isso representa mais de 10 centavos de cada dólar empregado na economia. Este dado mostra a existência de um grande mercado em infra-estrutura de empresas e profissionais voltados para a logística. No entanto, SLACK *et al* (1997) na conceituação de gerenciamento da cadeia de suprimentos, tendem a considerar a manufatura como uma "caixa preta", colocando maior ênfase ora na logística, ora na distribuição física.

Alcançar a vantagem competitiva nas empresas, segundo SLACK (1993), significa fazer aquilo que é importante para o consumidor, melhor do que fazem os concorrentes. Fazer melhor significa: fazer certo (vantagem de qualidade), fazer rápido (vantagem da velocidade), fazer pontualmente (vantagem da confiabilidade), mudar o que está sendo feito (vantagem da flexibilidade) e fazer ao menor preço (vantagem de custo). Em resumo, o modelo de SLACK (1993) considera os aspectos internos e externos dos cinco objetivos de desempenho da manufatura: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos. O autor também destaca que não é possível melhorar os processos, se não há informações confiáveis sobre os mesmos.

FIGUEIREDO e ARKADER (2003) mencionam que o conceito de *Supply Chain Management* surgiu como uma evolução natural do conceito de logística integrada. Enquanto a logística integrada representa uma integração interna de atividades, o *supply chain management* representa sua integração externa, pois estende a coordenação dos fluxos de materiais e de informações aos fornecedores e ao cliente final. A gestão da cadeia como um todo pode proporcionar uma série de maneiras

pelas quais é possível aumentar a produtividade e, em consequência, contribuir significativamente para a redução de custos, assim como identificar formas de agregar valor aos produtos. No primeiro plano estariam a redução de estoques, compras mais vantajosas, a racionalização de transportes, a eliminação de desperdícios, etc. O valor, por outro lado, seria criado mediante prazos confiáveis, atendimento no caso de emergências, facilidade de colocação de pedidos, serviço pós-venda, etc.

Por mais que evolua em sua concepção, a logística requer o que, aliás se faz necessário hoje em todas as atividades entre empresas: parceria, confiança mútua e participação. Tudo para que se consiga garantir a sobrevivência. Afinal, os clientes e os competidores estão direcionando essas mudanças. Os clientes estão exigindo tamanhos menores de lotes, *lead-times* mais curtos e melhores níveis de serviço. Sendo estas as expectativas dos clientes, as empresa que juntamente com os seus parceiros não conseguir atingir este objetivo estão seriamente ameaçada, porque, certamente seus concorrentes o farão.

3.2.5 Casos usando a logística como diferencial

LIMA (2000) menciona citação feita por Luiz Edmundo Machado, da Stefanini Consultoria, no painel “Logística para o comércio eletrônico”, onde Machado afirma: “É fácil entregar um bit, difícil é entregar um átomo, um bem material”. O consultor lembrou o caso dos supermercados Pão de Açúcar, um dos primeiros a entrar na era do comércio eletrônico e que possuía, no início, um serviço restrito a apenas alguns bairros da cidade do Rio de Janeiro. Somente após dominar o processo é que a empresa aumentou a abrangência do serviço <http://www.amelia.com.br>, que vende pela internet tudo o que está disponível nas lojas tradicionais e com uma abrangência geográfica muito maior que as lojas tradicionais.

LIMA (2000) menciona também o caso de sucesso do site Netflores, que vende flores em mais de cem cidades em todo o mundo e entrega em menos de 3 horas. A solução é simples: a empresa fez um convênio com as principais floriculturas de cada região. Uma boa logística contempla todas as etapas da venda, tais como pedidos, controle de estoque, verificação de crédito, faturamento, entrega e cobrança de impostos, um dos itens mais complicados, já que cada país tem tributos

diferentes. Para empresas de pequeno porte e entregas de pouco volume, a sugestão é a utilização do correio (EBCT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafo), que estão oferecendo várias soluções nessa área. A vantagem é a ampla cobertura oferecida.

SALGUEIRO (2000) também cita o exemplo dos Correios que atendem mais de 5,5 mil municípios brasileiros e 190 países. Para resolver a questão de segurança, foi lançado um novo produto: o Sistema de Rastreamento de Objetos dos Correios – SRO. Com ele, as remessas são monitoradas desde a origem até o destino.

CASTILHO (2003) traz alguns exemplos de parcerias entre empresas onde a troca de informações foi muito importante para alavancar ganhos para todos os envolvidos. Um dos casos citados como mais interessantes é o da Fedex onde o autor afirma: “A transparência levou muitos clientes a processar a Fedex por entregas fora do prazo, reforçando a oposição de alguns setores da empresa ao novo sistema. Mas o amadurecimento da experiência acabou gerando uma grande surpresa. O faturamento cresceu 20% depois da introdução da transparência total na administração do trânsito de encomendas”.

Os exemplos acima têm por objetivo demonstrar que, com as atuais tecnologias, é mais fácil disponibilizar informações sobre os processos, que a realização do processo em si. A logística desempenhando sua função de armazenamento e deslocamento dos produtos pelos vários elos da cadeia, adicionando a este processo a disponibilização de informações relativas ao andamento dos mesmos será de fundamental importância para que o restante da cadeia consiga programar-se para realização de seus processos com maior qualidade e segurança. Não apenas a logística será beneficiada por esta mudança de perfil, mas, toda a cadeia produtiva.

3.2.6 A posição privilegiada do transportador na cadeia

A Associação Brasileira de Logística, define logística como:

O processo de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem eficientes e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente.

Atualmente, tanto o operador logístico como o transportador tradicional se posicionam no mercado como estando em condições de atender estes requisitos, porém há diferenças fundamentais entre eles.

Conforme a definição de PFUTZENREUTER (2003), “o transporte de carga tradicional trata de deslocar produtos e insumos entre diversos pontos”, enquanto o operador logístico conforme a definição de FLEURY e WANKE (2003), tem como propósito básico nas novas relações contratuais, aumentar a eficiência e a eficácia das práticas de negócios na cadeia de suprimentos, via criação de vantagem competitiva sustentável no longo prazo. Especificamente, o desenvolvimento de parcerias logísticas para obtenção dos benefícios associados à integração vertical. FLEURY (2000) define o operador logístico como um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada.

NETTO (2004) afirma que: “a logística tradicional está relacionada a fazer com que os produtos (...) cheguem ao consumidor com o máximo de eficiência e ao menor custo possível”, ou seja, a logística tradicional ou o transportador tradicional atua apenas com o transporte no sentido do produtor para o consumidor, esta mesma definição é compartilhada por DAHER *et al.* (2003) que definem a atuação da logística tradicional como tratamento do fluxo de saída dos produtos.

GOULA (2003) menciona que a logística tradicional se ocupa basicamente da gestão da cadeia de suprimentos entre as empresas e seus fornecedores, hoje o objetivo principal da gestão da logística tem como componente principal a satisfação do cliente, dando ênfase à qualidade do produto ou serviço.

AMARAL (2003) destaca que o SCM requer um esforço sincronizado desde o fornecedor do fornecedor até o cliente do cliente, para a entrega de um produto na hora certa e com o menor custo final, com isso, o transportador tradicional está sendo pressionado para se adaptar às mudanças em função da complexidade que tem a cadeia de suprimentos. Sem o suporte da tecnologia em cada um de seus elos para funcionar como um todo, torna-se impossível o seu planejamento e controle, afinal, a cadeia de suprimentos requer uma integração contínua de suas partes criando o que se pode chamar de empresa ampliada, que não termina na porta de uma fábrica ou na carroceria de um caminhão.

COSTA (2004) menciona que a logística tradicional não possui um enfoque sistêmico e considera os vários elementos da distribuição física entre fornecedor e

cliente final, meros intermediários e não agentes que podem agregar valor. Este valor agregado não pode ser encontrado em um enfoque tradicional devido a um sistema de comunicação lento e das barreiras que a informação tem que superar, tanto na estrutura interna do fornecedor como do cliente e sem falar das interfaces entre ambos. COSTA (2004) também cita o ambiente de desconfiança que provoca a extrema competência que leva a transmitir a mínima informação fazendo os canais de comunicação entre empresas sejam muito mais rígidos.

FLEURY *et al.* (2000) destaca que o relacionamento tradicional existente entre uma empresa e suas transportadoras é antagônico e adversário, isto é, um jogo do tipo “perde-ganha”, em que cada uma das partes está buscando sempre aumentar sua margem no negócio em detrimento da outra. Em geral as empresas contratantes barganham tabelas de preços de frete em função do seu poder econômico. Conseqüentemente, o compartilhamento de informações e o planejamento de diversas atividades, como, por exemplo, programações de entregas, carregamentos no embarcador e descarregamentos nos clientes finais são mínimos ou quase inexistentes.

Considerando que sempre que na cadeia de valor existe fluxo de mercadorias, faz-se necessário o envolvimento do elo transportes cujo custo, ainda de acordo com FLEURY *et al.* (2000), corresponde a cerca de 60 % do custo logístico e aproximadamente 10 % do PIB, este tipo de relacionamento é uma significativa barreira à efetiva formação de parcerias na cadeia de valor.

BOWERSOX e CLOSS (1996) destacam que é preciso que os atores estejam convencidos dos benefícios das cadeias de valor para repensarem seus relacionamentos com base na cooperação e na filosofia “ganha-ganha” envolvendo tanto os elos primários (clientes e fornecedores) quanto os elos secundários (transportadores, armazéns, etc.). Neste tipo de relacionamento a integridade também é valorizada. Os parceiros atuam de forma honrada, justificando e incrementando a confiança mútua sem abusar das informações obtidas e nem debilitar os demais atores.

3.3. NÍVEL DE SERVIÇO E GESTÃO DE ESTOQUES

WANKE (2003-a) aborda os riscos associados à posse e manutenção de estoques ao longo do tempo no gerenciamento de cadeias de suprimentos em função dos ciclos de vida de produtos cada vez mais curtos; da proliferação de SKUs, implicando na pulverização da demanda original agregada em razão da introdução de novos produtos de mais difícil previsão e da segmentação crescente de mercados, implicando na abertura de novos centros de distribuição ou armazéns como garantia de nível de serviço. Estes fatores contribuem para que ocorram equívocos nas decisões de alocação (localização) e reposição (quanto, quando e como) dos estoques. As estratégias sugeridas para a melhoria nos processos são ECR (*Efficient Consumer Response*) e o ressuprimento *Just-in-Time*.

WANKE (2003-d) sugere além do acesso à informação em tempo real como forma para reduzir a variabilidade calculada da demanda num determinado estágio da cadeia, também pode ser utilizado três outras formas de atingir este objetivo, tendo como pressuposto básico a utilização de informações recentes de vendas como mecanismo acionador de atividades de logística e produção que tenham tempo de execução relativamente mais curto que o tempo de resposta exigido pelo mercado:

AROZO (2002) destaca que a necessidade de melhora no desempenho do estoque através de reduções, porém, sem deixar que a redução das necessidades de estoque comprometa o nível de serviço.

WANKE (2003-b) explora as principais motivações para a redução dos níveis de estoque e as armadilhas presentes na visão tradicional, bem como as transformações na cadeia de suprimentos que estão permitindo as empresas operarem com tamanhos de lotes de ressuprimento cada vez menores.

WANKE (2003-b) aborda a modelagem do consumo de materiais através de gráficos dente de serra e a análise dos *trade-offs* de custos entre os estoques e outras funções logísticas, como o transporte e a armazenagem. São apresentados os principais fatores que estão motivando as cadeias de suprimento a reduzir continuamente seus níveis de estoque: uma maior diversidade no número de produtos e mercados atendidos, o elevado custo de oportunidade de capital e o

crescente foco gerencial no controle e redução no grupo de contas pertencentes ao Capital Circulante Líquido. Além disto, é chamada a atenção para o fato de que reduzir os níveis de estoque, sem uma análise preliminar sobre o grau de eficiência do transporte, da armazenagem e do processamento de pedidos, pode gerar um aumento no custo logístico total da operação.

FONSECA (2001) menciona que existem muitas formas de transferir o estoque para o fornecedor. Quando o fornecedor está longe, e não pode adaptar-se à entrega em pequenos lotes, se utiliza, freqüentemente, a estratégia do estoque no depósito. O fornecedor deve depositar seu estoque em um armazém próximo ao cliente ou muitas vezes dentro do próprio cliente. Este estoque é considerado propriedade do fornecedor até que o cliente o consuma, momento no qual se fatura. Esta estratégia tem unicamente benefícios financeiros para o cliente, já que o estoque continua estando ali e com ele os problemas que acarreta.

FONSECA (2001) destaca que outra forma de deslocar o estoque é mediante a subcontratação de subconjuntos volumosos de fornecedores próximos. Desta maneira é o fornecedor que se encarrega da gestão do estoque de sub-componentes e é ele que disponibiliza o espaço de armazém. Em algumas ocasiões o provedor é também responsável pela compra destes sub-componentes, em outras este material está consignado pelo cliente. Ambas estratégias podem ser usadas com objetivos pontuais como economizar espaços na fábrica, mas geralmente não solucionam o problema do estoque, somente o escondem.

WANKE (2003-a) traz um estudo de caso onde é utilizado o ressuprimento enxuto (*Just-in-Time*) com o uso de simulação dando suporte para o entendimento dos custos totais na cadeia de suprimentos e o desenvolvimento de uma metodologia para determinação e adoção da lógica de ressuprimento mais adequada à estrutura de custos. Como principais resultados obtidos neste estudo de caso, é citada a redução do “*Working Capital*” pela criação de uma política de ressuprimento mais adequada ao nível de serviço prestado, redução dos custos totais da operação e maior fragmentada do processo logístico.

TAURION (2002-b) menciona que o nível de serviço ou serviço ao cliente, faz com que os produtos certos cheguem aos destinos certos, no tempo certo e nas condições certas. Trata-se portanto do processo de atendimento dos pedidos dos clientes, em que é oferecida uma conveniência aos clientes, agregando valor de tempo e lugar.

Um bom nível de serviço, no entendimento de TAURION (2002-b) será percebido pelo cliente e se tornará uma vantagem competitiva efetiva, muito difícil de ser copiada ou reproduzida. Esta situação é bastante diferente dos outros elementos competitivos, muitos deles intangíveis ou facilmente copiáveis, tais como preço e qualidade do produto.

Ter um bom nível de serviço significa que todos os processos logísticos da organização estão funcionando adequadamente, existindo harmonia e sincronismo, situação esta muito difícil de ser replicada, pois cada processo logístico é único em suas características e variáveis.

RIBEIRO (2003-a) levanta algumas questões que certamente são preocupações dos gestores de qualquer empresa que busque melhorar seus processos, trata-se da redução de custos e melhoria do nível de serviço das atividades logísticas. Em seu artigo são apresentados números de pesquisas realizadas nos EUA entre os executivos de grandes empresas e a grande maioria delas estão utilizando ou pretendem utilizar o *benchmarking* para alcançar, de maneira rápida, níveis de eficiência mais altos. O *benchmarking* pode ser utilizado tomando por referência empresas concorrentes, processos internos da própria empresa e/ou parceiros que possuam processos similares.

Na tentativa de definir limites de um processo e seus parâmetros de desempenho de forma que o escopo de análise seja o mesmo na empresa promotora da iniciativa e na melhor empresa do segmento, o “*Supply-Chain Council*” desenvolveu o *SCOR Model (Supply-Chain Operations Reference Model)*, modelo que busca, pelo estabelecimento de “processos padrões”, métricas comuns e apresentação das melhores práticas, viabilizar e incentivar melhorias contínuas na cadeia de suprimentos, sendo essa metodologia uma tentativa de padronização de processos e, apesar de não existir outra alternativa mais indicada, ela é utilizada por diversas empresas de grande porte, inclusive por empresas de desenvolvimento de ERPs.

3.3.1 Ciclo do pedido

BANZATO (2001) aborda o uso de WMS na rastreabilidade da fase de ciclo do pedido, possibilitando fornecimento de informação mais acurada e rápida ao cliente

e reduzindo perdas crônicas do processo, destacando como perdas crônicas, perdas pequenas mas continuas, que podem ser evitadas através da racionalização da necessidade de pessoal operacional e equipamentos.

NAZARIO (1999) define o ciclo do pedido como: tempo que se passa entre a colocação do pedido até o seu recebimento no estoque do cliente. Alguns autores consideram esta definição incompleta, pois esta não considera a etapa seguinte, que é o recebimento do valor cobrado pelo produto e/ou serviço fornecido. O prazo com que este recebimento ocorre tem importantes conseqüências financeiras para o negócio e é um objeto de negociação muito importante no processo comercial, pois é uma das componentes do preço do produto. Atrasos e ineficiência na execução das várias etapas significam desperdícios de recursos, principalmente estoques e transportes, além do baixo nível de serviço aos clientes, pois quanto mais demorado o ciclo, maior o tempo de espera que o cliente tem para receber o produto solicitado.

NAZARIO (1999) sugere que, para combater esta ineficiência, é de fundamental importância realizar a constante verificação do desempenho das operações durante o ciclo. Portanto, a aplicação de medidas de desempenho em todas as etapas do ciclo é prática saudável e altamente recomendável.

Na cadeia de Suprimentos, o desempenho do fornecedor é o resultado de um conjunto de atividades desenvolvidas durante as quatro primeiras fases do ciclo do pedido, ou seja, do processo que se inicia no momento em que o cliente começa a preparar o seu pedido, e se encerra no momento em que, finalmente, toma posse das mercadorias compradas e considera a operação satisfatoriamente concluída. O ciclo do pedido segundo BOWERSOX e CLOSS (1996), envolve quatro atividades: preparação e transmissão do pedido, processamento do pedido, seleção dos materiais e transporte do pedido e entrega ao consumidor. Na concepção de BOWERSOX e CLOSS (1996), o ciclo total do pedido e sua variabilidade são resultado de ciclos de atividades que envolvem a gestão da informação e a gestão do fluxo físico, sendo que o recebimento/estocagem e cobrança são resultado direto da eficiência interna da empresa e não os considera como parte do ciclo do pedido, apesar de que, a inadimplência não interfere na disponibilização do produto para as etapas seguintes do processo de produção, mas, poderá afetar o fluxo de caixa do fornecedor e interferir nos próximos pedidos.

3.3.2 Efeito chicote (*Bullwhip Effect*)

CHOPRA e MEINDL (2001) afirmam que o fenômeno é assim chamado, porque uma pequena variação ou flutuação sazonal na demanda consumidora real do cliente pode “bater chicote” para fornecedores acima da cadeia, levando-os a alternar entre situações de superprodução e de ociosidade.

A criação e venda de produtos sempre envolvem um número distinto de empresas operando numa linha em série, considerando uma cadeia de suprimentos linear simples, cujos pedidos vêm exclusivamente do membro abaixo de cada estágio da cadeia, ou seja, fornecedores fornecem matéria-prima para a fábrica, que fornece produtos acabados para os distribuidores, estes para os atacadistas, que combinam com vários produtos de várias empresas para vender aos varejistas, que vendem ao consumidor do produto.

Neste ambiente, os usuários do final da cadeia (consumidores) geram a demanda para a última empresa da cadeia de suprimentos, e a demanda para cada empresa na posição acima é a quantidade pedida pela empresa anterior. Ou seja, a demanda vista pelo atacadista consiste nos pedidos feitos pelo varejista, para os distribuidores, a demanda consiste nos pedidos do atacadista, e assim por diante para cima na cadeia.

Geralmente, os pedidos dos varejistas não coincidem com suas vendas atuais, pois tentam, através de técnicas, prever a demanda que virá do mercado através de dados históricos ou da percepção de tendências sazonais. Similarmente, os pedidos do atacadista ao distribuidor e este para a fábrica também não coincidem. Além do fluxo físico de produtos da cadeia que ocorre em direção ao consumidor final (para baixo), há o fluxo de informações que acontece para cima da cadeia e são transferidas na forma de pedidos que tendem a distorcer e a guiar de forma equivocada os membros superiores em seus estoques e nas decisões de produção.

Um número grande de empresas neste ambiente tem observado distorções na informação da demanda que se propagam e aumentam à medida que se afasta do consumidor, ou seja, os pedidos para os membros acima na cadeia de suprimentos exibem uma variação maior que os pedidos reais no ponto de venda do varejo (distorção da demanda); e a variação dos pedidos aumenta à medida que se move para cima na cadeia (propagação da variação). Este fenômeno é chamado de efeito chicote, chicoteamento ou *Bullwhip Effect*.

Alguns autores referem-se ao fenômeno efeito *Forrester*, porque a primeira descrição acadêmica sobre o fenômeno do efeito chicote foi feita por FORRESTER em 1958, que através de observações e experimentos constatou ser comum a variação da demanda percebida pela fábrica exceder a variação da demanda consumidora. Além disso, ele notou que o efeito é amplificado a cada estágio na cadeia de suprimento.

FORRESTER (1958) afirma que a causa principal desta dificuldade está no envolvimento do retorno da informação entre as empresas e que tais sistemas são muito complexos para que a intuição sozinha melhore a situação. Conseqüentemente, uma possível solução seria a compreensão do sistema como um todo, e através da modelagem utilizando “sistemas dinâmicos”, para que então, os gerentes pudessem determinar a ação apropriada.

Conforme citação de CHECCHINATO (2002), a melhor e mais conhecida descrição do efeito chicote vêm do trabalho direto de FORRESTER e posteriormente tenha vindo através da disciplina de sistemas dinâmicos. O jogo da cerveja é uma ferramenta de ensino útil, que demonstra o efeito chicote de forma eficaz, apesar de não obter uma estimativa precisa de seus custos.

FONSECA (2001) sugere a técnica de centralização quando têm muitos canais distintos e se produz de forma específica para cada um deles, neste caso torna-se necessário, a manutenção de um estoque específico para cada canal. Se a demanda deste canal flutua muito, podemos encontrar em um determinado momento, um sobre-estoque ou uma ruptura de estoque. Se centralizarmos a demanda flutuante de vários canais, de modo geral, a demanda total torna-se mais estável, com isso é possível adiar operações: fabrica-se uma referência genérica e as particularizações se realizam no canal de distribuição, em função da demanda real, no próprio armazém do produto determinado.

3.3.3 Custo total

São normalmente citados como custos logísticos: as operações de serviço ao cliente, gestão de estoques, embalagem, armazenagem, impostos, dos custos de transportes e outros. As decisões sobre processos logísticos, devem ser corretamente orientadas para adoção do conceito único de custo, procurando

identificar todos os custos relevantes dos processos, com o objetivo de examiná-los em conjunto, de tal modo a obter o seu “custo total”.

WANKE (2001) afirma que: é muito comum encontrarmos exemplos de decisões Logísticas equivocadas em função da falta da análise de todas as variáveis de custos envolvidas no processo logístico. Isso porque se leva em conta principalmente o tradicional enfoque contábil.

Nos processos *Logísticos* existem custos conflitantes, e para obter o melhor resultado é preciso encontrar o ponto de equilíbrio entre esses custos (SILVA, 2004). Por exemplo, o custo de transportes pode cair drasticamente se decidirmos pela implantação de centros de distribuição avançados em várias praças ou localidades de um mercado. No entanto, os custos de estoque irão subir em escala exponencial, pois será preciso abastecer com estoque todos os centros de distribuição em operação. São inúmeros os exemplos de situações de custos conflitantes dentro das operações logísticas, por isso todo o cuidado deve ser tomado durante a análise dessas operações.

3.4. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E MODELAGEM DE PROCESSOS

A Simulação é utilizada nas diversas áreas de estudo como ferramenta que reúne informações referentes a determinado sistema para analisar seus comportamentos por meio de modelos antes de sua aplicação real. HILLER & LIEBERMAN (1997), descrevem como objetivos da simulação, a eliminação das inviabilidades econômicas e os gastos de tempo para que as estratégias empresariais sejam implementadas ou efetuar as modificações sucessivas no sistema real, para só depois se estimar se os parâmetros de desempenho foram satisfatórios, o que, em termos empresariais é uma importante vantagem competitiva.

As características do processo da simulação são de grande valia para analisar os sistemas logísticos, e em especial, os sistemas de transporte, já que se percebe a existência de elevado número de variáveis que influenciam no desempenho dos fatores de produção utilizados. Fatores de produção que, em geral, necessitam de grande soma de investimentos quando de sua aquisição, como é o caso de vans,

caminhões, sistemas de rastreamento de veículos, instalações físicas, etc., o que justifica uma avaliação anterior aos investimentos.

De um modo geral, simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital. Conceitualmente, VIEIRA (2003) descreve simulação como a tentativa de replicar ou imitar as formas do comportamento de um sistema, sendo este existente ou não, através da construção de um modelo matemático desenvolvido em um computador. Existem várias outras definições sobre simulação. Segundo HOLLOCKS (1992), por exemplo, simulação é uma técnica de pesquisa operacional que envolve a criação de um programa computacional representando alguma parte do mundo real, de forma que experimentos no modelo original predizem o que acontecerá na realidade. Já para PEDGEN *et al.* (1990), simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação. Para SHANNON (1975), a definição é a seguinte: “um modelo computacional é um programa de computador cujas variáveis apresentam o mesmo comportamento dinâmico e estocástico do sistema real que representa”. De acordo com SCRIBER (1974), um dos desenvolvedores do GPSS, considerada a primeira linguagem de programação voltada à simulação, a definição de simulação é a seguinte: “simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo”.

A simulação, segundo VIEIRA (2003), procura modelar um sistema ou processo, dando apoio às tomadas de decisão, possibilitando a redução de riscos e de custos envolvidos em um processo (ou projeto). Cada vez mais a simulação está sendo aceita e fazendo parte do dia a dia dos analistas, sendo vista como uma técnica/ferramenta para verificar e encaminhar soluções aos problemas encontrados nos mais diversos segmentos industriais.

3.4.1 Objetivos da simulação

Segundo autores como: BANKS (1984); LAW e KELTON (1991); PRADO (1999); FREITAS FILHO (2001); KELTON e SADOWSKI (2002); VIEIRA (2003), cada vez mais a simulação está sendo empregada nas indústrias com o objetivo de:

- Reduzir custos de estoques, dimensionando-os corretamente de acordo com o planejamento da produção;
- Aumentar a performance de processos já existentes;
- Garantir que novos processos sejam testados e aprovados antes de suas implementações;
- Alcançar o mais alto nível de otimização de recursos e de pessoal;
- Obter os melhores resultados de logística com sua cadeia de fornecedores;
- PEDGEN (1995) indica o uso de simulação para prever o comportamento futuro, isto é, os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação;
- LOBÃO e PORTO (1996) sugerem a utilização de simulação para estudos sobre a utilização da capacidade instalada, níveis de inventários, lógica de controle, refinamento de projeto, integração, seqüenciamento, gargalos do sistema, melhor arranjo físico e melhor índice de produtividade dos funcionários;
- MILLER e PEGDEN (2000), descrevem que os modelos de simulação de cadeias de suprimentos são utilizados para estudar diversos processos que englobam fábricas, centros de distribuição, sistemas de transporte, entre outros..

3.4.2 Vantagens da simulação

Algumas das vantagens de se fazer a simulação são descritas a seguir:

uma vez o modelo de simulação criado, pode se fazer várias vezes para avaliar projetos e políticas propostas;

- Permite a análise de longos períodos em um curto espaço de tempo;
- Desenvolvimento do modelo de simulação ajuda a organização a separar os parâmetros controláveis daqueles que não são controláveis e estudar a influência de cada um deles sobre os sistemas; ou seja, a modelagem do processo para a construção do modelo de simulação irá funcionar como ferramenta de comunicação e promoverá um melhor entendimento sobre o sistema em análise;
- PEDGEN (1990), afirma por exemplo que, hipóteses sobre como ou por quê certos fenômenos acontecem podem ser testadas para confirmação;
- Diminuição de problemas que poderão ocorrer no campo: Como antes de testar a lógica de controle em campo, a lógica é testada “no laboratório”, a possibilidade de ainda se encontrar erros de lógica é minimizada;
- BANKS (1984), cita que, um estudo de simulação costuma mostrar como realmente um sistema opera, em oposição à maneira com que todos pensam que ele opera;
- Com a simulação, uma ampla gama de situações podem ser geradas para testar a lógica de controle, tornando-a mais ‘robusta’, pois esta pode funcionar tanto para situações comuns como situações incomuns mas que podem ocorrer;
- CORRÊA, GIANESI e CAON (2001), citam que, a simulação permite a análise de sensibilidade do tipo *what-if* (o que acontece se...). Várias políticas de decisão podem ser testadas e comparadas rapidamente;
- O custo de cada rodada de simulação / “*set-ups*” no modelo de simulação é desprezível: Uma vez que o modelo de simulação foi construído e customizado, o custo/tempo de montar novas configurações é mínimo (basta algumas manipulações no teclado).
- CORRÊA, GIANESI e CAON (2001), também sugerem o uso da simulação para aqueles problemas que na prática são resolvidos por regras intuitivas (*rules of the thumb*), a simulação é uma ferramenta forte para apoio a decisão permitindo que soluções potencialmente boas sejam encontradas;

3.4.3 Desvantagens da simulação

Como todas as técnicas, a simulação também possui algumas desvantagens. Entre elas pode-se citar:

- Um bom modelo de simulação pode se tornar caro e levar vários meses para o seu desenvolvimento, especialmente quando os dados são de difícil obtenção;
- CORRÊA, GIANESI e CAON (2001) descrevem que a simulação não gera bons resultados sem *inputs* adequados. A construção e a alimentação do modelo requerem um trabalho árduo e criterioso;
- PEDGEN (1990) cita que, os resultados da simulação são, muitas vezes, de difícil interpretação. Uma vez que os modelos tentam capturar a variabilidade dos sistemas, é comum que existam dificuldades em determinar quando uma observação realizada durante uma execução se deve a alguma relação significativa no sistema ou a processos aleatórios construídos e embutidos no modelo;
- BANKS (1984), alerta que a construção do modelo requer treinamento especial e que o aprendizado se dá ao longo do tempo, com a aquisição de experiência.

3.4.4 Áreas de aplicação da simulação

A utilização da simulação pode ser verificada em vários segmentos. Alguns setores onde a simulação é aplicada são: Escritórios; parques de diversões; portos e aeroportos; hospitais; supermercados; cadeias logísticas; bancos; restaurantes, etc..

Particularmente, em cadeias logísticas, a simulação pode ser utilizada para determinar qual deve ser a melhor política de estocagem, transporte e distribuição, desde a origem das matérias-primas passando pela manufatura até o consumidor final. VIEIRA (2003) cita a utilização de ferramentas de simulação por grandes empresas com atuação no Brasil e que tem logística como seu principal negócio, ou parte crítica do mesmo, como Ryder, Axis Sinimbu, CVRD, Petrobrás, Aracruz,

Copersucar, Cenibra, entre várias outras. Também é mencionada a utilização de ferramentas de simulação por empresas de consultoria, com grande sucesso.

Na “Axis”, que faz o transporte de automóveis da Volkswagen exportados para a Argentina, foi avaliada a estratégia de carregamento das cegonhas, estudando-se a utilização das baias e dimensionando a equipe de motoristas. Conseguiu-se desta forma, distribuir melhor a movimentação, com redução de 30% da frota originalmente alocada. Na Aracruz, Copersucar e Cenibra, foram feitos estudos de abastecimento de madeira ou cana de açúcar, incluindo o dimensionamento da frota e alternativas de trechos de transporte intermodal, praticamente eliminando o risco de falta de matéria-prima nas fábricas.

A CVRD simula alterações na sua malha ferroviária e movimentação de vagões no porto, evitando enormes prejuízos com atraso no desembarque de cargas em navios.

A Petrobrás simula a movimentação de plataformas marítimas, dimensionando a frota de rebocadores e economizando valores expressivos na locação dos mesmos.

Outros estudos utilizando simulação têm sido desenvolvidos em diversas áreas relacionadas ao transporte. LACERDA (2001) utilizou a simulação para avaliar os impactos de novos serviços e produtos em uma base de distribuição de combustíveis, considerando os diferentes padrões de demanda e a utilização de diversas configurações de recursos disponíveis. SALIBY *et al.* (2003) apresentaram um modelo de simulação de operações em uma base de distribuição de combustíveis e em um terminal de containeres, visando testar diferentes políticas operacionais e estratégicas, além de questões relacionadas à demanda e ao perfil da frota e seus efeitos no desempenho do sistema. GONSALVES *et al.* (1999) desenvolveram um modelo de simulação no projeto de veículos leves sobre trilhos (VLT) do Rio de Janeiro para avaliar algumas medidas de desempenho operacional do sistema quando submetido a diferentes frequências, tipos de veículos, volume e distribuição de demanda e intensidades de interferências de pedestres e veículos rodoviários no sistema.

3.4.5 Modelagem de processos na cadeia produtiva

O *Supply Chain Council, Inc – Pittsburgh*, considera que os desafios enfrentados pelas empresas, oriundos do crescimento das exigências dos clientes em relação aos produtos, associado a pressões por menores custos, tornam complexa e desafiadora a tarefa de aumentar o desempenho dos processos existentes ao longo de cadeias de suprimento. Para atingir tal objetivo de aumento de desempenho é necessário que as empresas identifiquem que segmentos da cadeia não são competitivos, compreender quais as necessidades dos clientes não estão sendo atendidas, estabelecer um plano de metas para as melhorias requeridas pelo ambiente e implementá-lo rapidamente. A inexistência de um padrão para avaliar as condições de suprimento configura um quadro onde é complicado avaliar o desempenho logístico das empresas.

Esta falta de um conhecimento mais detalhado das características dos processos e respectivo fluxo de informações dificulta e onera os processos de melhoria de gestão da logística. Como consequência deste quadro, ocorre que, ao invés de reduzir as deficiências e alavancar vantagens competitivas para a organização, são realizados elevados investimentos na implantação de sistemas incapazes de efetivamente atender as reais demandas de uma determinada organização.

O problema que moveu a realização dessa pesquisa é a constatação das dificuldades para a implantação de projetos que envolvam a integração de agentes que não se relacionam diretamente, as dificuldades decorrem da ineficiência dos métodos tradicionais de integração de processos, onde é negligenciada a necessidade de envolvimento do participante e não é dada aos mesmos a visão do todo, quando deveria ser demonstrando a cada um, onde o seu trabalho afeta do trabalho do outro.

Muitos projetos de integração não atingem a totalidade das expectativas que os envolvidos tinham no início do projeto, porque o convencimento da alta gerência em relação à viabilidade do processo é feito com base na idéia de que todas as necessidades serão atendidas e isso não se concretiza na realidade. No decorrer da implantação, à medida que o prazo vai acabando e os custos excedendo o

orçamento, parte-se para a redução de abrangência (escopo) do processo, sacrificando-se funções julgadas menos importantes.

Este desgaste e desperdício de recursos, principalmente quando se fala que a integração de cadeia produtiva pode ser resolvido com a utilização de ferramentas de simulação, pois as mesmas fornecem recursos para modelagem dos processos, demonstrando o fluxo das informações e materiais, permitindo que todos, incluindo a alta gerência, tenham uma idéia clara da abrangência do projeto e possam, antes mesmo de iniciar o processo, definir sua abrangência real e identificar os possíveis problemas antes mesmo que ocorram, evitando com isso desgastes e retrabalhos.

SOUZA (2004) menciona que “é muito comum que, por comodidade, pressa ou desconhecimento, as empresas releguem a um segundo plano a modelagem do processo que dará forma e conteúdo ao negócio. Esse erro é fatal. Sem que o processo esteja estruturado as pessoas não sabem o que devem fazer, com quem devem interagir, qual o grau de autonomia da sua função e como devem ser tratadas as exceções durante a operação no dia-a-dia”.

A análise e modelagem de um processo de negócio permitem a introdução segura de regras, tempos, rotas e papéis funcionais no ambiente organizacional. Quer o processo já exista de forma desestruturada, quer seja um novo processo necessário para suportar um novo negócio, sua análise e modelagem garantem o compartilhamento do conhecimento quando da sua implantação e a gerência desse mesmo conhecimento na sua operacionalização.

Considerando os sistemas logísticos como sendo sistemas dinâmicos complexos, envolvendo diversos elementos interagindo entre si e influenciados por efeitos de natureza aleatória e que impõem sérias dificuldades, SALIBY (2003) propõe um estudo analítico do problema, fazendo da simulação computacional um forte aliado, senão o único, para o projeto e a análise de sistemas logísticos. Além disso, a cada dia isso se torna mais viável considerando-se que as empresas tem a sua disposição, computadores cada vez mais poderosos, disponibilidade e acesso a informações quase imediatas e uma gama de *softwares* capazes de auxiliarem em diferentes situações de tomada de decisão.

Na definição elaborada por CHANDRA e CHILOV (2001), *supply chain* é o gerenciamento coordenado do fluxo de materiais, instalações e logísticas onde as premissas fundamentais são: a sincronização das múltiplas atividades, fornecendo uma base compartilhada de produtos, tecnologia, processos e recursos,

compartilhando informações sobre os próprios envolvidos e construindo um entendimento comum do mercado.

Abordando a competição entre cadeias de suprimentos, REES (2002) destaca a troca de informações entre parceiros e os ganhos obtidos pela ação coordenada. No seu artigo, descreve uma metodologia para o levantamento de informações e processos necessários para a construção de um modelo de simulação. A Proposta é a construção de um modelo orientado a objetos, com cada atividade segmentada (submodelos) para que o processo possa ter maior escalabilidade.

DONG (2001) define *Supply Chain Management* como a estratégia através da qual a integração da cadeia produtiva pode ser alcançada, também define *Supply Chain* como o processo integrado onde várias entidades de negócio (fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas, etc.) trabalham juntas com um esforço comum, adquirindo matéria-prima e convertendo a matéria-prima em produtos finais específicos e com os distribuidores e varejistas fazendo o produto chegar ao consumidor. A cadeia de suprimentos tradicional é caracterizada pelo fluxo de produtos fluindo no sentido dos consumidores e o fluxo de informações no sentido contrário. Em seu trabalho, é apresentado um estudo de caso com um modelo de simulação computacional da cadeia de suprimentos. No trabalho, estão descritos detalhadamente todas as fases do desenvolvimento do projeto de simulação, com os passos a serem seguidos e algumas fórmulas a serem utilizadas.

SHARMA *et al.* (2003) descreve: “de maneira geral, uma empresa, seja ela de serviços ou manufatura, deve atender a quatro públicos distintos: o cliente que deseja produtos de qualidade com valor singular, rapidez e confiabilidade; os funcionários que precisam ter uma noção de envolvimento, um sentido de propriedade e maior conexão com o empreendimento; os fornecedores da cadeia de valor, que querem o crescimento de suas próprias empresas, enquanto se tornam partes de um fluxo bem sucedido e sincronizado; e os acionistas, que exigem o crescimento das vendas e dos lucros e a confiabilidade do investimento”. Atendendo estas premissas, as ferramentas de simulação com base em dados coletados dos processos e/ou previsões, podem demonstrar tendências e benefícios da colaboração entre os elementos da cadeia, conduzindo em muitos casos a uma mudança cultural.

SALIBY (2003) define simulação como “o processo de construção de um modelo que replica o funcionamento de um sistema real ou idealizado (ainda a ser

construído!) e na condução de experimentos computacionais com este modelo com o objetivo de melhor entender o problema em estudo, testar diferentes alternativas para sua operação e assim propor melhores formas de operá-lo”.

Capítulo 4

O modelo elementar de simulação de uma cadeia de suprimentos

Este capítulo descreve os passos do desenvolvimento de um modelo de simulação (discreta) de uma cadeia de suprimentos de quatro estágios. Os dados gerados pela simulação dos diferentes cenários permitirão a análise dos impactos de uma gestão colaborativa e de otimização da logística em cadeias de suprimentos. A aplicação de simulação seguirá uma metodologia baseada nas metodologias propostas por PRADO (1999), PEDGEN *et al.* (1995) e KELTON *et al.* (2002), composta por 9 etapas descritas no item metodologia adotada.

4.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O objetivo é criar um modelo de simulação discreta de uma cadeia de suprimentos de quatro estágios a ser utilizada posteriormente na análise dos benefícios de uma gestão colaborativa e da otimização da logística em relação aos níveis de serviço e o efeito chicote na cadeia.

4.2. PLANEJAMENTO DO PROJETO

Nesse projeto acadêmico, os recursos envolvidos foram: um programador/analista, um PC e *software* de simulação ARENA para a criação e

execução do projeto hipotético de simulação de uma cadeia de suprimentos com o objetivo de identificar os fatores com maior impacto sobre os estoques da cadeia.

4.3. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO PRODUTIVO

O sistema desenvolvido tomou como ponto de partida os modelos propostos por SLACK *et al.* (1999) e CHOPRA e MEINDL (2001), para exemplificar como o efeito chicote atua na cadeia de suprimentos. Com o decorrer do desenvolvimento do projeto, novas características foram sendo incorporadas, sendo que, das propostas originais, manteve-se o princípio de que todos os estágios da cadeia de suprimentos devem manter em estoque um período de cobertura de demanda, supondo, hipoteticamente que a demanda do período seguinte será a mesma do período atual e a transmissão da demanda entre os elos da cadeia se dá através de pedidos que são realizados do elo mais abaixo da cadeia para o estágio superior.

Considerando-se que a demanda do mercado é variável, o sistema foi desenvolvido para adaptar-se a estas variações de tal forma que o estoque em cada agente flutue em função das flutuações da demanda.

Em todos os estágios da cadeia, o atendimento do pedido segue o mesmo princípio: se houver estoque suficiente, o pedido é atendido e despachado imediatamente. O recebimento do pedido no distribuidor. Também desencadeia a verificação do nível de estoque para avaliar a necessidade de fazer pedido para a indústria. Na indústria, a chegada do pedido, além de verificar nível de estoque de produtos acabados para determinar a necessidade de produzir, também é realizada a verificação da disponibilidade de matéria-prima, e caso o estoque esteja abaixo do nível mínimo necessário para atender o próximo período, o sistema lança um pedido de reposição (compra).

A política de controle de estoque leva em consideração a disponibilidade de estoque no elemento (integrante da cadeia – distribuidor, indústria, fornecedor) que recebeu o pedido, a demanda diária e o número de dias de cobertura do estoque desejados: A cada novo pedido, o sistema calcula a demanda diária do elemento que recebeu o pedido com base na demanda do mesmo nos últimos 60 dias e com base no número de dias do período de cobertura de estoque desejado, verifica a

necessidade ou não de repor seus estoques, lançando ou não um pedido ao elo anterior da cadeia.

A quantidade a ser pedida ou produzida será a diferença entre o estoque necessário para atender um período de cobertura da demanda desejado, subtraído do estoque disponível. A quantidade a ser pedida sempre será múltipla do lote mínimo de compra ou produção, dependendo do processo analisado. Com isso, se houver a necessidade de compra e o número de unidades necessárias para completar o estoque necessário para atender a projeção de demanda do próximo período não for múltipla do lote, a quantidade será aumentada em n unidades de forma que se torne múltipla do lote mínimo. Os lotes mínimos em cada estágio da cadeia são diferentes, de forma a dar ao sistema maior similaridade aos processos normais de uma cadeia de suprimentos real.

No modelo de simulação desenvolvido, houve uma preocupação em não provocar variações nos resultados decorrentes de alterações nas lógicas entre os vários cenários, em função disso, todos os cenários criados foram executados utilizando-se um único modelo de simulação. Para que a transição de um cenário para outro não representasse risco de alteração nas lógicas, optou-se pela parametrização do modelo de tal forma que a transição de um cenário para outro fosse realizada através da mudança nos parâmetros. Os parâmetros considerados foram os seguintes:

- Número de distribuidores (10 e 50 distribuidores);
- Dias de cobertura de demanda (5 e 25 dias);
- Tamanho do lote mínimo de compra (20 e 100 unidades);
- Tipo de integração entre os agentes da cadeia (com colaboração e sem colaboração).

Por tanto, com a combinação dos parâmetros, obtém-se 16 diferentes cenários.

Os tamanhos de lotes de produção da indústria e dos fornecedores e os tempos de processo em cada estágio da cadeia são rigorosamente os mesmos, assim como a entrada de pedidos na cadeia segue a mesma equação em todos os cenários.

Em todos os cenários, a indústria considerou um período de cobertura de 10 dias e os lotes de compra de matéria-prima e produção da indústria foi de 480 unidades.

Para conseguir aproximar o comportamento do modelo de simulação ao comportamento de uma cadeia de suprimentos real, foi necessário utilizar *Visual Basic for Applications* – VBA – juntamente com os recursos padrões do Arena. Com a utilização do VBA tornou-se possível armazenar os dados dos eventos anteriores e a utilização destes dados no cálculo da demanda, objetivando de dar ao sistema a sensibilidade para perceber as variações de demanda e adaptar-se a estas variações.

Considerando as simplificações do modelo original proposto por SLACK *et al.* (1999), algumas foram resolvidas e outras foram mantidas:

- Manteve-se a transmissão da demanda ao fornecedor sem nenhuma defasagem no tempo em relação à ocorrência da demanda;
- Passou-se a considerar o lote mínimo nos pedidos do distribuidor para a indústria e nos pedidos de matéria-prima da indústria para o fornecedor, inclusive considerando-se tamanhos de lotes diferentes em cada elo.
- Passou-se a considerar o lote mínimo de produção, fazendo com que seja produzido sempre quantidade múltipla do lote mínimo;
- Foi considerado o tempo de envio dos pedidos atendidos, ou seja, há um intervalo entre o atendimento do pedido e o recebimento do mesmo pelo elo solicitante;
- O *lead time* considerado foi linearmente proporcional à quantidade de unidades produzidas;
- Não foram consideradas as funções internas das fábricas, tais como de operação, previsão e gerenciamento de demanda, e de atividades relacionadas ao MRP;
- O modelo original contemplava apenas um período de cobertura. No modelo desenvolvido, dois diferentes períodos de cobertura foram considerados;
- O modelo original não fazia menção ao número de agentes em cada estágio da cadeia, fator julgado relevante nas variações dos níveis de estoque e incorporado no modelo desenvolvido;
- Os benefícios do fator colaboração considerado no modelo, restringiram-se à utilização dos dados no planejamento da operação. Pela dificuldade de mensurar os benefícios indiretos como por exemplo, a agilização no processo de atendimento dos pedidos, o aumento da confiabilidade das

informações e o ganho de tempo no processo de recepção dos materiais, os mesmos não foram considerados, e com isso, o impacto do fator colaboração será minimizado.

4.4. INDICADORES DE DESEMPENHO USADOS

Com o intuito de medir a performance do modelo estudado, direcionado ao objetivo deste trabalho, foram utilizados os índices de desempenho apresentados a seguir na Tabela 1:

Tabela 1: Indicadores considerados na análise

Indicador	Descrição do indicador
I1	Variação mensal do número de unidades pedidas pelos distribuidores;
I2	Variação mensal do número de unidades produzidas pela indústria;
I3	Variação mensal do número de unidades pedidas pela indústria aos fornecedores (matéria-prima);
I4	Variação mensal do número de unidades em estoque nos distribuidores
I5	Variação mensal do número de unidades em estoque na indústria
I6	Estoque médio da indústria (em unidades);
I7	Estoque médio mensal dos distribuidores (em unidades);
I8	Estoque médio mensal da cadeia (distribuidores + Indústria);
I9	Nível de serviço dos distribuidores

A adoção destes indicadores visa determinar:

- A variação do número de unidades pedidas pelos distribuidores para a indústria com o objetivo de medir as variações no número de unidades pedidas mensalmente. Este indicador de desempenho foi escolhido para demonstrar o impacto do efeito chicote no segundo estágio da cadeia decorrente do aumento do estoque de segurança e do número de agentes no elo distribuidor. Também serve para demonstrar a ausência de impacto da colaboração neste estágio;
- A variação dos níveis de produção da indústria com o objetivo de medir as variações no número de unidades produzidas pela indústria. Este indicador de desempenho foi escolhido para demonstrar o impacto do efeito chicote em cada estágio e irá demonstrar o impacto dos quatro fatores considerados na variação dos níveis de estoque na cadeia;

- A variação do número de unidades de matéria-prima solicitada ao fornecedor, medindo as variações nos pedidos feitos ao fornecedor. O indicador é calculado com base na variação média dos pedidos feitos pela indústria ao fornecedor e foi escolhido devido à necessidade de verificar como a gestão colaborativa e a eficiência logística podem reduzir as variações (efeito chicote);
- A variação do estoque total médio na cadeia, medindo os níveis de estoque de produtos acabados nos distribuidores e na indústria. A adoção deste indicador justifica-se porque a variação nos níveis de estoques na cadeia tem impacto direto sobre os volumes de capital investido pela cadeia.
- O nível de serviço/atendimento dos pedidos, medindo a responsividade da cadeia. A adoção deste indicador foi necessária para demonstrar os possíveis impactos causados pelos fatores considerados em relação ao nível de serviço oferecido ao mercado consumidor.

4.5. CONCEITO DE COLABORAÇÃO CONSIDERADO NO MODELO

O conceito de colaboração implementado no modelo, considera que, havendo colaboração entre a indústria e os distribuidores, a indústria consegue planejar sua produção com base na demanda real do mercado, enquanto que, sem colaboração, o planejamento da indústria irá se basear unicamente nos pedidos que ela recebeu. Ou seja, com a colaboração, a indústria consegue suavizar os efeitos da demanda artificial criada pelo estoque de segurança e pelo tamanho do lote econômico de compra. Assim, não havendo colaboração entre a indústria e seus distribuidores, por exemplo, a indústria não consegue diferenciar o que é demanda real do que é demanda artificial criada pelo estoque de segurança. Havendo colaboração, a indústria irá produzir as quantidades necessárias para atender os pedidos dos distribuidores e irá se preparar para a demanda do próximo período com base na demanda real do mercado, eliminando da sua previsão a demanda criada pelo estoque de segurança.

Para cálculo do estoque de cobertura de demanda (estoque de segurança), foi considerada a demanda mensal acumulada e o número de dias de estoque. Assim, por exemplo, para uma demanda mensal acumulada de 3000 unidades e 5 dias de estoque de segurança, o estoque de segurança será de 500 unidades $[(3000 \text{ unidades} / 30 \text{ dias}) * 5 \text{ dias}]$. Maiores detalhes do planejamento de demanda para os cenários “com colaboração” e “sem colaboração” estão demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Planejamento da demanda sem colaboração

<i>Estoque de segurança (período de cobertura)</i>	<i>Pedido dos Consumidores (no mês)</i>	<i>Pedidos dos distribuidores (no mês)</i>	<i>Produção da Indústria (no mês)</i>	<i>Cálculo da necessidade de produção da indústria</i>
<i>5 dias de demanda</i>	3000	3500	4083 – (estoque atual)	$3500 + (3500 / 30 * 5)$
<i>10 dias de demanda</i>	3000	4000	5333 – (estoque atual)	$4000 + (4000 / 30 * 10)$
<i>15 dias de demanda</i>	3000	4500	6750 – (estoque atual)	$4500 + (4500 / 30 * 15)$
<i>20 dias de demanda</i>	3000	5000	8333 – (estoque atual)	$5000 + (5000 / 30 * 20)$

Tabela 3: Planejamento da demanda com colaboração

<i>Estoque de segurança (período de cobertura)</i>	<i>Pedido dos Consumidores (no mês)</i>	<i>Pedidos dos distribuidores (no mês)</i>	<i>Produção da Indústria (no mês)</i>	<i>Cálculo da necessidade de produção da indústria</i>
<i>5 dias de demanda</i>	3000	3500	4000 – (estoque atual)	$3500 + (3000 / 30 * 5)$
<i>10 dias de demanda</i>	3000	4000	5000 – (estoque atual)	$4000 + (3000 / 30 * 10)$
<i>15 dias de demanda</i>	3000	4500	6000 – (estoque atual)	$4500 + (3000 / 30 * 15)$
<i>20 dias de demanda</i>	3000	5000	7000 – (estoque atual)	$5000 + (3000 / 30 * 20)$

No processo implementado no modelo de simulação, estará sendo considerado o estoque atual da indústria. Com isso, será produzido o suficiente para atender a demanda dos distribuidores e ainda manter em estoque um número de unidades equivalente à demanda diária do período anterior multiplicada pelo número de dias do estoque de cobertura desejado.

A agilização no processo de atendimento dos pedidos, o aumento da confiabilidade das informações e o ganho de tempo no processo de recepção dos materiais, apesar de ser amplamente discutidos e aceitos como benefícios da colaboração, não foram considerados na implementação do modelo. No conceito implementado, considerou-se apenas os ganhos proporcionados no planejamento da operação de reposição.

4.6. PREPARAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

Considerando-se que o objetivo do modelo desenvolvido foi simular diferentes cenários e o foco do trabalho sendo a análise do desempenho da indústria e dos elos que interfaceiam com a indústria, as seguintes configurações foram mantidas constantes em todos os cenários:

- Lançamento de pedidos pelo mercado consumidor a cada seis horas, com uma variação de 2 horas (Expressão: Normal (6, 2));
- Lote de produção da Indústria múltiplo de 480 unidades;
- Lote de entrega de matérias-primas múltiplo de 480 unidades;
- Período de simulação de 40 meses;
- Cada cenário foi executado com 100 réplicas;
- Como condições iniciais, foi considerado que o estoque em todos os elos da cadeia estavam zerados;

- O tempo de transporte considerado em todos os elos foi de 24 horas;
- Não foi considerado tempo de warm-up, porém, os 2 primeiros meses do resultado da simulação foram excluídos das análises, descartando o período de estabilização do sistema.

4.7. MODELAGEM

O Modelo de simulação foi desenvolvido no ambiente ARENA, devido ao fato do mesmo já ter sido citado em outros trabalhos semelhantes (VIEIRA (2004), ANDERSON *et al.* (2002), MOREIRA (2001) e MERCURYEV *et al.* (2002)) e também pela facilidade de uso e disponibilidade do mesmo.

Através das figuras extraídas do modelo pela captura das telas diretamente do software ARENA, é possível demonstrar como o processo foi implementado, os níveis hierárquicos e os fluxos dos processos.

Os detalhes técnicos do modelo e as lógicas desenvolvidas em VBA serão apresentadas como anexos do trabalho.

4.8. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

A estrutura para modelagem e avaliação de desempenho da cadeia de suprimentos considerada foi estruturada em níveis hierárquicos. O primeiro nível é composto por quatro elementos e por sua integração, feito por meio de fluxos de informações e materiais, sendo que cada um dos elementos representa um dos estágios da cadeia modelada. No segundo nível hierárquico, tem-se a descrição e o fluxo dos processos de cada um dos elementos da cadeia, conforme representa a Figura 2.

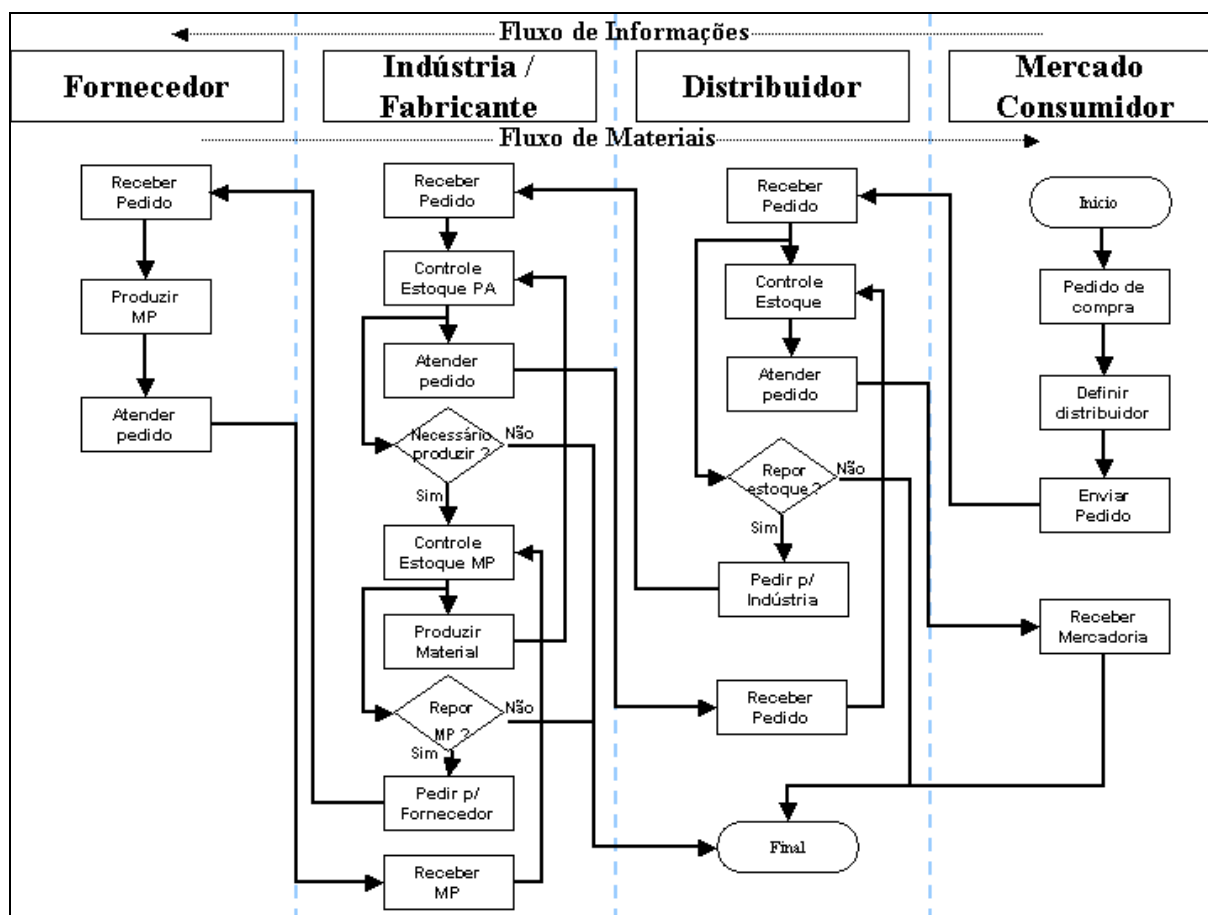


Figura 2: Estrutura da Cadeia de Suprimentos modelada.

4.8.1 Mercado Consumidor

A estrutura do mercado consumidor na cadeia simulada tem como processo inicial o pedido do consumidor que é gerado através de uma expressão normal (6,2), ou seja, em média a cada intervalo de 6 horas, com variação de 2 horas é gerado um novo pedido.

O pedidos gerados poderão aleatoriamente ter quantidade de 10, 20, 30, 40 ou 50 unidades com iguais possibilidades para cada tamanho de pedido.

A definição do distribuidor que irá receber o pedido também será feita de forma aleatória com iguais probabilidades para cada distribuidor.

Feito o pedido, o mesmo será encaminhado para o distribuidor e o retorno deste será o envio dos produtos solicitados, quando ocorrerá o fechamento do ciclo.

4.8.2 Distribuidores / Varejistas

A cada novo pedido recebido pelos distribuidores, serão desencadados dois processos:

- a) Atendimento do pedido;
- b) Avaliação do nível de estoque.

O atendimento do pedido irá considerar a disponibilidade de estoque e não havendo estoque suficiente para atender o pedido, o pedido irá para uma fila onde irá aguardar pela chegada de mercadorias da indústria. Havendo mercadoria em estoque, o número de unidades solicitadas será baixada do estoque e o pedido do consumidor será atendido.

A avaliação do nível de estoque, levará em consideração a demanda dos últimos 60 dias e projetará a necessidade de estoque para o atendimento do período futuro conforme o nível de estoque desejado pela cadeia conforme o número de dias de estoque estipulado.

Considerando-se a necessidade de estoque para o atendimento da projeção de demanda do próximo período, subtraindo-se do estoque disponível e os pedidos feitos para a indústria que ainda não foram entregues, obtem-se a quantidade a ser pedida para a indústria. Havendo a necessidade de compra e considerando-se que a

indústria somente entega em quantidades múltiplas do lote econômico de compra, a quantidade a ser pedida é aumentada no número de unidades necessárias para completar o lote de compras e o pedido é encaminhado para a indústria.

A finalização do processo desencadeado pelo pedido do distribuidor ocorre com a entrega das mercadorias pela indústria. Nesta fase do processo, o número de unidades entregues é adicionado ao estoque do distribuidor, liberando com isso os pedidos que eventualmente estejam retidos por falta de produto.

$$QP = (DD * DE) - (ED + \Sigma PI)$$

onde:

QP = quantidade do pedido;

DD = demanda diária do distribuidor (demanda do distribuidor no período considerado / número de dias do período considerado)

DE = dias de estoque de segurança (5 dias ou 25 dias) conforme parametrização do cenário;

ED = estoque atual do distribuidor;

ΣPI = pedidos feitos para a indústria, pelo distribuidor, e ainda não entregues.

4.8.3 Fabricante / Indústria

O processo da indústria é o mais complexo, sendo que a cada novo pedido recebido dos distribuidores, serão desencadeados três processos:

- a) Atendimento do pedido;
- b) Avaliação do nível de estoque de produtos acabados;
- c) Avaliação da necessidade de compra de matérias-primas.

O atendimento do pedido irá considerar a disponibilidade de estoque e não havendo estoque suficiente para atender o pedido, o mesmo irá para uma fila onde irá aguardar até que a produção disponibilize um novo lote de mercadorias. Havendo mercadoria em estoque, o número de unidades solicitadas será baixada do estoque e o pedido do distribuidor será atendido.

A cada novo pedido recebido, será calculado o estoque necessário para o próximo período com base na base na demanda dos últimos 60 dias, no período de

cobertura desejado e na quantidade disponível no estoque de produtos acabados e na quantidade de unidades em fase de produção. Sempre que o sistema identificar que o estoque atual não é suficiente para o atendimento do próximo período, será solicitada a produção de um novo lote de produtos acabados.

O processo de produção do novo lote de produtos acabados, primeiramente irá verificar se há matéria-prima em quantidade suficiente para produzir o lote. Não havendo quantidade suficiente, a produção irá aguardar a entrega de matérias-primas pelos fornecedores.

$$LP = (DI * DE) - (EI + \Sigma LP)$$

onde:

LP = quantidade a ser produzida;

DI = demanda diária da indústria (demanda do período considerado / número de dias do período considerado)

DE = dias de estoque de segurança (5 dias ou 25 dias) conforme parametrização do cenário;

EI = estoque atual da indústria;

ΣLP = produção em andamento.

A projeção da necessidade de matérias-primas irá levar em consideração, além da demanda anterior, eventuais lotes de produção que estejam aguardando pela entrega de matéria-prima. Havendo a necessidade de completar o estoque de matéria-prima, o pedido a ser enviado ao fornecedor será transformado em múltiplo do lote econômico de compra parametrizado.

$$PF = (DI * DE) - (EM + \Sigma PM)$$

onde:

PF = quantidade de matéria-prima a ser pedida aos fornecedores;

DI = demanda diária da indústria (demanda do período considerado / número de dias do período considerado)

DE = dias de estoque de segurança (5 dias ou 25 dias) conforme parametrização do cenário;

EM = estoque atual de matéria-prima na indústria;

ΣPM = pedidos de matéria-prima ainda não entregues.

4.8.4 Fornecedor de Matérias-primas

No modelo simulado, está sendo considerado que o fornecedor de componentes não tem restrições em relação às matérias-primas utilizadas no seu processo produtivo. As restrições nesta fase do processo resumem-se à sua capacidade de produção, onde apenas um lote é produzido por vez, ou seja, os pedidos são recebidos e enfileirados e a produção de um lote somente inicia quando a produção do lote anterior tiver sido finalizada.

4.9. DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE RÉPLICAS

Na abordagem utilizada para se estimar o número de réplicas é baseado no método proposto por Kelton *et al.* (2002). Inicialmente, fez-se experimentação (de um cenário intermediário com 20 distribuidores, 10 dias de estoque e colaboração) com 30 réplicas ($n=30$). Em seguida, repetiu-se os experimentos para $n=100$. Os resultados obtidos, para um nível de confiança de 95% (i.é, $\alpha = 5\%$), estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados e cálculo do número de replicações necessárias

<i>Indicador</i>	<i>Half-width (h)</i>		<i>Cálculo ($n^* \cong n^o (h^o / h)^2$)</i>	<i>Result.</i>
<i>Unidades pedidas pelos distribuidores</i>	12,71	7,57	$n^* \cong 30 (12,71 / 7,57)^2$	84,57
<i>Unidades produzidas pela indústria</i>	18,04	10,01	$n^* \cong 30 (18,04 / 10,01)^2$	97,43
<i>Unidades pedidas pela indústria aos distribuidores</i>	10,43	10,23	$n^* \cong 30 (10,43 / 10,23)^2$	31,18
<i>Desvio médio do nível de estoque na cadeia</i>	8,89	5,58	$n^* \cong 30 (8,99 / 5,58)^2$	77,87
<i>Nível médio do estoque da cadeia</i>	11,44	6,35	$n^* \cong 30 (11,44 / 6,35)^2$	97,37

Como n^* de todos os cinco indicadores analisados ficaram abaixo do maior números de réplicas utilizadas, conclui-se que 100 réplicas são suficientes para o nível de confiança adotado.

Capítulo 5

O uso do modelo proposto na análise da gestão colaborativa

Este capítulo descreve a aplicação da simulação (discreta) de uma cadeia de suprimentos de quatro estágios. Os dados gerados nos vários cenários descritos no Capítulo 4 serão analisados com o objetivo de confirmar ou refutar as hipóteses descritas nos objetivos deste trabalho.

5.1. OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados dos diferentes cenários serão obtidos pela execução do modelo de simulação desenvolvido conforme os passos e lógicas descritas no Capítulo 4 e complementada nos anexos deste trabalho.

A execução do modelo de replicação para cada cenário gerou como resultado um arquivo em formato texto com as informações descritas na Tabela 5:

Tabela 5: Estrutura do arquivo gerado como resultado da simulação

<i>AnoMesPedido</i>	<i>Ano e mês relativo ao período simulado</i>
<i>Dias Estoque</i>	<i>Dias de estoque considerados no cenário simulado</i>
<i>Nr.Replicacao</i>	<i>Número da replicação</i>
<i>QtdePedConsumidor</i>	<i>Quantidade de unidades que compuseram os pedidos do mercado consumidor para os distribuidores realizados no mês simulado</i>
<i>QtdePedDistribuidor</i>	<i>Quantidade de unidades que compuseram os pedidos dos distribuidores para a indústria realizados no mês simulado</i>
<i>QtdeProdIndustria</i>	<i>Quantidade de unidades que compuseram os lotes de produção da indústria produzidos no mês simulado</i>
<i>QtdePedIndustria</i>	<i>Quantidade de unidades que compuseram os pedidos de matéria-prima da indústria para os fornecedores, realizados no mês simulado</i>
<i>TotEstoqueDistibuidor</i>	<i>Total do estoque (em unidades) nos distribuidores ao final do mês simulado</i>
<i>TotEstoqueIndustria</i>	<i>Total do estoque de produtos acabados (em unidades) na indústria ao final do mês simulado</i>
<i>TotPedConsumidor</i>	<i>Numero de pedidos realizados pelos consumidores no mês simulado</i>
<i>TotAtConslmediato</i>	<i>Número de pedidos dos consumidores atendidos imediatamente pelos distribuidores no mês simulado</i>
<i>TotPedDistribuidor</i>	<i>Numero de pedidos realizados pelos distribuidores no mês simulado</i>
<i>TotAtDistlmediato</i>	<i>Número de pedidos dos distribuidores atendidos imediatamente pela indústria no mês simulado</i>

Conforme descrito no Capítulo 4, para cada cenário foram executadas 100 replicações com um período equivalente a 40 meses por replicação. Ou seja, ao final da execução do modelo, para cada cenário foi obtido como resultado um arquivo com 4000 registros (100 replicações X 40 meses).

5.2. TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE CADA CENÁRIO

Em função do volume de dados gerados e para que as várias replicações de cada cenário pudessem representar uma situação mais próxima da realidade observada, o processo de tratamento dos dados executou os seguintes passos:

- a. Os dados de cada cenário foram importados para uma pasta do Microsoft Excel;
- b. As informações de todos os cenários foram ordenadas pelo mês de ocorrência. Feita a ordenação, foram excluídos os dados referentes aos dois primeiros meses e os dois últimos meses, mantendo apenas 36 meses de cada replicação. Este procedimento visou eliminar o período de estabilização do modelo (2 primeiros meses) e um possível mês com dados incompletos (último mês). A exclusão de um mês a mais no final foi feita apenas para manter 36 meses para a análise;
- c. Os dados foram novamente ordenados pelo número da replicação para então ser calculada a média e o desvio padrão dos dados;
- d. O cálculo do desvio padrão de cada indicador e para cada cenário foi feito utilizando-se a função DESVPAD do Microsoft excel e para a média utilizou a função MÉDIA do mesmo software, conforme Tabela 6;
- e. Com base nos dados dos desvios padrões obtidos em cada cenário, ainda utilizando os recursos do Microsoft Excel, calculou-se então os intervalos de confiança do desvio padrão dos indicadores considerados conforme a memória da cálculo demonstrada na Tabela 7, utilizando-se as funções MÉDIA, DESVPAD e INT.CONFIANÇA;
- f. Utilizando-se o mesmo procedimento de cálculo do intervalo de confiança do desvio padrão, calculou-se o desvio padrão da média de cada indicador para cada cenário analisado conforme demonstrado na Tabela 8.

Os resultados obtidos com a simulação dos dezesseis cenários evidenciam o impacto de cada um dos fatores analisados sobre as variações da demanda, sobre o estoque total da cadeia e sobre o nível de serviço proporcionado pelos distribuidores.

Tabela 6: Memória de cálculo do desvio padrão e da média dos indicadores por replicação

AnoMesPedido	Nr. Replica	Ind. 1	Ind. 2	Ind.3	Ind. N	
200508	1	3620	3600	3840	3840	
200509	1	3530	3540	3360	2880	
200510	1	3460	3440	3360	4320	
...	1	...	...	...	...	
200806	1	3490	3520	3360	2880	
200807	1	3960	3980	4320	4320	
Desvio padrão	1	228,08	236,71	400,00	796,22	DESVPAD (Mês 1: Mês 36)
Média	1	3.661,11	3.661,67	3.666,67	3.666,67	MEDIA(Mês 1: Mês 36)
200508	2	3670	3660	3840	2880	
200509	2	3690	3700	3840	4320	
...	2	...	...	...	...	
200806	2	3690	3680	3840	4320	
200807	2	3400	3360	3360	2880	
Desvio padrão	2	193,41	208,28	327,62	729,09	DESVPAD (Mês 1: Mês 36)
Média	2	3.663,61	3.663,89	3.666,67	3.640,00	MEDIA(Mês 1: Mês 36)
...	..	...	...	...	...	
Desvio padrão	100	198,49	212,32	306,87	709,90	DESVPAD (Mês 1: Mês 36)
Média	100	3.657,50	3.657,22	3.666,67	3.653,33	MEDIA(Mês 1: Mês 36)

Tabela 7: Memória de cálculo do Intervalo de confiança do desvio padrão dos indicadores por cenário

AnoMesPedido	Nr. Replica	Ind. 1	Ind. 2	Ind.3	Ind. N	
Desvio padrão	1	228,08	236,71	400,00	796,22	
Desvio padrão	2	193,41	208,28	327,62	729,09	
Desvio padrão	...	...	...	...	...	
Desvio padrão	...	...	...	...	...	
Desvio padrão	100	198,49	212,32	306,87	709,90	
Média		213,60	232,48	334,28	739,42	MEDIA(Rep.1: Rep.100)
Desvio		23,30	26,93	36,56	44,43	DESVPAD(Rep.1: Rep.100)
Intervalo de Confiança		4,57	5,28	7,17	8,71	INT.CONFIANÇA(0.05, DESVIO, 100)

Tabela 8: Memória de cálculo do Intervalo de confiança da média dos indicadores por cenário

AnoMesPedido	Nr. Replica	Ind. 1	Ind. 2	Ind.3	Ind. N	
Média	1	3.661,11	3.661,67	3.666,67	3.666,67	
Média	2	3.663,61	3.663,89	3.666,67	3.640,00	
Média	...	...	...	...	...	
Média	...	...	...	...	...	
Média	100	3.657,50	3.657,22	3.666,67	3.653,33	
Média		3.659,03	3.659,12	3.658,67	3.658,53	MEDIA(Rep.1: Rep.100)
Desvio		36,42	36,90	38,28	40,33	DESVPAD(Rep.1: Rep.100)
Intervalo de Confiança		7,14	7,23	7,50	7,90	INT.CONFIANÇA(0.05, DESVIO, 100)

5.2.1 Consistência dos dados apresentados e da igualdade entre os cenários

A igualdade entre os cenários analisados é demonstrada pela Tabela 9, onde são apresentadas as médias mensais de unidades pedidas pelo mercado consumidor aos distribuidores e a média mensal de unidades pedidas pelos distribuidores para a indústria.

Tabela 9: Médias mensais de unidades pedidas pelo mercado consumidor e pelos distribuidores

Quantidade de distribuidores	Lote de compra	Período de cobertura de demanda	Colaboração	Média mensal de unidades pedidas pelo mercado consumidor	Desvio padrão em pedidos do mercado consumidor	Média mensal de unidades pedidas pelos distribuidores
10	20	5	Não	$3.659 \pm 7,14$	$214 \pm 4,57$	$3.659 \pm 7,23$
10	20	5	Sim	$3.659 \pm 7,18$	$215 \pm 4,90$	$3.659 \pm 7,26$
10	20	25	Não	$3.659 \pm 7,19$	$214 \pm 4,72$	$3.660 \pm 7,59$
10	20	25	Sim	$3.659 \pm 7,18$	$215 \pm 5,13$	$3.659 \pm 7,55$
10	100	5	Não	$3.659 \pm 7,18$	$215 \pm 4,81$	$3.658 \pm 7,26$
10	100	5	Sim	$3.659 \pm 7,16$	$216 \pm 5,08$	$3.658 \pm 7,24$
10	100	25	Não	$3.659 \pm 7,18$	$215 \pm 4,97$	$3.659 \pm 7,41$
10	100	25	Sim	$3.659 \pm 7,16$	$215 \pm 4,99$	$3.658 \pm 7,49$
50	20	5	Não	$3.659 \pm 7,19$	$216 \pm 4,84$	$3.657 \pm 7,38$
50	20	5	Sim	$3.659 \pm 7,19$	$215 \pm 4,68$	$3.657 \pm 7,40$
50	20	25	Não	$3.659 \pm 7,18$	$216 \pm 5,10$	$3.653 \pm 7,58$
50	20	25	Sim	$3.659 \pm 7,18$	$216 \pm 5,09$	$3.653 \pm 7,56$
50	100	5	Não	$3.659 \pm 7,17$	$215 \pm 5,09$	$3.657 \pm 7,33$
50	100	5	Sim	$3.659 \pm 7,19$	$215 \pm 4,97$	$3.657 \pm 7,19$
50	100	25	Não	$3.659 \pm 7,17$	$216 \pm 5,14$	$3.654 \pm 7,76$
50	100	25	Sim	$3.659 \pm 7,18$	$215 \pm 4,87$	$3.654 \pm 7,83$

Considerando-se que em todos os cenários a demanda deve ser a mesma, pois seguiu a mesma expressão, pode-se afirmar que não houve variação nos dois primeiros elos da cadeia. Conforme demonstrado na Tabela 9 existe uma sobreposição entre os vários cenários.

Estas informações estão sendo apresentadas com o objetivo de demonstrar que a demanda do mercado analisado em todos os cenários é a mesma e as variações que serão apresentadas nas tabelas seguintes são unicamente frutos das estratégias adotadas pela cadeia nos diferentes cenários.

5.2.2 Impactos das estratégias adotadas sobre o distribuidor

Na Tabela 10 apresentada a seguir, estão demonstrados os impactos das estratégias adotadas no elo distribuidores sobre seus níveis de estoque e o nível de serviço alcançado. Também é apresentado o desvio padrão que, já neste elo, começa a sofrer o impacto do aumento do nível de estoques.

Tabela 10: Variações nos distribuidores

Quantidade de distribuidores	Lote de compra	Período de cobertura de demanda	Colaboração	Média mensal de unidades em estoque	Desvio padrão em pedidos realizados	Nível de serviço alcançado
10	20	5	Não	$628 \pm 1,74$	$227 \pm 5,28$	$90,5\% \pm 0,08$
10	20	5	Sim	$629 \pm 1,66$	$229 \pm 5,67$	$90,5\% \pm 0,08$
10	20	25	Não	$3.173 \pm 5,98$	$299 \pm 7,26$	$100,0\% \pm 0,0$
10	20	25	Sim	$3.176 \pm 6,23$	$299 \pm 7,96$	$100,0\% \pm 0,0$
10	100	5	Não	$1.016 \pm 3,45$	$255 \pm 6,35$	$97,0\% \pm 0,05$
10	100	5	Sim	$1.020 \pm 3,44$	$258 \pm 6,47$	$97,0\% \pm 0,05$
10	100	25	Não	$3.572 \pm 6,70$	$323 \pm 8,67$	$100,0\% \pm 0,0$
10	100	25	Sim	$3.574 \pm 6,98$	$325 \pm 8,41$	$100,0\% \pm 0,0$
50	20	5	Não	$1.187 \pm 2,76$	$235 \pm 5,28$	$47,1\% \pm 0,12$
50	20	5	Sim	$1.188 \pm 2,80$	$234 \pm 5,11$	$47,1\% \pm 0,12$
50	20	25	Não	$4.183 \pm 8,08$	$299 \pm 7,72$	$97,0\% \pm 0,05$
50	20	25	Sim	$4.184 \pm 8,01$	$300 \pm 7,71$	$97,0\% \pm 0,05$
50	100	5	Não	$3.120 \pm 6,93$	$349 \pm 8,98$	$85,3\% \pm 0,09$
50	100	5	Sim	$3.121 \pm 7,07$	$350 \pm 8,13$	$85,3\% \pm 0,09$
50	100	25	Não	$6.176 \pm 12,02$	$390 \pm 10,93$	$99,2\% \pm 0,02$
50	100	25	Sim	$6.177 \pm 11,88$	$389 \pm 10,88$	$99,2\% \pm 0,02$

Nestes cenários fica evidenciado que, mesmo a demanda média da cadeia mantendo-se inalterada conforme apresentado na Tabela 8, houve variações significativas nos níveis de estoque e nas variações (desvio padrão) causadas pelo aumento do tamanho do lote econômico de compra (LEC), pelo aumento do estoque de segurança e pelo aumento do número de agentes no elo analisado (distribuidores), sendo que os três indicadores apresentaram a mesma tendência, um potencializando o efeito do outro. Por outro lado, ao se analisar o nível de serviço, percebe-se que o aumento do número de distribuidores provocou uma queda no nível de serviço e tanto o lote econômico de compra maior como o aumento do período de cobertura de demanda, serviram para melhorar o desempenho deste indicador.

Analisando-se a queda significativa do nível de serviço comparando-se os cenários com LEC de 20 unidades e 5 dias de cobertura de demanda, considerando-se 10 e 50 distribuidores, a redução justifica-se porque:

- Se o mercado recebe em média 50 pedidos por período, no cenário com 10 distribuidores, cada um deles irá se preparar com estoques para receber 5 pedidos. Sendo o mercado dinâmico, a maioria dos distribuidores receberão 5 pedidos e possivelmente terão quantidade em estoque suficiente para atender os pedidos, entre os demais distribuidores alguns receberão de 2 a 4 pedidos e também terão estoque suficiente. Os demais distribuidores receberão 6 a 8 pedidos e terão quantidade suficiente para atender apenas os primeiros 5 pedidos sendo que os demais pedidos destes distribuidores ficarão pendentes aguardando pela reposição dos estoques.
- No cenário com 50 distribuidores, cada distribuidor estará preparado para receber apenas um pedido médio (no modelo analisado, a quantidade média dos pedidos é 30 unidades, mas também poderá haver pedidos de 10, 20, 40 e 50 unidades). Considerando-se a dinâmica do sistema, a maioria dos distribuidores receberá um pedido, estando em condições de atender os pedidos que ficarem na média ou abaixo da média e os pedidos que ficarem acima da média não conseguirão ser atendidos necessitando aguardar por um pedido complementar. Entre os demais distribuidores, alguns não receberão nenhum pedido e outros receberão 2 ou 3 pedidos, como estarão preparados para atender apenas 1, os demais pedidos ficarão sem atendimento imediato;
- A colaboração não afetou o nível de serviço em função de não ter sido considerado em sua implementação, os ganhos da cadeia em termos de agilidade e confiabilidade nos processos como: agilização no atendimento dos pedidos, redução de erros em função da eliminação da redigitação dos dados e agilização dos processos de recebimento dos materiais.

5.2.3 Impactos das estratégias adotadas sobre a indústria e seus fornecedores

Embora a indústria, em todos os cenários, atue com o mesmo estoque de segurança, ela sofre com as variações provocadas pelas diferentes estratégias adotadas pelos distribuidores e faz com que esta variação se propague aos seus fornecedores. Uma estratégia de colaboração pode suavizar estas variações conforme é demonstrado na Tabela 11 apresentada a seguir.

Tabela 11: Variações na indústria e nos fornecedores

Quantidade de distribuidores	Lote de compra	Período de cobertura de demanda	Colaboração	Desvio padrão das unidades produzidas pela indústria	Desvio padrão dos pedidos recebidos pelos fornecedores	Media mensal de unidades em estoque na cadeia (PA)
10	20	5	Não	$327 \pm 7,17$	$731 \pm 8,71$	$1.983 \pm 6,25$
10	20	5	Sim	$326 \pm 7,75$	$735 \pm 10,46$	$1.985 \pm 7,15$
10	20	25	Não	$404 \pm 10,23$	$788 \pm 15,33$	$4.511 \pm 10,08$
10	20	25	Sim	$387 \pm 10,85$	$766 \pm 14,39$	$4.514 \pm 10,20$
10	100	5	Não	$359 \pm 8,82$	$758 \pm 14,21$	$2.260 \pm 8,39$
10	100	5	Sim	$347 \pm 9,54$	$735 \pm 10,98$	$2.250 \pm 7,55$
10	100	25	Não	$432 \pm 11,23$	$797 \pm 17,44$	$4.821 \pm 11,59$
10	100	25	Sim	$406 \pm 9,85$	$757 \pm 13,36$	$4.806 \pm 10,37$
50	20	5	Não	$334 \pm 7,92$	$737 \pm 9,76$	$2.548 \pm 7,10$
50	20	5	Sim	$331 \pm 8,14$	$735 \pm 9,55$	$2.549 \pm 7,17$
50	20	25	Não	$406 \pm 10,76$	$774 \pm 15,79$	$5.522 \pm 10,23$
50	20	25	Sim	$389 \pm 8,81$	$754 \pm 13,55$	$5.521 \pm 12,19$
50	100	5	Não	$457 \pm 11,66$	$792 \pm 18,42$	$4.358 \pm 11,09$
50	100	5	Sim	$418 \pm 9,54$	$767 \pm 13,52$	$4.353 \pm 10,76$
50	100	25	Não	$502 \pm 14,86$	$844 \pm 23,91$	$7.426 \pm 13,63$
50	100	25	Sim	$460 \pm 11,98$	$775 \pm 15,96$	$7.414 \pm 14,36$

O aumento do volume de estoques na cadeia tem reflexo direto no aumento das variações tanto na indústria como nos fornecedores. A colaboração entre a indústria e seus distribuidores permite que a indústria faça seu planejamento de produção e compra de matérias-primas com base na demanda real do mercado e proporcionando redução nas variações.

A estratégia de colaboração apresentou resultados significativos, mas, não conseguiu eliminar as variações no número de unidades pedidas pela indústria aos fornecedores porque a indústria precisará produzir além da demanda, já que precisa atender os pedidos dos distribuidores e manter seu próprio estoque de segurança.

Mesmo o estoque médio da cadeia, mantendo-se igual, comparando-se os cenários com e sem colaboração, a redução das variações obtida com a colaboração indica que houve uma redução nos picos dos estoques, indicando que nos cenários com colaboração os níveis de estoque se mantiveram mais próximos do estoque médio, conseqüentemente a produção sofreu menos flutuação na

comparação entre os vários cenários. Esse é um fator muito positivo, pois evita que a produção fique oscilando entre períodos de excesso de demanda e períodos de ociosidade.

5.3. TÉCNICA DE ANÁLISE DOS EFEITOS DOS FATORES EM PROJETOS

A técnica estatística de análise dos efeitos de fatores em projetos, descritas por KELTON *et al.* (2002) e FREITAS FILHO (2001), permite uma melhor compreensão dos efeitos de cada fator sobre o modelo analisado.

Pela técnica utilizada, os resultados dos experimentos são representados num sistema de eixo cartesiano onde cada fator é alocado a um eixo e a este eixo atribui-se sinal algébrico (+/-). Como resultado, são apresentadas as respostas que permitem observar os contrastes que, por sua vez, ilustram os efeitos de cada um dos fatores sobre a variável de resposta.

Para a aplicação da técnica, cada fator deverá ter 2 valores diferentes e, conforme será apresentado na Tabela 12, todos os cenários onde o valor do fator foi o mesmo, deverá ser utilizado o mesmo sinal (+/-).

5.3.1 Computação dos efeitos dos fatores em projetos

Em função do volume de dados gerados pelas 100 replicações executadas e pelos nove indicadores a serem considerados, os resultados a serem apresentados serão os dados consolidados de todas as réplicas. A seguir, na Tabela 12, será apresentado um exemplo da memória de cálculo com dados parciais de um dos indicadores, sendo que os quatro fatores considerados na construção dos cenários do modelo de simulação descritos a seguir, são:

- ❑ F1 – distribuidores;
- ❑ F2 – Lote econômico de compra;
- ❑ F3 – Dias de cobertura de estoque;
- ❑ F4 – Colaboração.

Tabela 12: Aplicação da técnica de análise dos efeitos de fatores (fase 1)

Cenário	F1	F2	F3	F4	Valores R1	Valores RN	Valores R100
10/20/5/N	-	-	-	-	796,22	...	689,91
10/20/5/S	-	-	-	+	771,02	...	717,97
10/20/25/N	-	-	+	-	752,41	...	827,42
10/20/25/S	-	-	+	+	701,48	...	752,41
10/100/5/N	-	+	-	-	680,30	...	729,09
10/100/5/S	-	+	-	+	781,38	...	707,32
10/100/25/N	-	+	+	-	873,85	...	843,18
10/100/25/S	-	+	+	+	753,75	...	781,38
50/20/5/N	+	-	-	-	1.054,41	...	781,97
50/20/5/S	+	-	-	+	820,65	...	837,52
50/20/25/N	+	-	+	-	927,74	...	736,07
50/20/25/S	+	-	+	+	778,22	...	905,50
50/100/5/N	+	+	-	-	797,25	...	838,83
50/100/5/S	+	+	-	+	753,75	...	733,09
50/100/25/N	+	+	+	-	1.071,18	...	935,69
50/100/25/S	+	+	+	+	911,84	...	790,69
Result.R1	1.004,63	21,16	315,49	(681,29)			
Result.RN	...	...	...	...			
Result.R100	510,69	110,49	536,66	(156,28)			

Após a aplicação da técnica sobre cada uma das réplicas, os resultados das 100 réplicas foram consolidados utilizando-se as funções: MÉDIA, DESVPAD e INT.CONFIANÇA do MS Excel, conforme demonstrado a seguir na Tabela 13.

Tabela 13: Consolidação dos dados de todas as replicações (fase 2)

Replicação	F1	F2	F3	F4	
Resultado R1	1.004,63	21,16	315,49	(681,29)	
Resultado RN	...	...	...	...	
Resultado R100	510,69	110,49	536,66	(156,28)	
Média	299,94	235,06	127,46	(218,14)	MEDIA(Rep.1: Rep.100)
Desvio	342,61	279,53	304,72	265,13	DESVPAD(Rep.1: Rep.100)
Int.Confiança	67,15	54,79	59,72	51,97	INT.CONFIANÇA(0,05, DESVIO, 100)

Os resultados obtidos em relação ao impacto de cada um fatores sobre os indicadores considerados serão apresentados a seguir na Tabela 14.

Tabela 14: Impacto dos fatores analisados sobre os indicadores considerados

Indicador / Fator	F1			F2			F3			F4		
I1	339,34	±	33,78	531,60	±	29,96	505,97	±	41,39	6,54	±	9,35
I2	318,22	±	44,16	493,88	±	38,93	506,02	±	51,77	-162,12	±	24,78
I3	127,46	±	59,72	235,06	±	54,79	299,94	±	67,15	-218,14	±	51,97
I4	466,20	±	21,47	633,64	±	15,84	551,08	±	27,04	1,35	±	6,36
I5	24,20	±	22,92	337,19	±	18,86	48,60	±	23,10	-54,25	±	18,64
I6	4,62	±	27,69	-877,33	±	26,73	-61,58	±	28,24	-52,18	±	24,40
I7	12572,38	±	32,17	9448,48	±	18,06	22339,51	±	52,88	14,59	±	6,66
I8	12577,00	±	43,24	8571,15	±	30,54	22277,93	±	58,23	-37,59	±	25,03
I9	-1,18	±	0,00	0,94	±	0,00	1,52	±	0,00	0,00	±	0,00

Na análise do impacto dos fatores considerados sobre a “variação mensal do número de unidades pedidas pelos distribuidores” (I1), percebe-se que a mesma foi afetada pelo aumento do número de agentes na cadeia (F1), pelo aumento do lote econômico de compras (F2) e pelo aumento do número de dias de cobertura de estoque (F3). A colaboração (F4) por sua vez, foi indiferente em relação a este indicador e tal comportamento é compreensível, porque no estágio da cadeia onde este indicador foi obtido (elo distribuidor), não foi considerado nenhum tipo de colaboração com o elo anterior.

Em relação ao impacto dos fatores considerados, sobre a “variação mensal do número de unidades produzidas pela indústria” (I2) e sobre a “variação mensal do número de unidades pedidas pela indústria aos fornecedores” (I3) o mesmo foi afetado negativamente pelos fatores número de distribuidores, tamanho do lote de compra e número de dias de cobertura de demanda, porque o aumento destes fatores ocasionou aumento nas variações. Por outro lado, a colaboração afetou positivamente à medida que proporcionou uma redução destas variações.

A “Variação mensal do número de unidades em estoque nos distribuidores” (I4) também sofreu um impacto significativo causado pelo aumento dos fatores número de distribuidores, tamanho do lote de compra e número de dias de cobertura de demanda e a colaboração foi indiferente em relação a este indicador.

A “Variação mensal do número de unidades em estoque na indústria” (I5) sofreu impacto significativo do tamanho do lote econômico de compras, sendo prejudicado pelo seu aumento. Comportamento semelhante, porém com menor impacto, foi causado pelo número de distribuidores e pelo número de dias de cobertura. A colaboração, por sua vez, foi benéfica, à medida que reduziu as variações.

O indicador “Estoque médio da indústria” (I6) foi pouco afetado pelo fator “Número de distribuidores”. O maior impacto foi causado pelo “lote econômico de compras” que provocou uma queda significativa dos volumes, mesma tendência apresentada pelos fatores “Dias de cobertura de demanda” e “colaboração”, porém, estes últimos, não causaram uma redução expressiva.

Em relação aos indicadores “Estoque médio mensal dos distribuidores” (I7) e “Estoque médio mensal da cadeia” (I8), a colaboração demonstrou-se indiferente ou com impacto pouco significativo. Por outro lado, “número de distribuidores”, “tamanho do lote econômico de compras” e o “número de dias de cobertura de estoque” apresentaram impacto significativo, sendo que o aumento destes indicadores foi negativo à medida que todos aumentaram os volumes de estoque e demonstram uma tendência de provocar um aumento no volume de capital investido pela cadeia.

Analisando-se o “nível de serviço dos distribuidores” (I9), percebe-se a ausência de impacto da colaboração. Por outro lado, houve uma queda significativa causada pelo aumento do “número de distribuidores” e um aumento significativo proporcionado tanto pelo aumento do “número de dias de cobertura de demanda” e “tamanho do lote econômico de compras”. A queda de desempenho deste indicador provocada pelo aumento do número de distribuidores é justificada pela redução do volume de estoque em cada elo individual, por sua vez, provocada pela divisão do estoque e da demanda entre um número maior de agentes reduzindo a capacidade individual de cada agente em suportar uma demanda não prevista. Por outro lado, a melhoria do desempenho proporcionada pelo aumento do lote de compras e pelo número de dias de cobertura é provocado pelo aumento do estoque da cadeia.

Analisando individualmente os fatores, percebe-se claramente uma tendência da colaboração em reduzir as variações nos níveis de estoque da cadeia, variações estas, causadoras do efeito chicote. Por outro lado, os demais indicadores apresentaram como principal tendência a alteração nos volumes de estoque da cadeia, que tem impacto direto sobre volume de capital investido.

5.4. COMENTÁRIOS FINAIS

A partir dos cenários analisados, pode-se dizer que o objetivo principal da colaboração entre os elos da cadeia de suprimentos é obter, através de um planejamento compartilhado, uma maior precisão nas previsões de vendas e nos planos de reabastecimento. Em decorrência disso tem-se menores variações na demanda e, conseqüentemente, a produção da indústria e de seus fornecedores sofrerá menos flutuações, conseguindo manter um fluxo mais contínuo, reduzindo e até eliminando possíveis transições entre períodos de excesso de demanda e períodos com ociosidades, características do efeito chicote.

Pela análise dos dados apresentados, é possível constatar que as flutuações da demanda são maiores à medida que os estoques de segurança são aumentados. Conseqüentemente, a adoção de estratégias conjuntas de colaboração e melhoria da eficiência logística, a ponto de permitir às cadeias de suprimentos trabalhar com um período de cobertura de demanda menor, é o caminho mais adequado para reduzir os níveis de estoque ao longo da cadeia, reduzindo com isso as conseqüências do efeito chicote sobre a produção da indústria e dos seus fornecedores. A adoção de estratégias que permitam a redução dos volumes de estoque na cadeia também trará como benefícios diretos a redução dos volumes de capital investido na cadeia.

Capítulo 6

Conclusão

Um dos principais problemas enfrentados pelas cadeias produtivas é o efeito chicote em função da flutuação dos estoques ao longo da cadeia, o que implica em maiores volumes de capital investido e oscilação dos níveis de produção.

Neste trabalho foi possível demonstrar este comportamento através do desenvolvimento de um modelo de simulação discreta de uma cadeia de suprimentos de quatro estágios que levou em conta importantes variáveis e características de cadeias produtivas, como por exemplo, demanda aleatória, diferentes níveis de estoque de segurança, aumento ou redução do número de elementos e ambiente colaborativo e não colaborativo.

As principais constatações que foram obtidas pela análise dos diferentes cenários foram:

- O estoque total da cadeia aumenta com o aumento do número de elementos (distribuidores) e também aumenta com o aumento do número de dias de cobertura do estoque;
- O lote econômico de compras tem seu impacto aumentado com o aumento do número de participantes (distribuidores) e tem seu impacto minimizado com o aumento do período de cobertura do estoque;
- Em um ambiente com colaboração, as flutuações nos níveis de estoque da cadeia são significativamente menores. Apesar de não ter um impacto direto em relação ao estoque médio da cadeia, a diminuição das

flutuações permite que a cadeia trabalhe com um período de cobertura do estoque menor em função da eliminação das incertezas;

- As consequências negativas do efeito chicote são significativamente maiores em ambiente não colaborativo, aumentando com o aumento no período de cobertura do estoque e com o aumento do número de unidades do lote de compra;
- As melhorias no nível de serviço proporcionadas pela colaboração não foram perceptíveis em função da forma parcial como os benefícios da colaboração foram implementados, pois não foram considerados os ganhos de agilidade no atendimento dos pedidos pela eliminação de atividades de entrada de dados nos sistemas, ganhos com a redução de erros de processo causados pela redigitação dos dados de pedidos, a agilização dos processos de recebimento dos materiais e conseqüentemente agilização da disponibilização dos materiais no estoque.

Dentre os fatores analisados, os que apresentaram impacto mais significativo no desempenho foram o tamanho do lote econômico de compras e o número de dias de cobertura de estoque, porém, é sabido que os motivos que levam as cadeia produtivas à trabalhar com lotes de compra maiores e intervalo entre pedidos maiores são os altos custos e as incertezas do transporte. Com isso, a viabilização de estratégias que possibilitem a cadeia operar com menores lotes de compra e menor intervalos entre pedidos passa por uma maior integração com o setor de transporte, passando a vê-lo como um parceiro e não mais como um mal necessário, negociando volumes e definindo metas e indicadores. Com isso, o transporte pode ser otimizado e seus custos reduzidos, viabilizando-se então entregas mais freqüentes e em lotes menores a custos mais atraentes.

Outro fator essencial na melhoria do desempenho das cadeias é exatamente a colaboração no sentido da disponibilização de informações entre os elos. Com isso, o planejamento dos processos da cadeia pode ser realizado com informações sem distorções, reduzindo ainda mais as incertezas. Todos que buscam a integração da cadeia compartilham de uma visão comum: uma gestão mais efetiva do fluxo de produtos só ocorrerá como resultado de um fluxo de informações mais eficiente nas

e entre as organizações. Um elemento essencial nesse processo é o setor de transportes, que está envolvido em todos os estágios da cadeia, relacionando-se com todos os elos – de certa forma, um facilitador da coordenação da cadeia. Uma maior integração das empresas utilizando a posição privilegiada do elo transportador, além de melhorar a eficiência da logística como um todo, pode também reduzir os custos de abastecimento e os esforços dos envolvidos no processo de integração, viabilizando a integração efetiva.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, algumas oportunidades de pesquisa para trabalhos futuros foram identificadas. São elas:

- Fazer uma análise detalhada dos custos com estoques e custos com transporte e inseri-los neste modelo, com o objetivo de mensurar os resultados em termos financeiros;
- Incorporar ao modelo outros fatores que também possam afetar o desempenho da cadeia;
- A aplicação deste modelo em uma cadeia de suprimentos real.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Juliana (1998); *A cadeia produtiva está incompleta*. Gazeta Mercantil, 16/02/98, p. C-1.

AMARAL J. L. (2003); *Gerenciamento da cadeia de suprimentos – uma visão ampliada*; Publicação mercado Industrial on-line; Fonte : http://www.revistami.com.br/mi/tema_destaque.php?edicaoatual=16 - em agosto/2004.

ANDERSON, E.G.; MORRICE, D.J. (2002); *Capacity and backlog management in queuing-based supply chains*; Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference.

ANUPINDI, Ravi *et al.* (1999); *Managing Business Process Flows*; New Jersey. Prentice- Hall Inc., p. 339 a 341.

AROZO, R. (2003); CPFR - *Planejamento Colaborativo: Em Busca da Redução de Custos e Aumento do Nível de Serviço nas Cadeias de Suprimento*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-cpfr.htm> - em Dezembro/2003.

AROZO, R. (2002); *Monitoramento de desempenho na gestão de estoque*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-monitor.htm> - em Janeiro/2004.

Associação Brasileira de Logística [on-line]; Fonte: <<http://www.aslog.org.br?artigo.php?id=3>> - em Janeiro/2005

BALLOU, H.R. (1993); *Logística Empresarial*; 1. Ed. São Paulo: Editora Atlas.

BANKS, J. e CARSEN, J. S., (1984, apud FREITAS FILHO, 2001); *Discret Event System Simulation*; Prentice-Hall.

BANZATO, E. (2001); *WMS com Informação em Tempo Real*; Publicações da GUIA LOG – Portal de logística; [on-line]; Fonte: <http://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO195.htm> - em Julho/2004.

BEAMON, B. (1999); *Measuring supply chain performance*. University of Washington; International Journal of Operations and Production Management. Vol.19, Nº.3.

BOWERSOX, Donald. ; DAUGHERTY, P.J.; DRÖGE, C. L.; WARDLOW, D.L. (1992); *Logistical Excellence: it's not business as usual*; Burlington, MA: Digital Equipment Press.

BOWERSOX, Donald. e CLOSS, David J. (1996); *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. McGraw-Hill Book Co.

BOWERSOX, Donald. (1998); *O renascimento da logística*; Revista Tecnológica, São Paulo, no. 37, ano IV, p. 6 a 12, dez/98.

CASTILHO, Carlos; (2003); *COMUNICAÇÃO - Transparência empresarial*; (Artigo da revista Empreendedor nr.107; [on-line]; Fonte: <http://www.empreendedor.com.br> - em Outubro/2003.

CASTRO, N.; CARRIS, L. RODRIGUES, B. (2001); *Custos de Transporte e a Estrutura Espacial do Comércio Interestadual Brasileiro*; Fonte: <http://www.nemesis.org.br/docs/newton4.pdf> - em Julho/2004.

CHANDRA, Charu; CHILOV, Nikolai; (2001); *Simulation Modeling for information Management in a Supply Chain*. [on-line]; Fonte: http://www.poms.org/POMSWebsite/Meeting2001/2001/cd/papers/pdf/Chandra_2.pdf - em novembro/2003

CHECCHINATO, D; (2002); *Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de sistemas dinâmicos*; [on-line]; tese de mestrado; Fonte: <http://www.testes.eps.ufsc.br> - em dezembro/2004

CHOPRA, Sumil e MEINDL, Peter. (2001); *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*; New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

CHRISTOPHER, M. (1999); *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – estratégias para a redução de custos e melhoria de serviços*. 1ª. edição. São Paulo. Editora Pioneira.

COBRA, M. H. N (1997); *Marketing básico: uma perspectiva brasileira*. 4. ed. São Paulo: Atlas

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. (2001); *Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ERP: Conceitos, Uso e Implantação*, 4ª Edição, Editora Atlas.

COSTA M. (2004); *Comunicación logística: Un nuevo concepto en la relación interdepartamental*; *Publicação da Asociación Argentina de Logística Empresarial*; [on-line] Fonte: http://www.webpicking.com/info/arlog_nwl/arlognews_39.htm#nota2 - em agosto/2004.

Council of Logistics Management. [on-line]; Fonte: <www.clm1.org.br> . Article 1. - em Maio/2004

DAHER C. E, SILVA E. P., PALLAVACINI A. (2003); *Oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor*; *Revista acadêmica Alfa*, [on-line]; Fonte : <http://www.alfa.br/revista/administracao.php> - em agosto/2004.

DONG, M.; (2001); *Process Modeling, Performance Analysis and Configuration Simulation in Integrated Supply Chain Network Design*; .(Dissertação de doutorado); [on-line]; Fonte: <http://www.lib.vt.edu/services/newbooks/September2001/Theses.html> - em Dezembro/2003.

FIGUEIREDO, K.; ARKADER, R. (2003); *Da Distribuição Física ao Supply Chain Management: o Pensamento, o Ensino e as Necessidades de Capacitação em Logística*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-capac.htm> - em Outubro/2003.

FIGUEIREDO, K.; ARKADER, R; LAVALLE C., HIJJAR M. F. (2001); *Dimensões Relevantes de Serviço ao Cliente na Distribuição de Alimentos: um estudo entre Atacadistas e Varejistas no Brasil*; . Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-dimens.htm> - em Outubro/2003.

FICHT, N. R.; ZENERE, C. (2005); *Normalização de Trabalhos Técnicos-Científicos: teses, dissertações, monografias de pós-graduação, monografias de graduação e trabalhos acadêmicos*; [on-line]; Fonte: <http://www.biblioteca.pucpr.br/html/conteudo.htm> - Acesso em Agosto 2005.

FLEURY, P. F., (1999); *Supply Chain management: conceitos, oportunidades e desafios de implementação*. *Revista Tecnológica*, n.39, fev.1999.

FLEURY P. F. (2000); *Vantagens Competitivas e Estratégicas no Uso de Operadores Logísticos*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-op-logist.htm> - em Agosto/2004.

FLEURY, P .F. e WANKE, P. FIGUEIREDO, K. (2000); *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo. Atlas.

FLEURY, P. F.; WANKE, P, (2003); *Formação, Implementação e Administração de Parcerias entre Clientes e Operadores Logísticos: Um Estudo de Caso*; . Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line];

Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-adm-parc.htm> - em Janeiro/2004

FLEURY, P. F. (2003-a); *O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo do Pedido*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-art-sist_process_pedidos.htm - em Janeiro/2004.

FONSECA, L. R. P. (2001); *As novas estratégias logísticas. Publicações da GUIA LOG – Portal de logística*; [on-line]; Fonte: <http://www.guiadelogistica.com.br/artigo63.htm> . - em Janeiro/2004.

FORRESTER, Jay W. (1958, apud LEAL NETO, 2000 e CHECCHINATO, 2002); *Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers*. Harvard Business Review.

FREITAS FILHO, P.J., (2001); *Introdução a modelagem e simulação de sistemas*, Visual Books., Florianópolis-SC

GALLO, I. A. (2001); *O papel da logística na globalização*. Publicações da GUIA LOG – Portal de logística; [on-line]; Fonte: <http://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO56.html> - em Julho/2004.

GONÇALVES, M. B.; SOUZA, J. C., SELINKE, F. L. (1999); *Localização de Silos de uma Cooperativa Agrícola: Um Estudo de Caso*; X Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET

GONÇALVES, W. G (2000); *Novos papéis da logística*; Publicações da GUIA LOG – Portal de logística; [on-line]; Fonte: <http://www.guiadelogistica.com.br> - em Janeiro/2003.

GOULA, J. (2003); *Integrar al proveedor y al cliente - La última frontera para bajar costes*; Publicação LA VANGUARDIA de 26/01/2003; [on-line]; Fonte: <http://personal.telefonica.terra.es/web/emiliferreri/retalls/ret2.htm> - em Agosto/2004.

GUERRA, Armando, (2003); *A Logística Ainda Continua uma promessa*; <http://www.insightnet.com.br/brasilsempre/m15.htm> - em Junho/2004

HANDFIELD, R. B. & NICHOLS, E. L. (1999); *Introduction to Supply Chain Management*. Prentice Hall.

HILLER, F.S.; LIEBERMAN, G. J. (1997); *Introdução à Investigação de Operações*; McGraw Hill

HOLLOCKS, B. (1992, apud VIEIRA, 2003); *A well-kept secret: Simulation in manufacturing industry review*. *OR Insight* 5(4) 12-17.

HOPKINS, S.A., STRASSER, S., HOPKINS, W.E., FOSTER, J.R., (1993); "Service Quality Gaps in the Transportation Industry: An Empirical Investigation"; *Journal of Business Logistics*, v.14, n.1.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; SADOWSKI, D. A.; (2002); *Simulation With Arena*; New York; McGraw-Hill Companies.

LAMBERT, D. .M. (1993); *Strategic logistics management*. Homewood: R.D.Irwin.

LAMBERT, R., COOPER, M., PAGH. C. (1998); *Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities*; The International Journal of Logistics Management, vol.9, nº 2.

LAVALLE, C. (2000); *Evolução do Serviço de Distribuição Física da Indústria de Bens de Consumo na Percepção do Comércio Varejista e Atacadista*; publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-distrib.htm> - em Novembro/2003.

LAW, A.M. e KELTON, W.D. (1991, apud VIEIRA, 2003); *Simulation Modeling and Analysis*, 2nd Ed., McGraw-Hill.

LACERDA, L. S. (2001); *Simulação de uma Base de Combustíveis*. Centro de Estudos de Logística, COPPEAD, Rio de Janeiro.

LIMA, Ana Paula (2000); *Logística será trunfo para empresas pontocom*. Fonte: <http://www.globo.com/infotech/arquivo/informatica/20000725/4mktyd.htm> - em Outubro/2003.

LIMA, A. P. F. A.; MORANDI, J. C.; PINTO, G. L. A.; SUCUPIRA, C. A. (2003); *Gestão da cadeia de suprimentos e o papel da tecnologia da informação*; Fonte: <http://www.cezarsucupira.com.br/artigos1112.htm> - em Maio/2004

LOBÃO, E. C.; PORTO, A. J. V. (1996, apud VIEIRA, 2003); *Proposta Para Sistematização de Estudo de Simulação*; Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP.

MACNEIL, I., (1980); *The New Social Contract: An Inquiry into Modern Contractual Relations*. New Haven, CT: Yale University Press.

MARQUES, V. (2003); *Utilizando o TMS (Transportation Management System) para uma Gestão Eficaz de Transportes*; . Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-tms.htm> - em Março/2004

MCGINNIS, M. A. ; VALLOPRA, R. M. (1999); *Purchasing and supplier involvement: Issues and Insights Regarding new product Success*; The Journal of Supply Chain management, (35,3), p.4-15.

MERCURYEV, Y.; PETUHOVA, J.; LANDEGHEM R.V.; VANSTEENKISTE, S. (2002); *Simulation-based analysis of bullwhip effect under different information sharing strategies*. Proceedings 14th European Simulation Conference, Germany.

MILLER, S. and PEGDEN, D. (2000); *Introduction to Manufacturing Simulation*, proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, pp. 63-66.

MONTEIRO, M. F. (2001); *Conquistando vantagem competitiva com sistemas de informação*; Fonte: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/5semead/Mqi/Alfadobrasil.pdf>, - em Julho/2004.

MOREIRA, C. M. (2001); *Estratégias de reposição de estoques em supermercados*. Dissertação de mestrado, Universidade estadual de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

MOURA, R. A.(2000); *Alianças: é o que a logística requer*. Publicações da GUIA LOG – Portal de logística; [on-line]; Fonte: <http://www.guiadelogistica.com.br> - em Janeiro/2003.

MOURA, J. M.; SANTOS, M. A. B., VASCONCELOS, C. H. M. (2004); *Gestão e Tecnologia Industrial*; [on-line]; Fonte: <http://www.ietec.com.br>, Revista TEC HOJE de 16/04/2004.

NAKANO, D.; BERTO, R. (1999); *Metodologia de pesquisa e a engenharia de produção*. São Paulo, SP: Escola politécnica da USP.

NAZÁRIO, Paulo. (1999); *A Importância de Sistemas de Informações para a competitividade logística*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-sist-info.htm> - em Junho/2004]

NETTO, R. M. (2004); *Logística Reversa: Uma Nova Ferramenta de Relacionamento*; Publicações Empresário Online; [on-line]; Fonte: http://www.empresario.com.br/artigos/artigos_html/ - em agosto/2004.

NOVAES, A.G. (2001); *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: Estratégia, operação e avaliação*. Rio de Janeiro, Editora Campus,

PEGDEN,C.D., SHANON, R.E., SADOWSKY, R. (1995); *Introduction of Simulation Using SIMAN*, 2 ed. McGraw-Hill.

PENNA, R. A. C., (2001); *Questões chave para o sucesso de projetos de integração da cadeia de valor digital*; COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PFUTZENREUTER, M. (2003); *Redução nas devoluções de produtos: Um desafio real para as empresas*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.logweb.com.br/artigos/arquivo/art0003704.htm> - em 30/07/2004.

PIRES, F. E. B. (2003); *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Tendências da Indústria Automobilística Brasileira*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm> - em Maio/2004.

PORTER, Michael E. (1992); *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*; Rio de Janeiro: Ed. Campus.

PRADO, D. (1999); *Usando o Arena em simulação*; Belo Horizonte, MG: Editora de desenvolvimento Gerencial.

REES, L. P.; (2002); *A Modeling Framework for Supply Chain Simulation; White Paper*; Fonte: <http://www.bit.vt.edu/faculty/rees/6414/notes/dsref.pdf> - em Abril/2004.

RIBEIRO, A. (2003-a); *Benchmarking da cadeia de suprimentos*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm> - em Abril/2004.

RIBEIRO, M. (2003-b); *Modelo de Administração Virtual*; Fonte: <http://www.portaldomarketing.com.br>, - em Abril/2004.

RICARTE, M. (2004); *A importância dos custos logísticos na cadeia de suprimentos*; Fonte: http://www.pauloangelim.com.br/artigos3_52.html - em Julho/2004.

SALGUEIRO, Flávio (2000); *E-business: a logística é a alma do negócio*; Fonte: <http://www.globo.com/infotech/arquivo/internet/20000812/4mlw4f.htm>. - em Outubro/2003.

SALIBY, E. (2003); *Tecnologia de informação: uso da simulação para obtenção de melhorias em operações logísticas*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm> - em Novembro/2003.

SAPIRO, Arão (1993); *Inteligência empresarial: a revolução informacional da ação competitiva*; Revista de Administração de Empresas, São Paulo, V.33, p.106-124.

SCRIBER, T.J.,(1974, apud FREITAS FILHO, 2001); *Simulation Using GPSS*, Wiley, NY.

SHANNON, R.E. (1975, apud FREITAS FILHO, 2001); *Systems Simulation: The Art Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

SHAPIRO, Jeremy .F. (1998); *Using IT for competitive advantage in supply chain*. [on-line]; Fonte: www.tx.ncsu.edu/ci/supply/std_educational_detail.cfm – em Agosto/2004.

SHARMA, A.; MOODY, P. (2003); *A Máquina Perfeita – Como produzir na nova economia com menos recursos*. Prentice Hall.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. (2001); *Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação*. 3 ed. Florianópolis, SC: Laboratório de ensino à distância da UFSC.

SILVA, J. O. (2004); *Gestão estratégica de custos para a tomada de decisão em logística*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ;

[on-line]; Fonte: <http://www.iem.efei.br/edson/download/CongresoInternacional2004> - em Junho/2004.

SLACK, Nigel (1993); *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais*. São Paulo: Editora Atlas.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1999); *Administração da produção*; São Paulo: Editora Atlas.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. (2001); *Operations Management, Third Edition*. Prentice Hall.

SOUZA T. S. A. (2004); *Modelagem de Processos de Negócios*; Rio de Janeiro, Fonte: <http://www.sage.coppe.ufrj.br> - em Agosto/2004.

Supply-Chain Council. *Supply-Chain Operations Reference Model (SCOR) Overview of Model Structure*. Version 6.0. 2003. Fonte: <http://www.supply-chain.org> - em Novembro/2003.

STRATI, A. A (1995); *Esthetics and Organization without walls. Studies in culture, Organization and Societies*. London, Sage.

TAURION, C. (2002-a); *Supply Chain: fatores para o sucesso*. Publicações do Canal Logística; [on-line]; Fonte: <http://www.canallogistica.com.br/DetalhaArtigo.cfm> - em Outubro/2003

TAURION, C. (2002-b); *Nível de Serviço e Desempenho*. Publicações do Canal Logística; [on-line]; Fonte: <http://www.canallogistica.com.br/DetalhaArtigo.cfm> - em Agosto/2004.

THIOLLENT, M.; (2002); *Metodologia da pesquisa-Ação*; 11ª edição. Cortez.

TURBAN, C. (2000); *Electronic Commerce: a managerial perspective*. Prentice Hall.

UEHARA, Leonardo (2003); *Evolução do desempenho logístico no Varejo Virtual do Brasil*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-busca.htm> - em Junho/2004

VIEIRA, G. E, (2003); *Avaliação dos impactos do planejamento colaborado em cadeias produtivas por meio de simulação computacional*. Projeto submetido ao CNPQ e aprovado pelo comitê Assessor de Engenharia de Transportes e de Produção.

Wanke, Peter (2001); *O Conceito do Custo Logístico Total como Ferramenta para a Integração da Cadeia de Suprimento*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/informe/3t-2000/editor.htm>, - em Junho/2004.

Wanke, Peter (2002); *Elementos para a Elaboração de uma Estratégia Bem-sucedida para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*; Rio de Janeiro,

https://www.multistrata.com.br/site-brasilian/biblioteca/estrategia_bemsucedida.htm, - em Agsoto/2004.

WANKE, Peter (2003-a); *O Paradigma do Ressuprimento Enxuto: Armadilha na Gestão do Fluxo de Materiais entre Elos da Cadeia de Suprimentos*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm> - em Outubro/2003

WANKE, Peter (2003-b); *Aspectos Fundamentais da Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br> - em Outubro/2003

WANKE, Peter (2003-c); *Efficient Consumer Response (ECR): A Logística de Suprimentos Just-in-Time Aplicada ao Varejo*; Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm> - em Novembro/2003

WANKE, Peter (2003-d); *Estratégias para Gerenciamento do Risco de Manter Estoques*. Publicações da COPPEAD – Centro de Estudos em Logística da UFRJ; [on-line]; Fonte: <http://www.coppead.ufrj.br> - em Outubro/2003

WISNER, J.D.; TAN, K. C. (2000); *Supply Chain Management and its Impact on Purchasing*. *The Journal of Supply Chain Management* (36:4) P.33-42.

Anexos

Um exemplo de colaboração utilizando o operador logístico como facilitador da integração da cadeia produtiva

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível acompanhar as atividades da Cargolift Logística, operador logístico responsável pelo milk-run da Volvo do Brasil Ltda – indústria fabricante de caminhões. Para operacionalizar este processo, o operador logístico concentra informações referentes à logística de coleta e distribuição e as disponibiliza aos principais membros da cadeia de suprimentos. Esta estrutura permite que as informações fluam naturalmente entre os vários estágios do processo produtivo e podem ser monitorados como um processo único, o que facilita a identificação de problemas nas interfaces entre os elos da cadeia, liberando a indústria e seus fornecedores para se concentrarem exclusivamente na produção e permitindo a antecipação das etapas do processo produtivo pela redução de incertezas. Com isso, as informações disponibilizadas proporcionam maiores facilidades aos membros da cadeia, resultando em maior qualidade e eficiência na operação e gestão da cadeia e otimização dos recursos de todos os seus estágios e agentes envolvidos.

Através da estratégia adotada, a Cargolift, operador logístico responsável pela coleta da Volvo do Brasil, através de eficientes mecanismos e tecnologias de integração vem facilitando o processo de gestão da cadeia de suprimentos da empresa líder. No atual cenário, o operador logístico absorve a atividade de concentrador de informações da cadeia e as disponibiliza a todos os envolvidos. As vantagens desta atividade e suas principais características são rapidamente descritas a seguir.

7.1. O HISTÓRICO DA PARCERIA.

Até 2002, grande parte do material produtivo da Volvo era transportado por seus fornecedores com o custo deste transporte agregado ao preço das peças. Em 2002, a Volvo optou pela utilização do sistema *milk-run*, passando a coletar a grande maioria dos materiais antes entregues diretamente em sua planta de Curitiba. A Cargolift, operador logístico (OL) vencedor da concorrência, assumiu a operação com algumas sugestões de mudanças em relação ao *milk-run* tradicional. Na proposta vencedora, a Cargolift assumiu a gestão da operação, abrangendo também a notificação aos fornecedores da data, hora de coleta e quantidades; a disponibilização tanto para a Volvo como para seus fornecedores, de consultas na web das coletas previstas e realizadas; o *rankeamento* da eficiência dos fornecedores permitindo aos mesmos comparar-se às demais empresas participantes; além da disponibilização de um canal de comunicação direta entre o operador logístico e os fornecedores com o objetivo de adequar datas e horários de entrega às necessidades dos fornecedores, contando que isso não prejudique o suprimento da fábrica.

Atualmente, a solução implementada abrange:

- Importação do MRP da Volvo para o TMS (sistema de gestão de transporte da Cargolift), que serve de base para o planejamento das coletas;
- Notificação por e-mail aos fornecedores das janelas de coleta e quantidades previstas, incluindo alterações de datas e volumes, e cancelamentos;
- Consultas através da internet disponibilizadas aos fornecedores para que estes possam acompanhar todo andamento de cada operação (previsão de coleta, realização da coleta; consolidação; transporte inclusive permitindo consultar a posição geográfica do material, até a entrega no fabricante);
- Ocorrências das operações, contemplando todos os problemas ocorridos;
- Sistema de segurança que permite cada integrante da cadeia visualizar apenas os processos onde o mesmo está envolvido, sendo que a Volvo visualiza

todos os processos já que estará sempre relacionada, seja como remetente ou destinatário;

- Disponibilização pela Cargolift de uma série de indicadores de desempenho relacionados ao andamento das atividades do *milk-run*.

7.2. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS

Como é de se esperar, a empresa chave da cadeia produtiva considerada é a Volvo. Esta utiliza a Cargolift como operador logístico, cujas funções vão além da função de um transportador tradicional, atuando como integrador e disponibilizador de informações às empresas envolvidas na cadeia e tendo flexibilidade para adequar o planejamento (MRP da Volvo) à melhor utilização dos seus próprios recursos e às necessidades dos demais envolvidos, otimizando custos. Os dados apresentados a seguir foram coletados em um período de 24 meses (11/2002 a 10/2004) de operação da Cargolift como OL da Volvo e retratam como o trabalho de coleta foi facilitado em função do modelo de integração existente entre o operador logístico e a indústria.

A Tabela 15 apresenta os dados referentes aos volumes totais transportados no período analisado:

Tabela 15: Representa os volumes totais de operações realizadas pela Cargolift para a Volvo

	Numero de viagens ⁽¹⁾	Volume (Ton)	Fornecedores envolvidos
Total transportado	44.406	308.091	628
Origem no país	36.418	140.861	625
Origem no exterior ⁽²⁾	7.988	167.230	3 (2)
Dentro do Milk-run	33.328	109.447	539
Fora do Milk-run	11.078	198.644	-
(1) - Uma viagem pode ser a coleta em um fornecedor, a retirada de um container em um porto, a devolução de um container ao porto ou a devolução de embalagens ao fornecedor.			
(2) – Os locais apresentados como fornecedores no exterior são os portos marítimos onde as mercadorias foram retiradas para ser transportada até a indústria. Apesar de não estar disponível o número exato de fornecedores no exterior, há indicações que o número seja muito superior ao apresentado.			

Em uma CS há fornecedores com diferentes níveis de participação. A Tabela 16 demonstra a participação dos fornecedores da Volvo com base no número de viagens realizadas.

Tabela 16: Participação dos 100 maiores fornecedores com coleta realizada pela Cargolift

	Número de viagens	Volume (Ton)	Participação (Num. viagens)	Participação (volume)
Total de viagens realizadas	44.406	308.091	100%	100%
Participação dos 100 maiores fornecedores	38.992	291.011	87,81%	94,46%
Participação das demais empresas (528 fornecedores)	5.414	17.080	12,19%	5,54%

O programa de *milk-run* se concentra nos produtos de maior valor agregado e com viagens mais freqüentes, como consequência, o número de viagens é maior e o volume de cada coleta é reduzido. Na Tabela 17, são apresentados os dados relativos às viagens do programa.

Os dados apresentados, demonstram que um número muito grande de empresas respondem por uma parcela pequena (porém não desprezível) da operação. Certamente, os fornecedores que respondem pelos maiores volumes estarão mais empenhados em cumprir prazos e as condições estabelecidas que estes fornecedores de menores volumes e a atuação do operador logístico junto a estas empresas é de vital importância, principalmente no tocante ao transporte porque elas terão maiores dificuldades para agenciar o transporte e seus custos serão maiores que as empresas que tem entregas regulares. Neste sentido, a atuação do operador logístico nivela todas as empresas no tocante ao transporte, porque tem um objetivo único que é o de atender a empresa chave da cadeia.

Tabela 17: Participação dos fornecedores do programa de *milk-run* em relação ao número de viagens realizadas.

	Número de viagens	Volume (Ton)	Participação (Num. viagens)	Participação (volume)
Total de viagens do programa <i>milk-run</i>	33.328	109.447	100%	100%
Participação dos 100 maiores fornecedores	29.843	103.510	89.54%	94.58%
Participação das demais empresas (439 fornecedores)	3.566	5.937	10,46%	5,42%

Com relação aos volumes transportados, há diferenças significativas entre as cargas originadas de importação, as coletas fora e dentro do programa *milk-run*, conforme demonstrado na Tabela 18.

Tabela 18: Volumes transportados por viagem

	Número de viagens	Volume (Ton)	Peso médio (Ton)	Participação (volume)
Total transportado	44.406	308.091	6,93	100%
Importação	7988	167.229	20,93	54,27%
Coletas fora do Milk-run	3090	31.415	10,17	10,19%
Coletas do programa de Milk-run	33.328	109.447	3,28	35,52%

7.3. DETALHAMENTO DA OPERAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, o papel da Cargolift como fornecedor de serviços de logística para a Volvo vai muito além do transporte e existe a integração através de troca eletrônica de dados (EDI), onde a Volvo fornece os dados de seu MRP com as programações de coleta. Estas informações são importadas para o sistema de gestão do operador logístico e são utilizadas pelo operador logístico para realizar seu planejamento de transporte.

Em função da maior flexibilidade para o operador logístico implementar novas funcionalidades em seu sistema de gestão e principalmente, por ter a sua disposição informações mais detalhadas e com antecedência em relação à montadora, incorporou-se ao sistema de gestão do operador logístico funções que visam atender a montadora e seus fornecedores, entre estas funções destacam-se:

- Notificação dos fornecedores em relação à data e hora de coleta e volumes a serem coletados, inclusive reprogramações;
- Consultas na Web, possibilitando a montadora e seus fornecedores visualizarem todo o planejamento de coleta e a situação da carga;
- Consultas na Web, possibilitando a montadora e seus fornecedores visualizarem as ocorrências do processo, como coletas não realizadas, excessos e faltas em relação ao programado, etc;
- Controles para que cada agente visualize apenas os seus processos.

Tabela 19: Geração de informações no processo do operador logístico

À medida que o operador logístico realiza suas atividades, nas várias fases do processo, as informações recebidas da montadora são enriquecidas e ganham consistência que possibilitam a todos os envolvidos a sua utilização na melhoria dos processos (ver Tabela 19).

Importação dos dados do MRP da indústria	Dados do fornecedor Local de coleta Peso previsto Data e horário prevista
Programação de coleta	Definição do roteiro de coleta Data e horário da programação Envio de notificação ao fornecedor
Realização da coleta	Horário efetivo da coleta Volumes efetivamente coletados
Entrega no terminal consoli-dador	Dados da nota fiscal do fornecedor, inclusive informações de produto; Programação de entrega na montadora; Dados para a cobrança do serviço.
Viagem de entrega	Materiais que compõe a carga; Localização geográfica do veículo e da carga.
Entrega na montadora	Tempo de viagem; Indicadores de desempenho; Informações de cobrança (faturamento);

Analisando o volume de fornecedores da Volvo (628 no total, sendo 539 do *milk-run*), é praticamente inviável pensar em uma integração total entre a montadora e seus fornecedores com EDI e mesmo que a empresa atue apenas na integração dos fornecedores que representam os maiores volumes, restarão sem integração um volume considerável de entradas de mercadoria que precisarão ser informadas no ERP da montadora.

Percebe-se que a utilização de uma única empresa para coordenar a coleta dos materiais nos fornecedores é mais eficiente porque padroniza a operação, proporciona redução de custos em função do aumento de volumes negociados e principalmente, passa a concentrar em um único local as informações que os processos de integração tentam obter em cada membro da cadeia. Analisando as informações disponíveis, pode-se concluir que o esforço para que o operador logístico agregue as informações necessárias para facilitar os processos da empresa chave da cadeia é relativamente pequeno comparado ao esforço da empresa chave da cadeia em redigitar os dados novamente em seu ERP ou mesmo integrar-se com cada um de seus fornecedores para receber as informações eletronicamente.

7.4. DESEMPENHO ATUAL

O modelo de integração adotado pela Volvo do Brasil, dando ao operador logístico maior autonomia no planejamento da operação, aliado ao eficiente processo de comunicação criado, demonstrou-se bastante eficiente. Na Tabela 20, é apresentado o nível de eficiência do processo de coletas, considerando-se a data planejada da coleta em relação à emissão da nota fiscal do fornecedor. Nesta análise foram desconsideradas as coletas onde houve a notificação do fornecedor ao operador logístico informando da necessidade de reprogramar as datas de coleta. Também não está sendo considerada a eficiência em relação à janela de coleta (notas emitidas na data prevista, porém após o horário previsto).

Tabela 20: Eficiência dos fornecedores (planejado vs. realizado)

Previsão de coleta em relação a emissão da nota fiscal do fornecedor	Número de Coletas	Participação
Antecipação + de 3 dias	6262	14,10%
Antecipação de 3 dias	4379	9,86%
Antecipação de 2 dias	5321	11,98%
Antecipação de 1 dia	17904	40,32%
Nf. emitida no dia	10433	23,49%
Atraso de 1 dia	20	0,05%
Atraso de 2 dias	12	0,03%
Atraso de 3 dias	9	0,02%
Atraso + de 3 dias	66	0,15%

Nesta análise fica evidenciado o nível de eficiência conseguido pelos fornecedores em relação ao planejado, fruto da melhoria da comunicação com os fornecedores.

Em qualquer processo de integração, a confiabilidade das informações fornecidas é de fundamental importância, principalmente se há a intenção de utilizá-las para o planejamento de outras atividades. A Tabela 21 - parte (a) - demonstra o nível de cumprimento das datas de entrega previstas na emissão do conhecimento de transporte.

Neste caso, o atraso de um dia não significa necessariamente ineficiência do transporte, visto que a data considerada como data de entrega é a data em que a mercadoria foi descarregada e em muitos casos, pode ocorrer da carga chegar ao destino na data prevista e ter que aguardar até o dia seguinte para ser descarregada. A Tabela 21 - parte (b) - apresenta os percentuais de cumprimento

do prazo de entrega em relação aos prazos previstos no MRP enviado pela montadora.

Tabela 21: Cumprimento da previsão de entrega

	(a) Previsão de entrega em relação a entrega realizada na indústria		(b) Previsão de entrega do MRP em relação a entrega realizada	
	Número de Coletas	Participação	Número de Coletas	Participação
Antecipação + de 3 dias	2951	6,65%	3313	7,46%
Antecipação de 3 dias	1384	3,12%	1532	3,45%
Antecipação de 2 dias	1718	3,87%	1940	4,37%
Antecipação de 1 dia	3267	7,36%	3335	7,51%
Entregas na data prevista	28172	63,44%	26919	60,62%
Atraso de 1 dia	4997	11,25%	5353	12,05%
Atraso de 2 dias	787	1,77%	826	1,86%
Atraso de 3 dias	866	1,95%	964	2,17%
Atraso + de 3 dias	264	0,59%	224	0,50%

É importante relatar que as entregas realizadas com antecedência ou atraso não representam necessariamente problemas do processo, sendo em sua maioria ocasionadas pela otimização dos processos do operador logístico objetivando distribuir o fluxo de cargas para otimizar a utilização de seus recursos (veículos). Em todo o período analisado, há o registro de apenas uma ocorrência de falta de material na linha de montagem em decorrência de erros do transportador.

7.5. COMENTÁRIOS FINAIS

Se por um lado, o modelo de simulação permitiu demonstrar a importância de cada fator analisado no desempenho da cadeia produtiva, os dados da operação de uma cadeia produtiva real, demonstram a complexidade para conseguir a integração total de uma cadeia com um número tão elevado de participantes e os diferentes níveis de importância dos fornecedores.

Além da colaboração, os fatores que demonstraram-se mais relevantes na melhoria de desempenho da cadeia foram o lote econômico de compra e o período de cobertura de demanda. É sabido que o lote econômico de compras, na maioria das vezes não é uma imposição da produção, mas, uma forma de reduzir custos principalmente com transportes, tornando o preço do produto competitivo. Por outro lado, a adoção de um período de cobertura de demanda maior é normalmente adotado em função das incertezas nos processos de entrega, o que obriga as empresas a trabalharem com estoques maiores que o necessário, implicando em

maiores investimentos e conforme demonstrado, maiores flutuações e conseqüentemente, maiores incertezas.

Portanto, a estratégia adotada pela Volvo e Cargolift vem de encontro à solução dos principais problemas das cadeias produtivas, ou seja:

- a) O operador logístico concentrando as informações, facilita o processo de integração pelo fato de estar envolvido em todas as operações, pelo fato de ser o elo de ligação da cadeia;
- b) A atuação de um operador logístico coordenando todo o processo, reduz custos se comparado aos custos de cada agente da cadeia agenciando e negociando o transporte diretamente, permitindo que lotes menores sejam enviados sem que os custos sejam aumentados;
- c) O estreitamento do relacionamento entre os agentes com um objetivo comum de atender a cadeia como um todo e o melhor planejamento das coletas e entregas, permite que as incertezas sejam reduzidas e até eliminadas, com isso, as empresas da cadeia poderão atuar com períodos de cobertura menores.

Portanto, a integração da cadeia através de um operador logístico, que realiza diversas atividades adicionais, torna as informações mais relevantes, reduzindo sensivelmente o esforço de integração e administração da cadeia.

O Desenvolvimento do Modelo de simulação

8.1. FORMULAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Para a modelagem da estrutura proposta pelo software ARENA, um conjunto de variáveis precisa ser definido, como as exemplificadas nas Tabelas 22, 23 e 24.

Tabela 22: Variáveis da estrutura de simulação de cadeias de suprimentos

Nome da variável	Descrição	Estágio da cadeia
<i>ac_pedidos_consumidor</i>	<i>Total de unidades acumulado de pedidos de consumidores</i>	<i>Mercado Consumidor</i>
<i>Fab_qtde_estoque_pa</i>	<i>Unidades de produtos acabados no estoque na indústria</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>Fab_qtde_estoque_mp</i>	<i>Unidade de matérias-primas no estoque na indústria</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>fab_entrega_pendente</i>	<i>Unidades pedidas pelos distribuidores e ainda não atendidas pela indústria</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>Fab_pedido_mp_pendente</i>	<i>Unidades de matérias-primas pedidas pela indústria e ainda não atendidas pelos fornecedores</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>Fab_producao_andamento</i>	<i>Unidades de produtos acabados em processo de produção</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>ac_pedidos_distribuidores</i>	<i>Total de unidades solicitadas pelos distribuidores para a indústria</i>	<i>Distribuidor/ Varejista</i>
<i>ac_pedidos_entregues</i>	<i>Total de unidades entregues ao mercado consumidor pelos distribuidores</i>	<i>Distribuidor/ Varejista</i>
<i>ac_pedidos_fornecedores</i>	<i>Total de unidades de matéria-prima solicitadas pela indústria aos fornecedores</i>	<i>Fornecedores</i>
<i>ac_ordens_producao</i>	<i>Total de unidades de produto acabado solicitadas para serem produzidas</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>
<i>dist_pedidos_para_industria</i>	<i>Total de unidades pedidas pelo distribuidor para a indústria (distribuidor específico)</i>	<i>Distribuidor</i>
<i>dist_qtde_entrega_pendente</i>	<i>Total de unidades pedida pelo distribuidor e ainda não atendidas pela indústria (distribuidor específico)</i>	<i>Distribuidor</i>
<i>Dist_qtde_estoque</i>	<i>Total de unidades disponíveis no estoque do distribuidor (distribuidor específico)</i>	<i>Distribuidor</i>
<i>ac_dist_qtde_estoque</i>	<i>Total de unidades disponíveis no estoque de todos os distribuidores</i>	<i>Distribuidor</i>
<i>ac_qtde_pedidos_cons_tt</i>	<i>Total de pedidos realizados pelos consumidores</i>	<i>Mercado Consumidor</i>
<i>ac_qtde_pedidos_cons_at</i>	<i>Total de pedidos de consumidores atendidos imediatamente</i>	<i>Mercado consumidor</i>
<i>ac_qtde_pedidos_dist_tt</i>	<i>Total de pedidos realizados pelos distribuidores</i>	<i>Mercado Consumidor</i>
<i>ac_qtde_pedidos_dist_at</i>	<i>Total de pedidos de distribuidores atendidos imediatamente</i>	<i>Mercado consumidor</i>
<i>param_demanda_industria</i>	<i>Parâmetro que indica o tipo de cálculo da demanda na indústria (0-Reposição pela demanda real de mercado ou cenário com colaboração e 1-Reposição com base nos pedidos que a indústria recebeu dos distribuidores ou cenário sem colaboração).</i>	<i>Indústria / Fabricante</i>

Tabela 23: Atributos dos pedidos

Nome da variável	Descrição	Entidade
<i>var_codigo_distribuidor</i>	<i>Código do distribuidor que atenderá o pedido do consumidor</i>	<i>Pedido do Consumidor</i>
<i>Var_qtde_pedido</i>	<i>Quantidade do pedido do consumidor</i>	<i>Pedido do Consumidor</i>
<i>Var_tipo_produto</i>	<i>Tipo de produto solicitado</i>	<i>Pedido do Consumidor</i>
<i>Var_data_pedido</i>	<i>Data do Pedido</i>	<i>Pedido do Consumidor</i>
<i>var_tempo_prox_pedido</i>	<i>Tempo real da simulação</i>	<i>Pedido do Consumidor</i>
<i>Dist_qtde_pedido</i>	<i>Quantidade do pedido do distribuidor</i>	<i>Pedido do Distribuidor</i>
<i>Fab_qtde_pedido</i>	<i>Quantidade do pedido de matéria-prima da indústria</i>	<i>Pedido de Matéria-prima</i>
<i>fab_qtde_lote_producao</i>	<i>Quantidade a ser produzida no lote de produção</i>	<i>Lote de produção</i>

Tabela 24: Variáveis de apoio utilizadas no VBA

Nome da variável	Descrição	Tipo
<i>g_Model</i>	<i>Estabelece o vínculo entre o VBA e o modelo ARENA (arquivo que representa o modelo).</i>	<i>Classe / objeto do tipo Arena.Model</i>
<i>g_SIMAN</i>	<i>Estabelece o vínculo entre o VBA e o SIMAN (ambiente de simulação)</i>	<i>Classe / objeto do tipo Arena.SIMAN</i>
<i>g_indtipoproduto</i>	<i>Referência do atributo var_tipo_produto para que seu conteúdo possa ser consultado e alterado pelo VBA</i>	<i>Long</i>
<i>g_indconsqtdepedido</i>	<i>Referência do atributo var_qtde_pedido para que seu conteúdo possa ser consultado e alterado pelo VBA</i>	<i>Long</i>
<i>g_indtempoentrepeditos</i>	<i>Referência do atributo var_tempo_prox_pedido para que seu conteúdo possa ser consultado e alterado pelo VBA</i>	<i>Long</i>
<i>g_indiddistribuidor</i>	<i>Referência do atributo var_codigo_distribuidor</i>	<i>Long</i>
<i>g_inddatapedido</i>	<i>Referência do atributo var_data_pedido</i>	<i>Long</i>
<i>g_inddist_qtde_pedido</i>	<i>Referência do atributo dist_qtde_pedido</i>	<i>Long</i>
<i>g_indfab_lote_producao</i>	<i>Referência do atributo fab_qtde_pedido</i>	<i>Long</i>
<i>g_indfab_qtde_pedido</i>	<i>Referência do atributo fab_qtde_lote_producao</i>	<i>Long</i>

O modelo conceitual genérico desta cadeia de suprimentos é apresentado a seguir. A inclusão da imagem das telas na documentação do modelo tem por objetivo facilitar o entendimento do fluxo entre os processos da cadeia.

8.1.1 Primeiro nível hierárquico

O primeiro nível hierárquico é composto por quatro elementos: fornecedores, fabricantes, distribuidores e mercado consumidor e por sua integração conforme pode ser visto na Figura 3. Nesta figura, os fluxos de saída são representados pela ligação à direita do elemento da cadeia e os fluxos de entrada são representados pelas ligações à esquerda do elemento. Independente do grau de importância de cada estágio da cadeia considera-se na representação da cadeia o mercado consumidor como sendo o elemento mais abaixo e o fornecedor de matéria-prima, o elemento mais acima. Os fluxos de saída que sobem, se referem ao fluxo de

informações e os fluxos que descem, representam o fluxo de materiais que fluem dos fornecedores no sentido do mercado consumidor.

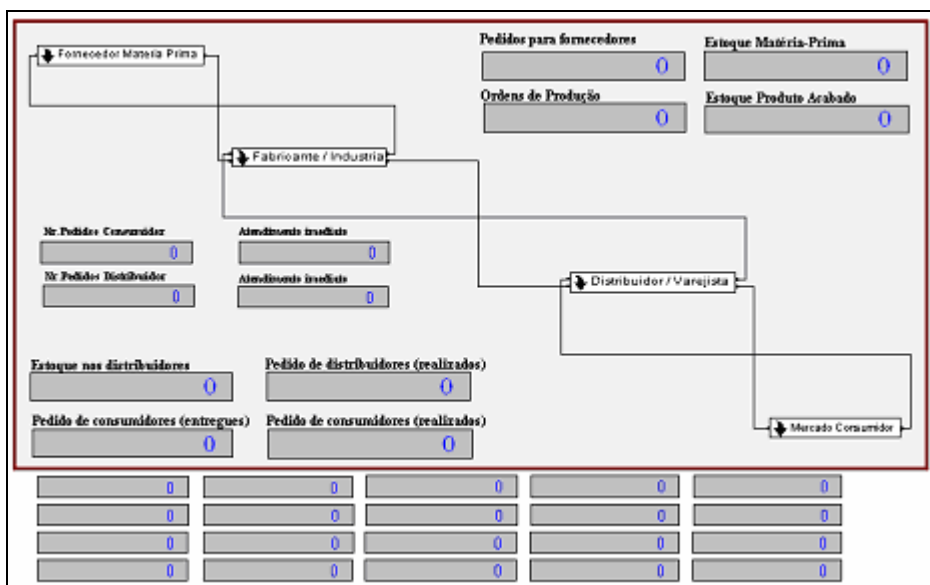


Figura 3: Primeiro nível hierárquico

8.1.2 Mercado Consumidor

Na Figura 4 é detalhado o contexto genérico do mercado consumidor (segundo nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos)

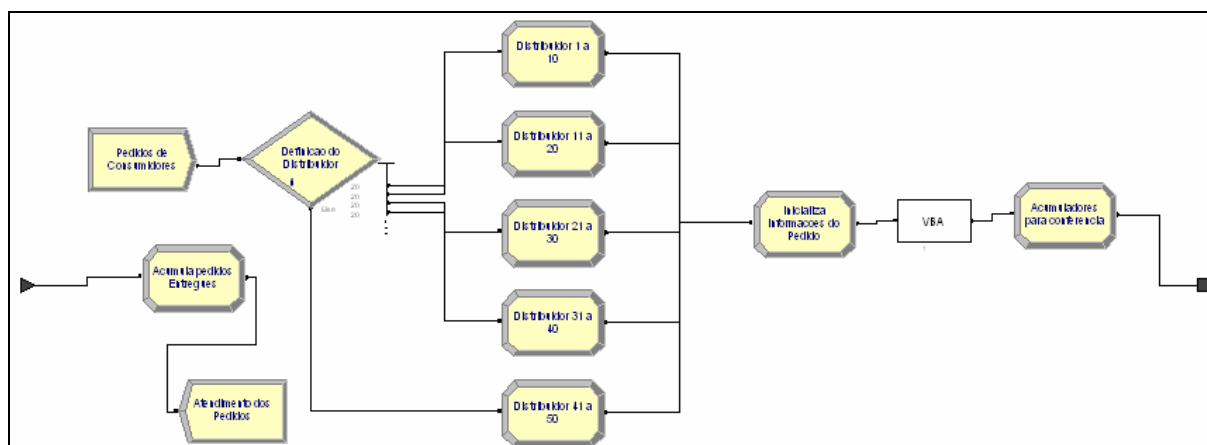


Figura 4: Contexto do mercado consumidor

No primeiro bloco “Pedido de consumidores”, são gerados os pedidos através de uma expressão: $\text{normal}(6, 2)$, sendo horas a unidade de tempo adotada. Esta função determina que será gerado um pedido a cada 6 horas em média, com desvio-padrão de 2 horas entre os pedidos.

Os 6 blocos seguintes (“Definição do distribuidor”, “Distribuidor 1 a 10”, “distribuidor 11 a 20”, “distribuidor 21 a 30”, “distribuidor 31 a 40” e “distribuidor 41 a 50”) são utilizados para determinar o distribuidor que receberá o pedido. Para simular os cenários com 50 distribuidores o bloco “definição do distribuidor” distribuirá as entradas em proporção de 20% entre os 5 blocos. Nos cenários com 10 distribuidores, 100% das entradas são direcionadas ao primeiro bloco. Com isso, os pedidos são distribuídos entre os distribuidores com igual probabilidade para cada distribuidor, dependendo apenas do número de distribuidores considerados.

A quantidade a ser solicitada, assim como o código do produto a ser atendido, é definido no bloco “Inicializa informações do pedido”. Neste bloco, o atributo do pedido “*var_qtde_pedido*” é carregado pela expressão: `disc(0.2, 10, 0.4, 20, 0.6, 30, 0.8, 40, 1.0, 50)`, fazendo com que os pedidos tenham entre 10, 20, 30, 40 ou 50 unidades distribuídas a uma proporção de 20% para cada tamanho de pedido. O bloco *Visual Basic for Applications* - VBA implementa lógicas que não podem (ou seriam difíceis) de ser implementadas com os blocos padrões do ARENA. Neste bloco, a única lógica a ser executada é a determinação da data corrente da simulação, o que permitirá controlar a mudança dos meses durante a simulação e fracionar os dados em meses. Esta data é determinada com base na data de início da execução da simulação obtendo-se a data corrente do computador e adicionado o tempo da simulação. O bloco “Acumuladores para conferência” irá carregar as variáveis “*ac_pedidos_varejistas*” e “*ac_pedidos_cons_tt*”. A variável “*ac_pedidos_varejistas*” será adicionada da quantidade do pedido “*var_qtde_pedido*” e a variável “*ac_pedidos_cons_tt*” será adicionada de 1 a cada novo pedido. Ainda no contexto do mercado consumidor, tem-se o bloco “Acumula pedidos entregues” que será responsável por acumular os pedidos entregues, somando na variável “*ac_pedidos_entregues*” o conteúdo do atributo “*var_qtde_pedido*”. O bloco “atendimento dos pedidos” é responsável pelo encerramento do ciclo do pedido com sua saída do sistema.

8.1.3 Distribuidor / Varejista

Na Figura 5 é detalhado o contexto genérico do distribuidor ou varejista (segundo nível hierárquico do modelo conceitual).

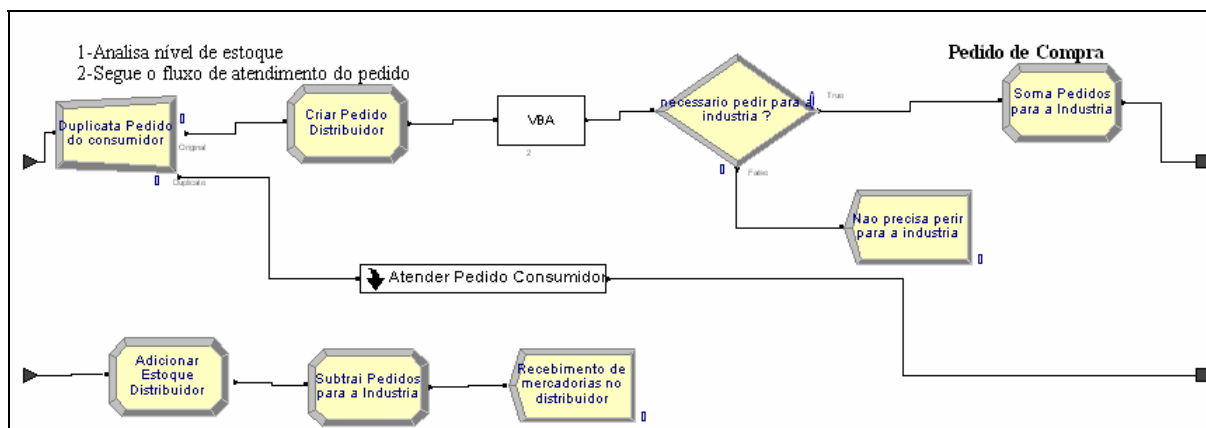


Figura 5: Contexto do Distribuidor/Varejista

No primeiro bloco, “Duplica pedido do consumidor”, é gerada uma cópia do pedido, mantendo todas as características. Uma das cópias é encaminhada para o sub-modelo “Atender pedido Consumidor” (que posteriormente será abordada com mais detalhes) e a outra cópia segue o processo de análise da necessidade de compra.

O bloco “criar pedido distribuidor” cria um pedido com quantidade zerada. Neste bloco, o atributo do pedido “*dist_qtde_pedido*” é inicializado com zeros. O bloco VBA que aparece a seguir tem incorporado as lógicas para: (a) Armazenar os dados do pedido do mercado consumidor; (b) Acumular mensalmente o número de unidades solicitadas pelos consumidores; (c) Acumular mensalmente o número de unidades solicitadas pelos distribuidores; (d) Determinar a necessidade de pedido de ressuprimento a ser realizado pelo distribuidor para a indústria; (e) Adequação da quantidade pedida em múltiplos de 1 lote de compra; e (f) Carregar o atributo “*dist_qtde_pedido*” com a quantidade a ser pedida. Nos blocos “necessário pedir para a indústria?” e “não precisa pedir para a indústria” são responsáveis por tirar do sistema os pedidos com quantidade zerada. Ou seja, não havendo necessidade de reposição, o pedido do distribuidor é eliminado.

No bloco “soma pedidos para a indústria” são executados os seguintes procedimentos: (a) A variável “*dist_pedidos_para_industria*” que armazena,

individualizada por distribuidor, a quantidade de pedidos realizadas pelo distribuidor para a indústria, é adicionado da quantidade do pedido (“*dist_qtde_pedido*”); (b) A variável “*ac_pedidos_distribuidores*” que acumula o total de unidades pedidas pelos distribuidores é adicionada da quantidade do pedido “*dist_qtde_pedido*”; e (c) A variável “*ac_qtde_pedidos_dist_tt*” que acumula o número de pedidos realizados é adicionada de 1.

No contexto do distribuidor/varejista tem-se ainda as lógicas que tratam o recebimento dos pedidos feitos pelo distribuidor para a indústria. No bloco “Adiciona estoque do distribuidor” são executados os seguintes procedimentos: (a) Adiciona na variável “*ac_dist_qtde_estoque*”, que armazena o total do estoque nos distribuidores, a quantidade do pedido “*dist_qtde_pedido*”; (b) Adiciona na variável “*dist_qtde_estoque*” (que armazena o estoque de produtos acabados de cada distribuidor) a quantidade recebida “*dist_qtde_pedido*”. O bloco “Subtrai pedidos para a indústria” é responsável por manter atualizado o número de unidades pedidas pelo distribuidor para a indústria e que ainda não foram entregues. Este processo é realizado, subtraindo-se da variável “*dist_pedidos_para_industria*” a quantidade do pedido “*dist_qtde_pedido*”. O bloco “recebimento de mercadorias no distribuidor” dá por encerrado o pedido do distribuidor fazendo com que o mesmo saia do sistema.

O cenário do distribuidor/varejista também apresenta o sub-modelo “atender pedido consumidor” (terceiro nível hierárquico) que é apresentado na Figura 6 e é responsável pelo atendimento dos pedidos do mercado consumidor.

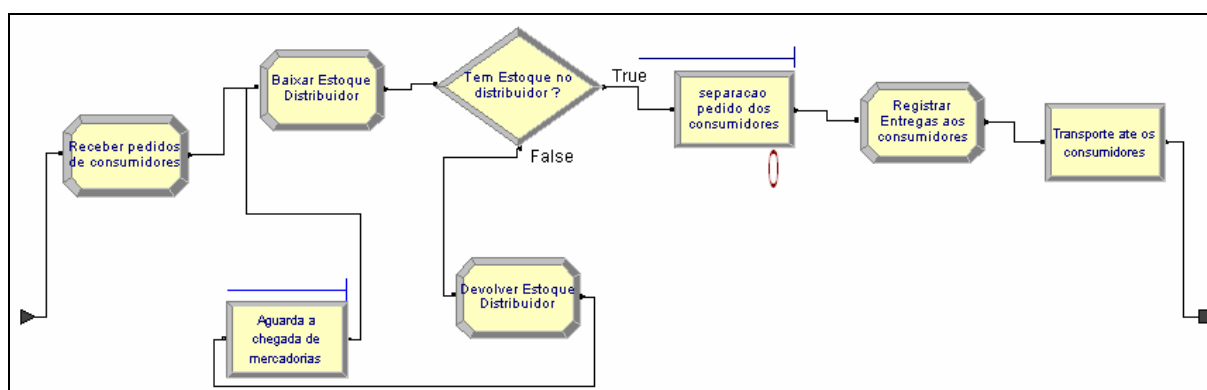


Figura 6: sub-modelo atender pedido consumidor

Este processo recebe os pedidos dos consumidores e, havendo estoque disponível no distribuidor que recebeu o pedido, o mesmo é despachado para o consumidor. Não havendo estoque de produtos acabados no estoque do distribuidor, o pedido entra em uma fila e fica aguardando que o distribuidor responsável pelo atendimento do pedido receba mercadorias da indústria.

Mesmo sendo um único processo que trata os pedidos de todos os distribuidores, o sistema identifica a qual fornecedor o pedido pertence pelo atributo “*var_código_distribuidor*”. O conteúdo deste atributo é usado para indexar as variáveis de posição do estoque, pedidos realizados à indústria e ainda não entregues e pedidos do mercado consumidor pendentes de entrega.

O bloco “recebe pedidos de consumidores”, atualiza a variável “*dist_qtde_entrega_pendente*” com a quantidade do pedido que está entrando. A função desta variável é manter a quantidade de unidades que o distribuidor recebeu de pedidos de consumidores e ainda não atendeu. Esta informação será usada no cálculo da reposição. Neste mesmo bloco, o atributo “*fg_atendimento_imediato*” recebe o valor 1. O bloco “baixar estoque do distribuidor”, subtrai “*var_qtde_pedido*” da variável “*dist_qtde_estoque*” referente ao distribuidor que recebeu o pedido. A variável “*ac_dist_qtde_estoque*” também é subtraída do conteúdo de “*var_qtde_pedido*”. O bloco “tem estoque no distribuidor ?” verifica se havia quantidade suficiente em estoque para atender o pedido. Se não havia quantidade suficiente, o estoque do distribuidor estará com conteúdo negativo. Se o conteúdo de “*dist_qtde_estoque*” estiver negativo, o processo é desviado para as lógicas que farão com que o estoque seja devolvido e o pedido fique em fila de espera pela chegada de novas entregas do produto. O estoque estando positivo ou zerado significa que havia estoque suficiente e o pedido segue para as lógicas de atendimento.

Os blocos “devolver estoque distribuidor” irá desfazer o procedimento executado no bloco “baixar estoque do distribuidor”, adicionando “*var_qtde_pedido*” da variável “*dist_qtde_estoque*” referente ao distribuidor que recebeu o pedido. Na variável “*ac_dist_qtde_estoque*” também é adicionada do conteúdo de “*var_qtde_pedido*”. Neste bloco a variável “*fg_atendimento_imediato*” recebe o valor zero, indicando que o pedido não teve atendimento imediato.

O controle implementado nos blocos “baixar estoque do distribuidor” e “devolver estoque distribuidor” tem por objetivo garantir que dois pedidos não sejam atendidos com o mesmo estoque. Ou seja, um primeiro pedido verifica se tem estoque suficiente e havendo estoque, passa para o atendimento, porém, antes que este pedido dê baixa no estoque, chegue outro pedido e, ao verificar a quantidade disponível em estoque, não percebe que a quantidade disponível já está comprometida e passe para a fase de atendimento indevidamente.

Não havendo estoque suficiente, o pedido irá esperar por um sinal indicando que chegou mercadorias da indústria. Esta espera irá ocorrer no bloco “aguardar chegada de mercadorias”, testando se “*dist_qtde_estoque* $\geq$ *var_qtde_pedido*”. O bloco “separação pedido dos consumidores” é um atraso, forçando o pedido a esperar um número de minutos correspondentes a cinco vezes a quantidade solicitada. No “bloco registrar entrega aos consumidores”, a variável “*dist_qtde_entrega_pendente*” que armazena a quantidade de unidades pendentes de atendimento em pedidos de consumidores é subtraída da quantidade do pedido. A variável “*ac_qtde_pedidos_cons_at*” é adicionada do conteúdo de “*fg_atendimento_imediato*”, sendo que os pedidos atendidos imediatamente terão 1 nesta variável e os pedidos que passaram pela fila de espera terão zero. O bloco “transporte até os consumidores” é um atraso, fazendo com que o pedido aguarde por 24 horas antes de ser entregue aos consumidores (tempo de transporte).

8.1.4 Fabricante / Indústria

Na Figura 7 é detalhado o contexto genérico da indústria (segundo nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos).

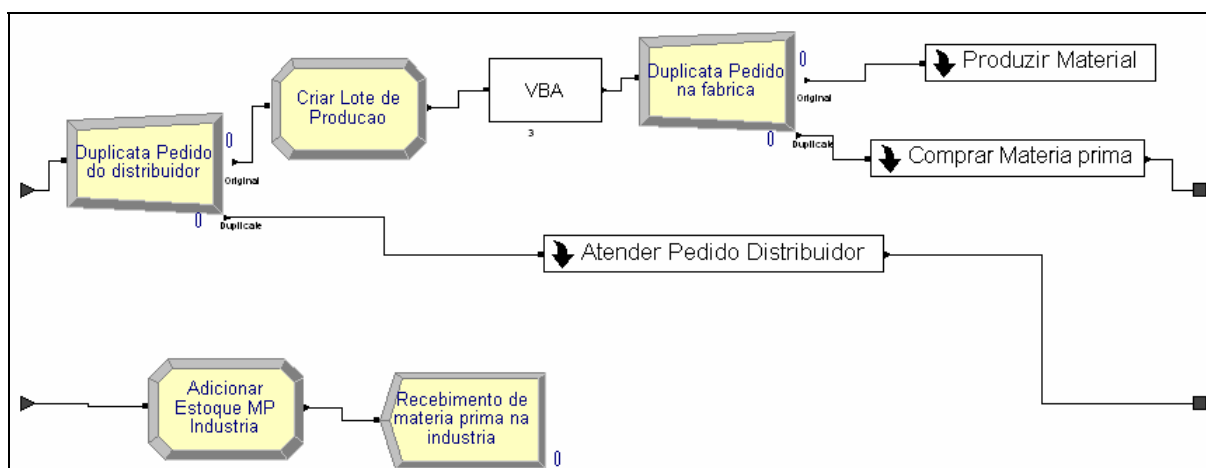


Figura 7 : Contexto do fabricante / indústria

Neste processo estão concentrados as rotinas com maior complexidade do modelo. Inicialmente, tem-se o bloco “duplicar pedidos dos distribuidores”, que faz com que uma imagem do pedido siga para a lógica de atendimento, no sub-modelo “Atender pedido distribuidor” e outra cópia siga para o processo de reposição. No processo de reposição, o pedido é novamente duplicado, fazendo com que uma

copiar para as lógicas de produção (sub-modelo “produzir material”) e outra para a compra de matéria-prima (sub-modelo “comprar matéria-prima”). Os três sub-modelos mencionados neste contexto serão detalhados posteriormente.

O bloco “criar lote de produção” é responsável pela inicialização com zero das variáveis “*fab_qtde_pedido*” e “*fab_qtde_lote_producao*”. O bloco VBA é responsável por (a) Determinar se há a necessidade de produzir e a quantidade a ser produzida; (b) Determinar se há a necessidade de comprar matérias-primas e qual a quantidade a ser pedida; (c) Acumular mensalmente o número de unidades pedidas pela indústria aos fornecedores; (d) Acumular mensalmente o número de unidades produzidas pela indústria; e (e) Armazenar os dados do pedido dos distribuidores (distribuidor, produto, quantidade e data). O detalhamento das lógicas desenvolvidas em VBA, utilizadas para o cálculo da demanda serão apresentadas na íntegra sequência deste trabalho.

O processo “Adicionar estoque MP indústria” é responsável por dar entrada da quantidade de matérias-primas recebidas dos fornecedores. Neste bloco a variável “*fab_qtde_estoque_mp*” será adicionada do conteúdo do atributo “*fab_qtde_pedido*” e disponibilizando os materiais para o processo de produção. A variável “*fab_pedido_mp_pendente*” será subtraída de “*fab_qtde_pedido*” indicando que o pedido foi entregue. O bloco “recebimento de matéria-prima na indústria” finaliza o ciclo do pedido de matéria-prima. A Figura 8 apresenta o sub-modelo “Atender pedido distribuidor” onde são detalhados o processo de atendimento dos pedidos de distribuidores na indústria (terceiro nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos)

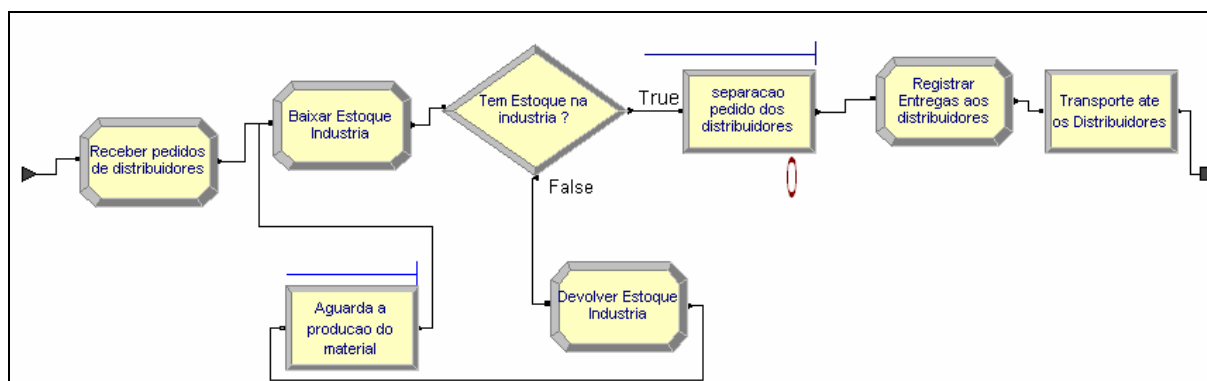


Figura 8 : sub-modelo atender pedido distribuidor

O bloco “receber pedidos de distribuidores” atualiza a variável “*fab_qtde_entrega_pendente*” com a quantidade do pedido que está entrando. A

função desta variável é manter a quantidade de unidades que a indústria recebeu de pedidos de distribuidores e ainda não atendeu para ser usada no cálculo da necessidade de compra de matérias-primas e produção. Neste mesmo bloco, o atributo *“fg_atendimento_imediato”* recebe o valor 1.

O bloco “baixar estoque indústria” subtrai *“dist_qtde_pedido”* da variável *“fab_qtde_estoque_pa”*. O bloco “tem estoque na indústria ?” verifica se havia quantidade suficiente em estoque para atender o pedido. Se não havia quantidade suficiente, o estoque da indústria estará com conteúdo negativo. Se o conteúdo de *“fab_qtde_estoque_pa”* estiver negativo, o processo é desviado para as lógicas que farão com que o estoque seja devolvido e o pedido fique em fila de espera aguardando a produção do produto. O estoque estando positivo ou zerado, significa que havia estoque suficiente e o pedido segue para as lógicas de atendimento.

Os blocos “devolver estoque indústria” irá desfazer o procedimento executado no bloco “baixar estoque indústria”, adicionando *“dist_qtde_pedido”* na variável *“fab_qtde_estoque_pa”*. Neste bloco a variável *“fg_atendimento_imediato”* recebe o valor zero, indicando que o pedido não teve atendimento imediato. O bloco “separação pedido dos distribuidores” é um atraso (tempo de processamento), forçando o pedido a esperar um tempo correspondente a 0,5 (meio) minuto para cada unidade solicitada. No “bloco registrar entrega aos distribuidores”, a variável *“fab_qtde_entrega_pendente”* que armazena a quantidade de unidades pendentes de atendimento em pedidos de consumidores, é subtraída da quantidade do pedido. A variável *“ac_qtde_pedidos_dist_at”* é adicionada do conteúdo de *“fg_atendimento_imediato”*, sendo que os pedidos atendidos imediatamente terão 1 nesta variável e os pedidos que passaram pela fila de espera terão zero. O bloco “transporte até os distribuidores” é um atraso, fazendo com que o pedido aguarde por 24 horas antes de ser entregue aos distribuidores.

A Figura 9 apresenta o sub-modelo “Comprar matéria-prima” onde é detalhado o processo de reposição do estoque de matéria-prima da indústria (terceiro nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos).

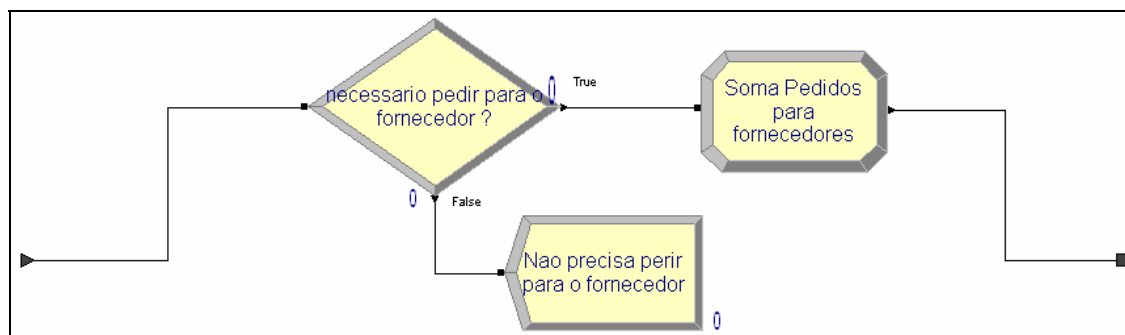


Figura 9 : sub-modelo comprar matéria-prima

O bloco “Necessário pedir para fornecedor ?” verifica se a quantidade do pedido do fornecedor é maior que zero. Sendo igual a zero, o fluxo é desviado para o bloco “não precisa pedir para o fornecedor”, fazendo com que a entidade seja eliminada do sistema. No bloco “Soma pedidos para fornecedores”, as variáveis “*fab_pedido_mp_pendente*” e “*ac_pedidos_fornecedores*” são adicionadas da quantidade do pedido.

A Figura 10 apresenta o sub-modelo “Produzir material” onde é detalhado o processo de produção da indústria (terceiro nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos)

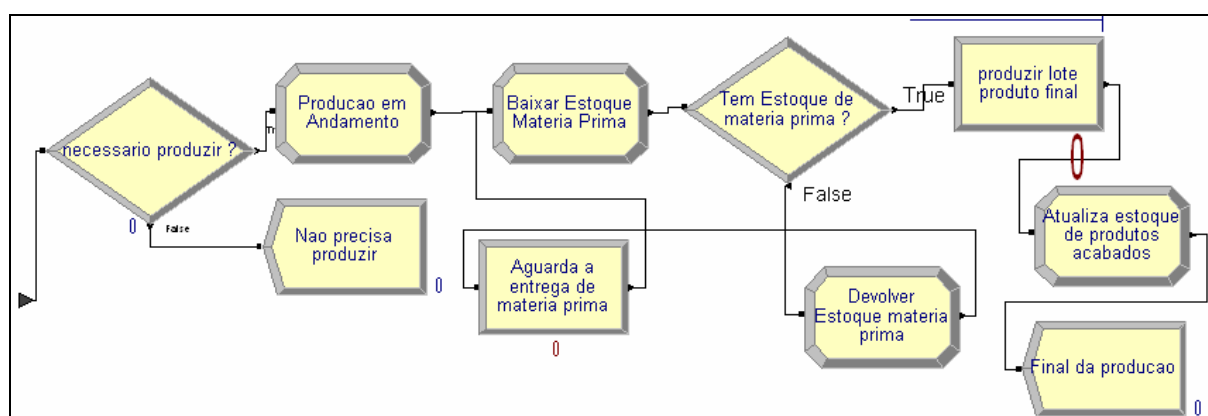


Figura 10 : sub-modelo produzir material

O bloco “Necessário produzir ?” verifica se a quantidade do lote a ser produzido é maior que zero, sendo igual a zero, o fluxo é desviado para o bloco “não precisa produzir”, fazendo com que a entidade seja eliminada do sistema. No bloco “producao em andamento” a variável “*ac_ordens_producao*” é adicionada da quantidade do lote de produção que está entrando (“*fab_qtde_lote_producao*”). A

função desta variável é manter a quantidade de unidades em processo de produção para ser usada no cálculo da necessidade de produção. O bloco “baixar estoque matéria-prima”, subtrai “*fab_qtde_lote_producao*” da variável “*fab_qtde_estoque_mp*”. O bloco “tem estoque matéria-prima ?” verifica se havia quantidade suficiente de matéria-prima em estoque para produzir a quantidade solicitada. Se não havia quantidade suficiente, a variável “*fab_qtde_estoque_mp*” estará com conteúdo negativo. Se o conteúdo de “*fab_qtde_estoque_mp*” estiver negativo, o processo é desviado para as lógicas que farão com que o estoque seja devolvido e a ordem de produção fique em uma fila de espera aguardando pela chegada de matéria-prima. O estoque estando positivo ou zerado, significa que havia estoque suficiente e a ordem de produção segue o fluxo normal da produção. Os blocos “devolver estoque matéria-prima” irá desfazer o procedimento executado no bloco “baixar estoque matéria-prima”, adicionando “*fab_qtde_lote_producao*” na variável “*fab_qtde_estoque_mp*”. A ordem de produção irá aguardar no bloco “Aguardar entrega matéria-prima” até que haja estoque suficiente para produzir a quantidade solicitada. No bloco “produzir lote produto final”, haverá um atraso no sistema corresponde a um minuto para cada unidade a ser produzida. No bloco “atualizar estoque de produtos acabados”, a variável “*fab_qtde_estoque_pa*” será adicionada da quantidade produzida e a variável “*fab_produção_andamento*” será subtraída da quantidade produzida. No bloco “Final da producao” a ordem de produção é eliminada do sistema.

8.1.5 Fornecedor de Matéria-prima

Na figura 11 é detalhado o contexto genérico da produção de matérias prima (segundo nível hierárquico do modelo conceitual de cadeias de suprimentos).

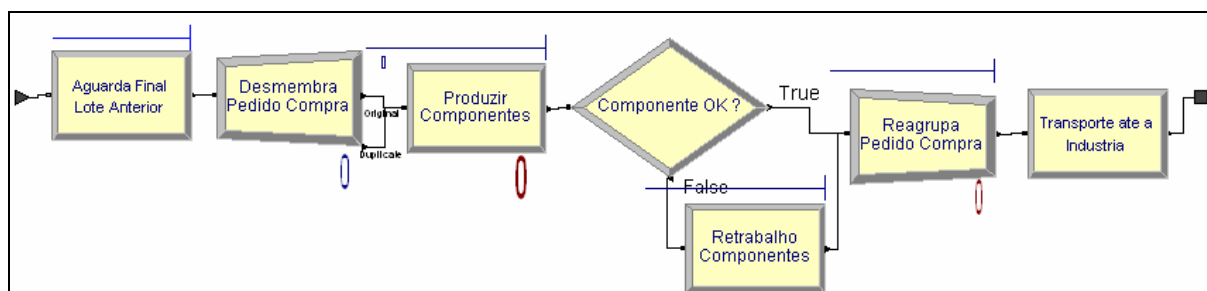


Figura 11 : Contexto Fornecedor de matéria-prima

Como no processo do fornecedor de matérias-primas é considerado um número limitado de recursos, o primeiro bloco “Aguardar final lotes anteriores” mantém na fila novos pedidos enquanto houver lotes em processamento. O bloco “desmembra pedido de compra” fraciona o pedido de compra conforme o número de unidades a serem produzidas. No “bloco produção componente”, cada unidade a ser produzida provoca um atraso de dois minutos. No bloco “componente Ok?”, os componentes são desviados para o bloco “Retrabalho componente”, fazendo com 10% das unidades produzidas voltem para o bloco “produção componente” simulando um controle de qualidade identificação de peças defeitos e encaminhando as mesmas para retrabalho. O processo “reagrupa pedido compra”, agrupa novamente as unidades produzidas no pedido a ser atendido. O bloco “transporte ate a industria” provoca um atraso de 24 horas antes da matéria-prima ser disponibilizada para a indústria.

8.2. CÁLCULO DA NECESSIDADE DE COMPRA E PRODUÇÃO

As lógicas do processo de cálculo da necessidade de compra leva em consideração o histórico de demanda.

Para que seja possível utilizar estes históricos foi necessário armazená-los em variáveis (array) e tratá-los utilizando VBA.

8.2.1 Estruturas de memória para armazenar os dados da simulação

Para facilitar o acesso aos dados e o entendimento das lógicas, foi criado uma estrutura de dados chamada Dados_do_Pedido. Esta mesma estrutura será posteriormente referenciada por duas variáveis (array) que serão utilizadas como se fossem bases de dados com o objetivo de armazenar os dados dos pedidos para serem utilizados pelas rotinas de cálculo da demanda. A definição da estrutura e a utilização da mesma é demonstrada na figura 12.

```
Public Type Dados_do_Pedido
    Distribuidor      As Double
    Produto           As Double
    Quantidade        As Double
    Data              As Variant
End Type
Public g_Pedido_Consumidor() As Dados_do_Pedido
Public g_Pedido_Distribuidor() As Dados_do_Pedido
```

Figura 12: Estrutura para armazenar os dados dos pedidos

Procedimento semelhante foi montado para fazer o desmembramento dos dados criando visões mensais dos processos, ou seja, como o modelo esta sendo executado a cada replicação, por um período equivalente a 40 meses, houve a necessidade de obter posições mensais dos processos para tornar a análise dos dados mais efetiva.

Para isso foi criada uma nova estrutura que será representada na figura 13.

```
Public Type pedido_mensal
    AnoMesPedido      As Variant
    QtdePedConsumidor As Double
    QtdePedDistribuidor As Double
    QtdeProdIndustria As Double
    QtdePedIndustria  As Double
    TotPedConsumidor  As Double
    TotAtConsImediato As Double
    TotPedDistribuidor As Double
    TotAtDistImediato As Double
    TotEstoqueDistibuidor As Double
    TotEstoqueIndustria As Double
End Type
Public g_pedido_mensal() As pedido_mensal
```

Figura 13: Estrutura para armazenar visão mensal dos eventos

A Integração do modelo de simulação do ARENA ao VBA se dá de forma automática a partir da inclusão de um bloco “VBA” no modelo do ARENA, com isso,

alguns procedimentos passam a ser executados automaticamente e outros estarão associados à passagem da entidade pelo bloco “VBA”.

Os eventos executados automaticamente são:

Evento	Momento da execução
ModelLogic_RunBeginSimulation	Executado uma única vez ao iniciar a execução a simulação
ModelLogic_RunEndSimulation	Executado uma única vez ao término da simulação
ModelLogic_RunBeginReplication	Executado sempre que uma nova replicação é iniciada
ModelLogic_RunEndReplication	Executado sempre que uma replicação é encerrada

Figura 14: Eventos automáticos da integração ARENA com VBA

No desenvolvimento deste modelo de simulação, estes eventos foram utilizados com os seguintes objetivos:

ModelLogic_RunBeginSimulation	Criação do vínculo entre o ARENA e uma Planilha do Microsoft Excel a partir da qual seriam obtidos os dados de Período de demanda, Tamanhos de lote utilizados
ModelLogic_RunEndSimulation	Encerrar o vínculo do ARENA com o Microsoft Excel com o objetivo de liberar recursos computacionais
ModelLogic_RunBeginReplication	Inicialização das variáveis (estrutura) que irá armazenar os dados dos pedidos e os dados mensais dos eventos
ModelLogic_RunEndReplication	Salva dos dados dos eventos mensais em arquivo texto para posteriormente serem utilizados nas análises a serem apresentadas neste trabalho

Figura 15: Utilização dos eventos automáticos da integração ARENA com VBA

Os blocos VBA apresentados no modelo de simulação, apesar de terem a mesma aparência, dentro do modelo, cada um tem um evento *fire* associado que executa lógicas específicas, conforme descrito na figura 16.

Cenário	Evento	Função
Mercado Consumidor	VBA_Block_1_Fire	Determina a data corrente do pedido com base na data do sistema (date) e no tempo de simulação (tnow).
Distribuidor / Varejista	VBA_Block_2_Fire	- Salva os dados do pedido para serem utilizados nos processos de cálculo da demanda - Calcula a demanda do distribuidor e projeta a reposição - Acumula os dados mensais da demanda do mercado consumidor - Acumula a demanda mensal dos distribuidores.
Fabricante / Indústria	VBA_Block_3_Fire	- Calcula a demanda da indústria - Analisa a necessidade de compra de matéria-prima - Analisa a necessidade de produção de novo lote - Acumula dados mensais de pedidos feitos aos fornecedores - Acumula dados mensais da produção da indústria.

Figura 16: Eventos acionados pelos blocos do modelo ARENA

8.2.2 Lógicas implementadas em VBA para flexibilizar o modelo

A programação das lógicas utilizadas nos vários eventos acionados pelo processo de integração entre o ARENA e o VBA serão apresentadas a seguir, exatamente da forma como foram codificadas. Cada figura representará um evento ou procedimento conforme a relação a seguir:

Figura 17: ModelLogic_RunBeginSimulation

Figura 18: ModelLogic_RunBeginReplication

Figura 19: ModelLogic_RunEndReplication

Figura 20: ModelLogic_RunEndSimulation

Figura 21: VBA_Block_1_Fire

Figura 22: VBA_Block_2_Fire

Figura 23: VBA_Block_3_Fire

Figura 24: fu_calcular_demanda

Figura 25: su_acumular_pedidos_mensal

8.2.3 Inicialização da simulação

```

Private Sub ModelLogic_RunBeginSimulation()

    ' Set the global SIMAN variable
    Set g_Model = ThisDocument.Model
    Set g_SIMAN = g_Model.SIMAN

    ' Numero da replicação
    g_NumeroReplicacao = 0

    ' Obtém a indexação das variáveis de entrada (Tipo produto e Quantidade Pedido )
    ' o conteúdo é atribuído em variáveis para ser usado na sequência

    g_param_origem_dados =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("param_origem_dados"))
    ' 0-Planilha Excel
    ' 1-Geração dinâmica

    g_param_demanda_industria =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("param_demanda_industria"))
    ' 0-Cálculo pela demanda real do mercado
    ' (pedidos de consumidores recebidos pelos distribuidores)
    ' 1-Cálculo pela demanda das indústria
    ' (pedidos de distribuidores recebidos de pela indústria)

    ' Atributos do pedido do consumidor
    g_indtipoproduto = g_SIMAN.SymbolNumber("var_tipo_produto")
    g_indconsqtdepedido = g_SIMAN.SymbolNumber("var_qtde_pedido")
    g_indtempoentrepedidos = g_SIMAN.SymbolNumber("var_tempo_prox_pedido")
    g_indiddistribuidor = g_SIMAN.SymbolNumber("var_codigo_distribuidor")
    g_inddatapedido = g_SIMAN.SymbolNumber("var_data_pedido")

    ' Atributos do pedido do distribuidor
    g_inddist_qtde_pedido = g_SIMAN.SymbolNumber("dist_qtde_pedido")

    ' Atributos do lote de produção da indústria
    g_indfab_lote_producao = g_SIMAN.SymbolNumber("fab_qtde_lote_producao")
    g_indfab_qtde_pedido = g_SIMAN.SymbolNumber("fab_qtde_pedido")

    ' Abre a planilha Excel como somente leitura
    smutils_InitializeExcel False, 1
    g_ArenaDir = Mid(g_Model.FullName, 1, Len(g_Model.FullName) - Len(g_Model.Name))
    If Dir$(g_ArenaDir & "SCM.xls", vbArchive) = "" Then
        MsgBox "Arquivo " & g_ArenaDir & "SCM.xls não foi localizado.", vbCritical
    End
End If

    ' Lê os dados das planilhas excel para variáveis Globais
    Set g_pedidosconsumidor = smutils_ReadExcelRange(g_XLInputFile, "Dados de Pedidos",
"Dados_de_pedidos")
    Set g_dadosprodutos = smutils_ReadExcelRange(g_XLInputFile, "Dados de Produtos",
"Dados_de_produtos")

End Sub

```

Figura 17: Rotina VBA acionada no início da simulação

8.2.4 Inicialização das réplicas

```
Private Sub ModelLogic_RunBeginReplication()

' Inicializa o número da Linha da Planilha a cada nova replicação
g_NrProximaLinha = 2
va_datainicio = Now

' array (banco de dados) com os pedidos de consumidores para distribuidores
ReDim g_Pedido_Consumidor(0)
g_QtdePedidosConsumidor = 0

' Array (banco de dados) com os pedidos de distribuidores para a indústria
ReDim g_Pedido_Distribuidor(0)
g_QtdePedidosDistribuidor = 0

' array (banco de dados ) com dados acumulados mensalmente dos
' pedidos de Consumidores, Distribuidores e Indústria
ReDim g_pedido_mensal(0)
g_QtdePedidosMensal = 0

' Índices da tabela a partir do qual os pedidos passaram do periodo
' de análise da demana e não é necessário analisa-los
' Controle unicamente com objetivo de ganhar performance
g_indpedantigocons = 0      ' pedidos de consumidores
g_indpedantigodist = 0     ' pedidos de distribuidores

' Se existir arquivo com os dados anteriores, exclui o arquivo
If Dir$(g_ArenaDir & "dados.txt", vbArchive) <> "" Then
    Kill g_ArenaDir & "dados.txt"
End If

End Sub
```

Figura 18: Rotina VBA acionada a cada nova replicação

8.2.5 Finalização da simulação

```

Private Sub ModelLogic_RunEndReplication()
Dim Va_Indice           As Long
Dim intArq              As Integer
Dim StrLinha           As String

    ' Atualiza os dados do ultimo mês antes da geração do arquivo
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotEstoqueDistribuidor =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("ac_dist_qtde_Estoque"))
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotEstoqueIndustria =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_qtde_Estoque_pa"))
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotPedConsumidor =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_tt")) -
    q_TotPedConsumidor
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotAtConsImediato =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_at")) -
    q_TotAtConsImediato
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotPedDistribuidor =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_tt")) -
    g_TotPedDistribuidor
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotAtDistImediato =
    g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_at")) -
    g_TotAtDistImediato

    g_NumeroReplicacao = g_NumeroReplicacao + 1
    ' Grava um arquivo com os dados da demanda mensal:
    ' AnoMesPedido      : Ano/Mes de referência do movimento
    ' QtdePedConsumidor: Total unidades solicitadas pelos consumidores aos distribuidores
    ' QtdePedDistribuidor: Total unidades solicitadas por distribuidores para a indústria
    ' QtdePedIndustria   : Total unidades solicitadas pela indústria aos fornecedores
    ' TotEstoqueDistribuidor : Unidades de Estoque disponível nos distribuidores
    ' TotEstoqueIndustria  : Unidades de Estoque disponível na indústria
    ' TotPedConsumidor    : Total de pedidos de Consumidores aos distribuidores
    ' TotAtConsImediato   : Total de Pedidos de consumidores com atendimento imediato
    ' TotPedDistribuidor  : Total de pedidos de distribuidores para a indústria
    ' TotAtDistImediato   : Total de pedidos de distribuidores com atendimento imediato

    intArq = FreeFile
    If Dir$(g_ArenaDir & "dados_mes.txt", vbArchive) = "" Then
        Open g_ArenaDir & "dados_mes.txt" For Output As #intArq
    Else
        Open g_ArenaDir & "dados_mes.txt" For Append As #intArq
    End If
    StrLinha = "Replicação Numero :" & g_NumeroReplicacao
    Print #intArq, StrLinha
    StrLinha = "Demanda indústria :" & g_param_demanda_industria
    Print #intArq, StrLinha
    StrLinha = "Dias estoque Dist.:" & g_dadosprodutos.Item(2, 4)
    Print #intArq, StrLinha
    StrLinha = "Dias estoque Ind. :" & g_dadosprodutos.Item(2, 5)
    Print #intArq, StrLinha
    StrLinha = "AnoMesPedido" & Chr(9) & _
        "Dias Estoque" & Chr(9) & _
        "Nr.Replicacao" & Chr(9) & _
        "QtdePedConsumidor" & Chr(9) & _
        "QtdePedDistribuidor" & Chr(9) & _
        "QtdeProdIndustria" & Chr(9) & _
        "QtdePedIndustria" & Chr(9) & _
        "TotEstoqueDistribuidor" & Chr(9) & _
        "TotEstoqueIndustria" & Chr(9) & _
        "TotPedConsumidor" & Chr(9) & _
        "TotAtConsImediato" & Chr(9) & _
        "TotPedDistribuidor" & Chr(9) & _
        "TotAtDistImediato"
    Print #intArq, StrLinha
    For Va_Indice = 0 To (g_QtdePedidosMensal - 1)

        StrLinha = g_pedido_mensal(Va_Indice).AnoMesPedido & Chr(9) & _
            g_dadosprodutos.Item(2, 4) & Chr(9) & _
            g_NumeroReplicacao & Chr(9) & _
            g_pedido_mensal(Va_Indice).QtdePedConsumidor & Chr(9) & _

```

```
g_pedido_mensal(Va_Indice).QtdePedDistribuidor & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).QtdeProdIndustria & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).QtdePedIndustria & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotEstoqueDistibuidor & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotEstoqueIndustria & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotPedConsumidor & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotAtConsImediato & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotPedDistribuidor & Chr(9) & _  
g_pedido_mensal(Va_Indice).TotAtDistImediato  
  
Print #intArq, StrLinha  
  
Next Va_Indice  
Close #intArq  
' Final geracao arquivo com os dados mensais de pedidos  
End Sub
```

Figura 19: Rotina VBA acionada a cada final de replicação

8.2.6 Finalização das réplicas

```
Private Sub ModelLogic_RunEndSimulation ()

    ' Salva arquivo de saída
    ' smutils_SaveExcelWorkbook g_XLOutputFile, g_ArenaDir & "SCM report.xls"

    ' fecha o excel
    smutils_ExitExcel

    ' Retorna para a visualização do modelo
    Dim viewIndex As Long
    With g_Model
        viewIndex = .NamedViews.Find(smFindName, "Overview")
        If viewIndex > 0 Then .ActiveView.ZoomView .NamedViews.Item(viewIndex)
    End With

    ' Set the range variables to Nothing to free the memory storing the data
    Set g_pedidosconsumidor = Nothing
    Set g_dadosprodutos = Nothing

End Sub
```

Figura 20: Rotina VBA acionada no final da simulação

8.2.7 Bloco VBA Mercado Consumidor

```
Private Sub VBA_Block_1_Fire()
    ' Sub-Modelo Consumidor
    Dim tempoprox As Double
    Dim Va_DataPedido As Variant

    With g_SIMAN
        tempoprox = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_indtempoentrepedidos)
        ' Dados carregados por expressão
        Va_DataPedido = DateAdd("h", tempoprox, va_datainicio)
        .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_inddatapedido) = Va_DataPedido
    End With
Exit Sub
End Sub
```

Figura 21: Evento acionado pelo bloco VBA no Mercado Consumidor

8.2.8 Bloco VBA Distribuidor

```

Private Sub VBA_Block_2_Fire()

    Dim va_qtde_pedido As Double
    Dim va_tipo_produto As Double
    Dim va_codigo_distribuidor As Double
    Dim va_data_pedido As Variant
    Dim va_demanda As Double
    Dim va_Lotecompra As Double

    ' Captura as características do pedido corrente
    With g_SIMAN
        va_qtde_pedido = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_indconsqtdepedido)
        va_tipo_produto = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_indtipoproduto)
        va_codigo_distribuidor = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_indiddistribuidor)
        va_data_pedido = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_inddatapedido)
    End With
    g_QtdePedidosConsumidor = g_QtdePedidosConsumidor + 1
    ReDim Preserve g_Pedido_Consumidor(g_QtdePedidosConsumidor)
    ' Armazena os dados do pedido para serem utilizados para no cálculo de demanda
    g_Pedido_Consumidor(g_QtdePedidosConsumidor - 1).Distribuidor = va_codigo_distribuidor
    g_Pedido_Consumidor(g_QtdePedidosConsumidor - 1).Produto = va_tipo_produto
    g_Pedido_Consumidor(g_QtdePedidosConsumidor - 1).Quantidade = va_qtde_pedido
    g_Pedido_Consumidor(g_QtdePedidosConsumidor - 1).Data = va_data_pedido
    ' Acumula pedidos de consumidores por Mês
    Call SU_Acumular_pedidos_mensal(va_data_pedido, va_qtde_pedido, "C")
    va_demanda = fu_calcular_demanda(va_codigo_distribuidor, va_tipo_produto, va_data_pedido)
    va_Lotecompra = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 2)
    ' Início Cálculo do pedido de compra do distribuidor
    Dim va_dist_qtde_pedido As Double
    Dim va_dist_qtde_entrega_pendente As Double
    Dim va_dist_qtde_Estoque As Double
    Dim va_dist_pedidos_para_industria As Double
    ' Obtém posição do estoque para projetar necessidade de reposição
    With g_SIMAN
        va_dist_qtde_Estoque = .VariableArrayValue(.SymbolNumber( "dist_qtde_Estoque",
        va_codigo_distribuidor))
        va_dist_qtde_entrega_pendente = .VariableArrayValue(
        .SymbolNumber("dist_qtde_entrega_pendente", va_codigo_distribuidor))
        va_dist_pedidos_para_industria
        = .VariableArrayValue(.SymbolNumber("dist_pedidos_para_industria",
        va_codigo_distribuidor))
    End With

    va_dist_qtde_pedido = (va_demanda + va_qtde_pedido + va_dist_qtde_entrega_pendente) _
        - (va_dist_qtde_Estoque + va_dist_pedidos_para_industria)

    If va_dist_qtde_pedido > 0 Then
        va_dist_qtde_pedido = Fix((va_dist_qtde_pedido + (va_Lotecompra - 1)) / _
        va_Lotecompra) * va_Lotecompra

        ' Acumula pedidos de distribuidores por Mês
        Call SU_Acumular_pedidos_mensal(va_data_pedido, va_dist_qtde_pedido, "D")

        ' Armazenar os dados dos pedidos do distribuidor para cálculo da demanda da indústria
        g_QtdePedidosDistribuidor = g_QtdePedidosDistribuidor + 1
        ReDim Preserve g_Pedido_Distribuidor(g_QtdePedidosDistribuidor)
        g_Pedido_Distribuidor(g_QtdePedidosDistribuidor - 1).Data = va_data_pedido
        g_Pedido_Distribuidor(g_QtdePedidosDistribuidor - 1).Distribuidor =
        va_codigo_distribuidor
        g_Pedido_Distribuidor(g_QtdePedidosDistribuidor - 1).Produto = va_tipo_produto
        g_Pedido_Distribuidor(g_QtdePedidosDistribuidor - 1).Quantidade = va_dist_qtde_pedido
    Else
        va_dist_qtde_pedido = 0#
    End If
    g_SIMAN.EntityAttribute(g_SIMAN.ActiveEntity, g_inddist_qtde_pedido) = va_dist_qtde_pedido
    ' Final Cálculo do pedido de compra do distribuidor
End Sub

```

Figura 22: Evento acionado pelo bloco VBA no Distribuidor

8.2.9 Bloco VBA Indústria

```

Private Sub VBA_Block_3_Fire()

    Dim va_tipo_produto           As Double
    Dim va_data_pedido            As Variant
    Dim va_demanda                As Double
    Dim va_Loteproducao           As Double
    Dim va_Lotecompra             As Double
    Dim va_Dist_QtdePedido        As Double

    ' Captura as características do pedido corrente
    with g_SIMAN
        va_tipo_produto = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_indtipoproduto)
        va_data_pedido = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_inddatapedido)
        va_Dist_QtdePedido = .EntityAttribute(.ActiveEntity, g_inddist_qtde_pedido)
    End With

    ' Obtem a demanda do produto
    va_demanda = fu_calcular_demanda(0, va_tipo_produto, va_data_pedido)

    ' Obtem o lote mínimo de produção e compra do produto
    ' Avança a linha de cabeçalho ignorando a primeira linha
    ' Terceira e Sexta colunas da planilha
    va_Loteproducao = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 3)
    va_Lotecompra = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 6)

    '--> Inicio Cálculo do pedido de compra e do lote a ser fabricado
    Dim va_fab_qtde_Estoque_pa     As Double
    Dim va_fab_qtde_Estoque_mp     As Double
    Dim va_fab_pedido_mp_pendente As Double
    Dim va_fab_entrega_pendente   As Double
    Dim va_fab_qtde_pedido         As Double
    Dim va_fab_qtde_lote_producao  As Double
    Dim va_fab_producao_andamento As Double

    va_fab_qtde_Estoque_pa =
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_qtde_Estoque_pa"))
    va_fab_qtde_Estoque_mp =
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_qtde_Estoque_mp"))
    va_fab_pedido_mp_pendente =
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_pedido_mp_pendente"))
    va_fab_entrega_pendente =
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_entrega_pendente"))
    va_fab_producao_andamento =
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_producao_andamento"))
    va_fab_qtde_pedido = 0
    va_fab_qtde_lote_producao = 0

    If (va_demanda + va_fab_entrega_pendente) > (va_fab_qtde_Estoque_pa +
        va_fab_qtde_Estoque_mp + va_fab_pedido_mp_pendente) Then
        va_fab_qtde_pedido = (va_demanda + va_Dist_QtdePedido + va_fab_entrega_pendente) -
            (va_fab_qtde_Estoque_pa + va_fab_pedido_mp_pendente)

        ' Pedido de matéria-prima deve ser equivalente a pelo menos um lote de produção
        va_fab_qtde_pedido = IIf(va_Loteproducao > va_fab_qtde_pedido, va_Loteproducao,
            va_fab_qtde_pedido)

        ' Ajusta lote de compra para quantidade múltipla do lote mínimo
        va_fab_qtde_pedido = Fix((va_fab_qtde_pedido + (va_Lotecompra - 1)) / va_Lotecompra) *
            va_Lotecompra

        ' Acumula pedidos da Indústria por Mês
        Call SU_Acumular_pedidos_mensal(va_data_pedido, va_fab_qtde_pedido, "I")

    End If
    g_SIMAN.EntityAttribute(g_SIMAN.ActiveEntity, g_indfab_qtde_pedido) = va_fab_qtde_pedido
    ' If ((va_demanda * 2) + va_fab_entrega_pendente) > (va_fab_qtde_Estoque_pa +
        va_fab_producao_andamento) Then
        If (va_demanda + va_fab_entrega_pendente) > (va_fab_qtde_Estoque_pa +
            va_fab_producao_andamento) Then

```

```

        va_fab_qtde_lote_producao = (va_demanda + va_fab_entrega_pendente) -
(va_fab_qtde_Estoque_pa + va_fab_producao_andamento)

        ' Ajusta o lote de produção para N X tamanho do lote econômico
        va_fab_qtde_lote_producao = Fix((va_fab_qtde_lote_producao + (va_Loteproducao - 1)) /
va_Loteproducao) * va_Loteproducao
        If (va_fab_qtde_lote_producao + va_fab_producao_andamento) >
(va_fab_pedido_mp_pendente + va_fab_qtde_Estoque_mp + va_fab_qtde_pedido) Then
            va_fab_qtde_lote_producao = ((va_fab_pedido_mp_pendente +
va_fab_qtde_Estoque_mp + va_fab_qtde_pedido) - va_fab_qtde_lote_producao)
            ' Faz novo ajuste no lote de produção, produzindo apenas com a quantidade de
Matéria-prima disponível
            va_fab_qtde_lote_producao = Fix(va_fab_qtde_lote_producao / va_Loteproducao) *
va_Loteproducao
        End If

    End If

    g_SIMAN.EntityAttribute(g_SIMAN.ActiveEntity, g_indfab_lote_producao) =
va_fab_qtde_lote_producao
    '--> Final Cálculos do pedido de compra e do tamanho do lote a ser fabricado
    If va_fab_qtde_lote_producao > 0 Then
        va_fab_producao_andamento = va_fab_producao_andamento + va_fab_qtde_lote_producao
        g_SIMAN.VariableArrayValue(g_SIMAN.SymbolNumber("fab_producao_andamento")) =
va_fab_producao_andamento

        ' Acumula pedidos da Indústria por Mês
        Call SU_Acumular_pedidos_mensal(va_data_pedido, va_fab_qtde_lote_producao, "P")
    End If
End Sub

```

Figura 23: Evento acionado pelo bloco VBA na Indústria

8.2.10 Procedimento VBA para cálculo da demanda diária

```

Public Function fu_calcular_demanda(va_codigo_distribuidor As Double, va_tipo_produto As
Double, va_data_pedido As Variant) As Double
Dim va_diasEstoque As Double
Dim va_PedidosPeriodo As Double
Dim Va_Indice As Long
Dim va_MenorData As Variant
Dim va_MaiorData As Variant
Dim va_QtdeDiasAnalise As Long

    va_MenorData = ""

' Obtem o número de dias de estoque do distribuidor ou na indústria
' quando distribuidor = 0, obtem a demanda de todos os distribuidores
    If va_codigo_distribuidor = 0 Then ' Lote de produção para N dias
        va_diasEstoque = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 5)
    Else ' Cobertura de estoque de N dias
        va_diasEstoque = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 4)
    End If

' Obtem o número de dias considerados no cálculo da demanda diária
    va_QtdeDiasAnalise = g_dadosprodutos.Item(va_tipo_produto + 1, 7)
    va_PedidosPeriodo = 0#

' Pesquisa a demanda do produto para projetar a demanda diária
' g_indpedantigocons contém os pedidos que não precisam mais ser considerados
' porque são anteriores ao número de dias de análise da demanda
    If g_param_demanda_industria = 0 Or va_codigo_distribuidor <> 0 Then
        ' g_param_demanda_industria = 0 ==> Demanda real de mercado
        ' va_codigo_distribuidor <> 0 ==> Está calculando a demanda de um
        ' distribuidores específico
        For Va_Indice = g_indpedantigocons To (g_QtdePedidosConsumidor - 1)

            If Format(DateAdd("d", va_QtdeDiasAnalise, g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data),
"yyyymmdd") > Format(va_data_pedido, "yyyymmdd") Then
                If Trim(va_MenorData) = "" Then
                    va_MenorData = g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data
                    va_MaiorData = g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data
                ElseIf g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data < va_MenorData Then
                    va_MenorData = g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data
                ElseIf g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data > va_MaiorData Then
                    va_MaiorData = g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Data
                End If

                If g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Distribuidor = va_codigo_distribuidor _
Or va_codigo_distribuidor = 0 Then
                    ' ( va_codigo_distribuidor = 0 ==> Demanda total da indústria )
                    If g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Produto = va_tipo_produto Then
                        va_PedidosPeriodo = va_PedidosPeriodo +
g_Pedido_Consumidor(Va_Indice).Quantidade
                    End If
                End If
            Else
                g_indpedantigocons = Va_Indice
            End If
        Next Va_Indice
    Else
        ' g_param_demanda_industria <> 0 ==> Demanda calculada pelos pedidos anteriores
        ' recebidos pela indústria
        For Va_Indice = g_indpedantigodist To (g_QtdePedidosDistribuidor - 1)

            If Format(DateAdd("d", va_QtdeDiasAnalise, g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data),
"yyyymmdd") > Format(va_data_pedido, "yyyymmdd") Then
                If Trim(va_MenorData) = "" Then
                    va_MenorData = g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data
                    va_MaiorData = g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data
                ElseIf g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data < va_MenorData Then
                    va_MenorData = g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data
                ElseIf g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data > va_MaiorData Then
                    va_MaiorData = g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Data
                End If

                If g_Pedido_Distribuidor(Va_Indice).Produto = va_tipo_produto Then

```

```

        va_PedidosPeriodo = va_PedidosPeriodo + g_Pedido_Distribuidor
        (Va_Indice).Quantidade
    End If
Else
    g_indpedantigodist = Va_Indice
End If
Next Va_Indice

End If

va_QtdeDiasAnalise = DateDiff("d", va_MenorData, va_MaiorData)
va_QtdeDiasAnalise = IIf(va_QtdeDiasAnalise < va_diasEstoque, va_diasEstoque,
va_QtdeDiasAnalise)
va_PedidosPeriodo = (va_PedidosPeriodo / va_QtdeDiasAnalise) * va_diasEstoque
fu_calcular_demanda = va_PedidosPeriodo
End Function

```

Figura 24: Procedimento VBA para calcular a demanda diária

8.2.11 Procedimento VBA para acumular dados mensais

```

Public Sub SU_Acumular_pedidos_mensal(va_data_pedido As Variant, va_qtde_pedido As Double,
va_Tipo As String)

    If g_QtdePedidosMensal = 0 Then
        g_QtdePedidosMensal = g_QtdePedidosMensal + 1
        ReDim Preserve g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal)
        g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).AnoMesPedido = Format(va_data_pedido,
"yyyyymm")
        g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedDistribuidor = 0#
        g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdeProdIndustria = 0#
        g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedIndustria = 0#
        g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedConsumidor = 0#

        q_TotPedConsumidor = 0#
        q_TotAtConsImediato = 0#
        g_TotPedDistribuidor = 0#
        g_TotAtDistImediato = 0#

        ElseIf g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).AnoMesPedido <> Format(va_data_pedido,
"yyyyymm") Then

            With g_SIMAN
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotEstoqueDistribuidor
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_dist_qtde_Estoque"))
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotEstoqueIndustria
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("fab_qtde_Estoque_pa"))
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotPedConsumidor
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_tt")) -
                q_TotPedConsumidor
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotAtConsImediato
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_at")) -
                q_TotAtConsImediato
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotPedDistribuidor
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_tt")) -
                g_TotPedDistribuidor
                g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).TotAtDistImediato
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_at")) -
                g_TotAtDistImediato
            End With

            g_QtdePedidosMensal = g_QtdePedidosMensal + 1
            ReDim Preserve g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal)
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).AnoMesPedido = Format(va_data_pedido,
"yyyyymm")
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedDistribuidor = 0#
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdeProdIndustria = 0#
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedIndustria = 0#
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedConsumidor = 0#

            With g_SIMAN
                q_TotPedConsumidor
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_tt"))
                q_TotAtConsImediato
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_cons_at"))
                g_TotPedDistribuidor
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_tt"))
                g_TotAtDistImediato
                =.VariableArrayValue(.SymbolNumber("ac_qtde_pedidos_dist_at"))
            End With

        End If

        If va_Tipo = "C" Then          ' Consumidor
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedConsumidor = g_pedido_mensal
(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedConsumidor + va_qtde_pedido
        ElseIf va_Tipo = "D" Then     ' Distribuidor
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedDistribuidor = g_pedido_mensal
(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedDistribuidor + va_qtde_pedido
        ElseIf va_Tipo = "I" Then     ' Industria
            g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedIndustria = g_pedido_mensal
(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdePedIndustria + va_qtde_pedido
    
```

```
Else                                ' Produção
    g_pedido_mensal(g_QtdePedidosMensal - 1).QtdeProdIndustria = g_pedido_mensal
    (g_QtdePedidosMensal - 1).QtdeProdIndustria + va_qtde_pedido
End If
End Sub
```

Figura 25: Procedimento VBA para acumular dados mensais