

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LIANE MÁRCIA FREITAS E SILVA

**O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DAS DISTORÇÕES DA
DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTO: ESTUDO
EXPLORATÓRIO EM UMA EMPRESA DO RAMO
INDUSTRIAL DE BEBIDAS NÃO-ALCOÓLICAS**

**JOÃO PESSOA – PB
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LIANE MÁRCIA FREITAS E SILVA

**O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DAS DISTORÇÕES DA
DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTO: ESTUDO
EXPLORATÓRIO EM UMA EMPRESA DO RAMO
INDUSTRIAL DE BEBIDAS NÃO-ALCOÓLICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Mello Villar.

Área de concentração: Gestão da Produção

Subárea: Gerência da Produção de Bens e Serviços

Professor orientador: Antônio de Mello Villar

JOÃO PESSOA-PB

2008

S586e Silva, Liane Márcia Freitas e

O efeito da propagação das distorções da demanda na cadeia de suprimentos: Estudo exploratório em uma empresa do ramo industrial de bebidas não-alcoólicas / Liane Márcia Freitas e Silva - João Pessoa, 2008.

173 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Mello Villar

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP / Centro de Tecnologia / Campus I / Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

1. Precisão de demanda 2. bullwhip effect 3. Supply Chain Management 4. Indústria de bebidas I.Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 658.5 (043)

LIANE MÁRCIA FREITAS E SILVA

**O EFEITO DA PROPAGAÇÃO DAS DISTORÇÕES DA
DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTO: ESTUDO
EXPLORATÓRIO EM UMA EMPRESA DO RAMO
INDUSTRIAL DE BEBIDAS NÃO-ALCOÓLICAS**

Dissertação julgada e **aprovada** em **23** de Abril de 2008 para fins de acesso ao Mestrado em Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

Área de concentração: Gestão da Produção

Subárea: Gerência da Produção de Bens e Serviços.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio de Mello Villar - Orientador
Universidade Federal da Paraíba - (PPGEP)

Prof.^a Dr.^a Maria Silene Alexandre Leite - Examinadora
Universidade Federal da Paraíba - (PPGEP)

Prof. Dr. Ivan Targino Moreira – Examinador
Universidade Federal da Paraíba - (PPGE)

Aos meus pais

AGRADECIMENTOS

A Deus, suprema e inesgotável fonte de sabedoria e amor incondicional.

Aos meus pais, Assis e Livramento Freitas por todo amor, apoio, ensinamentos e por confiar em minhas escolhas. Em especial a minha amada mãe pelo exemplo de mulher, irmã, mãe e educadora.

À minha irmã, Jackeline Freitas por ser minha cara metade, por sua presença constante e cuidado maternal.

Aos amigos Anand Subramanian, Marcel Góis e Elisângela Porto pela amizade e trabalhos desenvolvidos nesses últimos dois anos. Um especial agradecimento a Alexandre Siqueira, que de forma generosa viabilizou a realização desta pesquisa.

Ao professor Antônio de Mello Villar pela parceria tão bem estabelecida ao longo dos anos.

Ao PPGEP, na pessoa do Professor Paulo Adissi, que me trouxe para a Engenharia de Produção.

A Capes pelo incentivo financeiro através da concessão de uma bolsa de mestrado.

RESUMO

Esta dissertação trata de um dos mais importantes problemas vivenciados quando se fala em Gestão da Cadeia de Suprimentos. Este problema denomina-se efeito chicote (EC) ou bullwhip effect e compreende uma variação propagada que de forma amplificada atinge o fluxo de informação da demanda que percorre as cadeias de suprimentos no sentido a montante. Nesse contexto, tal estudo, buscou verificar os efeitos derivados dessa propagação amplificada em uma cadeia de suprimentos inserida no ramo industrial de bebidas não-alcoólicas. Para tal, desenvolveu uma pesquisa de natureza exploratória e descritiva, focada como um estudo de caso, composto de dois níveis e três elos fabris que representam respectivamente uma empresa de distribuição, fabricação e fornecimento. Neste esquema através do método de Fransoo e Wouters (2000) foram quantificados ECs com intensidade de 5,28 na CS da água mineral de 20 litros (polietileno) e para as CS do refrigerante guaraná 2 litros foram mensurados ECs de 7,01 (pré-formas), 9,57 (açúcar) e 13,62 (tampas). Os valores quantificados para as cadeias de suprimentos apontam a intensidade de amplificação que o fluxo da demanda sofre à medida que segue a montante das cadeias. Os resultados da pesquisa apontam que a ocorrência do bullwhip effect nas cadeias de suprimentos analisadas deriva em grande parte da não atualização da previsão da demanda, bem como de estratégias como pedidos em lote e flutuação do preço. No entanto, o cenário pesquisado indica que a principal causa centra-se na falta ou no reduzido compartilhamento das informações entre os elos da CS, que possibilita o desconhecimento da real demanda de mercado a ser atendida.

Palavras-chave: Previsão de demanda, *bullwhip effect*, *Supply Chain Management*, indústria de bebidas.

ABSTRACT

This thesis deals with one of the most important problems experienced when it comes to Supply Chain Management. This problem is called bullwhip effect (EC) and includes a variation propagated so amplified that affects the flow of information demand that through the chains of supplies towards upstream. In this context, this study, sought to verify the effects of such derivatives spread amplified in a supply chain inserted in the industry non-alcoholic beverages. Thus developed a search whip nature exploratory and descriptive, focused as a case study, consisting of two levels and three links manufacturing respectively representing a company of distribution, manufacturing and supply. In this scheme by the method of Fransoo and Wouters (2000) were quantified ECs with intensity of 5.28 in the CS of mineral water of 20 liters (polyethylene) and the CS 2 liters of refreshment guarana were measured ECs of 7.01 (pre-forms), 9.57 (sugar) and 13.62 (caps). The values quantified for the supply chains indicate the intensity of amplification that the flow of demand suffers as follows the amount of chains. The survey results indicate that the occurrence of the bullwhip effect in the supply chains analyzed derives largely of non update of the forecast demand, as well as strategies and applications in batch and fluctuation of the price. However, the scenario searched indicates that the main cause focuses on the absence or reduced sharing information between the links in the CS, which permits the not to know of the real market demand to be answered.

Keywords: *forecast, bullwhip effect, Supply Chain Management, beverage industry.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Custos logísticos Brasil x EUA relativo ao PIB (2004)	22
Figura 2: Categorização das atividades logísticas	28
Figura 3: A cadeia de valores genérica	38
Figura 4: Estágios de uma Cadeia de Suprimentos	41
Figura 5: Classificação das estruturas das cadeias de suprimentos	42
Figura 6: Fluxos logísticos de uma cadeia de suprimento	43
Figura 7: Dinâmica para previsão de demanda nas Cadeias de Suprimentos	51
Figura 8: Efeito chicote na cadeia de suprimentos com três níveis produtivos	52
Figura 9: Comparação entre curva de vendas e de compras	53
Figura 10: Comportamento dos estoques na cadeia de suprimento não sincronizada	62
Figura 11: Comportamento dos estoques na cadeia de suprimento sincronizada	62
Figura 12: Fluxos logísticos nos dois elos da cadeia	67
Figura 13: Etapas produtivas genéricas da empresa	81
Figura 14: Etapas genéricas do sub-processo “produção das embalagens (garrafas)”	83
Figura 15: Etapas genéricas do sub-processo “produção das embalagens (tampas)”	84
Figura 16: Etapas genéricas do sub-processo “extração de água mineral”	84
Figura 17: Etapas genéricas do sub-processo “produção de xarope”	86
Figura 18: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (água – 20 litros)”	87
Figura 19: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (água)”	88
Figura 20: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (refrigerante)”	89
Figura 21: Fluxo de Informações no PCP	94
Figura 22: Fluxo de elaboração do planejamento da produção	95
Figura 23: Seqüência considerada ótima pela empresa	99
Figura 24: Fluxo de informações de controle de produção	100
Figura 25: Canais de distribuição da empresa	102
Figura 26: Cadeia de suprimento para a água mineral	106
Figura 27 Fluxograma da água mineral de 20 litros	106
Figura 28: Recorte da cadeia de suprimentos de polietileno	107
Figura 29: Demanda e produção para o nível 1(água mineral 20 litros)	108
Figura 30: Demanda e produção para o nível 2 (água mineral 20 litros)	109

Figura 31: Variação do fluxo da demanda na CS (água mineral 20 litros)	110
Figura 32: Variação do fluxo dos produtos na CS (água mineral 20 litros)	111
Figura 33: Demanda- nível 1 <i>versus</i> produção- nível 2 (água mineral 20 litros)	112
Figura 34: Representação do Efeito do Chicote na CS (água mineral 20 litros)	114
Figura 35: Participação dos refrigerantes por sabor (1999 a 2005)	115
Figura 36: Participação dos sabores no volume total da empresa (2006/2007)	117
Figura 37: Cadeia de suprimento para o refrigerante guaraná de 2 litros	117
Figura 38: Fluxograma do refrigerante guaraná de 2 litros	117
Figura 39: Recorte da cadeia de suprimentos de pré-formas	118
Figura 40: Recorte da cadeia de suprimentos de açúcar	119
Figura 41: Recorte da cadeia de suprimentos de tampas	119
Figura 42: Demanda e vendas para o nível 1 (refrigerante guaraná)	121
Figura 43: Demanda e produção para o nível 2 (pré-formas)	125
Figura 44: Variação do fluxo da demanda na CS (pré-formas)	126
Figura 45: Variação do fluxo dos produtos na CS (pré-formas)	126
Figura 46: Demanda- nível 1 <i>versus</i> produção- nível 2 (pré-formas)	127
Figura 47: Demanda e produção para o nível 2 (açúcar)	130
Figura 48: Variação do fluxo da demanda na CS (açúcar)	131
Figura 49: Variação do fluxo dos produtos na CS (açúcar)	131
Figura 50: Demanda- nível 1 <i>versus</i> produção- nível 2 (açúcar)	132
Figura 51: Demanda e produção para o nível 2 (tampas)	136
Figura 52: Variação do fluxo da demanda na CS (tampa)	137
Figura 53: Variação do fluxo dos produtos na CS (tampas)	137
Figura 54: Demanda- nível 1 <i>versus</i> produção- nível 2 (tampas)	138
Figura 55: Distorção amplificada da demanda	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições de Logística	29
Quadro 2: Exemplos de pesquisas empíricas para mensuração do efeito chicote	65
Quadro 3: Variáveis de investigação e indicadores da pesquisa	71
Quadro 4: Fluxograma da Metodologia Proposta	77
Quadro 5: Classificação dos subsistemas da empresa	90
Quadro 6: Critérios de seqüenciamento	99
Quadro 7: Informações requeridas pelo PCP	100
Quadro 8: Indicadores de desempenho	101
Quadro 9: Procedimentos e políticas da empresa com os demais elos mais próximos da CS	145
Quadro 10: Identificação das causas do EC segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997)	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo da produção de refrigerantes nos anos 2006 e 2007	23
Tabela 2: Diferentes Cálculos para o efeito chicote	68
Tabela 3: Segmentação do canal de distribuição- transferência	102
Tabela 4: Histórico da demanda e venda da água mineral 20 litros	108
Tabela 5: Efeito chicote para a CS (água mineral)	113
Tabela 6: Estratificação dos refrigerantes por tipo de embalagem	116
Tabela 7: Histórico da demanda e venda do refrigerante para o nível 1	121
Tabela 8: Efeito chicote para o nível 1 da CS (água mineral)	123
Tabela 9: Histórico da demanda e venda das pré-formas para o nível 2	124
Tabela 10: Efeito chicote para o nível 2 (pré-formas)	128
Tabela 11: Histórico da demanda e venda do açúcar para o nível 2	129
Tabela 12: Efeito chicote para o nível 2 (açúcar)	133
Tabela 13: Histórico da demanda e venda de tampas para o nível 2	135
Tabela 14: Efeito chicote para o nível 2 (tampas)	139
Tabela 15: <i>Bullwhip effect</i> para as cadeias de suprimentos analisadas	140

LISTA DE SIGLAS

ABIMAN – Associação Brasileira das Indústrias de Água Mineral
ABIR – Associação Brasileira da Indústria de Refrigerantes
ALM - Almojarifado
BMS – *Bristol-Myers Squibb*
CAO – Ordens Assistida por Computador
COPPEAD - Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração
CR – *Continuous Replenishment*
CS – Cadeia de Suprimentos
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
DPS - Inspeção do Departamento do Processo
EC – Efeito Chicote
ECR – *Efficient Consumer Responde*
EDI – Intercâmbio Eletrônico de Dados
EUA – Estados Unidos
EXP – Expedição
FIFO – *First in First out*
FMS - Sistema Flexível de Manufatura
HP – *Hewlett-Packard*
IMAM – Inovação e Melhoramento na Administração Moderna
JIT – *Just-in-Time*
JITD – *Just in Time Distribution*
MP – Matéria-prima
MRP I – *Material Requirements Planning*
MRP II - *Manufacturing Resource Planning*
NACLM – *North American Council of Logistics Management*
P&G - *Procter & Gamble*
PC - Policarbonato
PCP - Planejamento e Controle da Produção
PET – Politetileno de Tereftalato
PIB- Produto Interno Bruto

PMP – Plano Mestre de Produção

SCM – *Supply Chain Management*

SDT – Setor de Distribuição e Transporte

TIC's - Tecnologias de Informação e Comunicação

TQC - Controle da Qualidade Total

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

VMI - *Vendor Managed Inventory*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – ASPECTOS INTRODUTÓRIOS DA PESQUISA

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 OBJETIVOS	25

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LOGÍSTICA	27
2.2 HISTÓRICO DA LOGÍSTICA	29
2.2.1 Primeira fase: Atuação Segmentada	32
2.2.2 Segunda fase: Integração rígida	32
2.2.3 Terceira fase: Integração flexível	33
2.2.4 Quarta fase: Integração Estratégica	34
2.3 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	35
2.3.1 Cadeia de Valor	36
2.3.2 Cadeia de Suprimento	39
2.4 AVALIAÇÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS	45
2.5 EFEITO CHICOTE	50
2.5.1 Causas comportamentais	57
2.5.2 Causas não-comportamentais	45
2.6 CONSEQUÊNCIAS DO EFEITO CHICOTE	61
2.7 MENSURANDO O EFEITO CHICOTE	64
2.8 CONCLUSÕES	69

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE PESQUISA	70
3.2 SELEÇÃO DOS SUJEITOS	71
3.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO	72
3.4 COLETA DE DADOS	72
3.5 FERRAMENTAS DA PESQUISA	73
3.6 TRATAMENTO DOS DADOS	74
3.7 LIMITAÇÕES DO MÉTODO ESCOLHIDO	77
3.8 ETAPAS DO PROCESSO DE PESQUISA	77

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS

4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA PESQUISADA	79
4.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	80
4.3	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS PRODUTIVAS	82
4.3.1	Produção das Embalagens	82
4.3.2	Extração de água mineral	84
4.3.3	Produção de xarope	85
4.3.4	Engarrafamento das bebidas	86
4.4	ATIVIDADES LOGÍSTICAS	90
4.4.1	Logística de Suprimentos	91
4.4.2	Logística de Fabricação	92
4.4.3	Logística de Distribuição	101
4.5	MENSURANDO O EFEITO CHICOTE NA EMPRESA	103
4.5.1	Efeito chicote na CS da água mineral	104
4.5.2	Efeito chicote na CS do refrigerante	115
4.5.2.1	O efeito chicote no nível 1 da CS (refrigerante)	119
4.5.2.2	O efeito chicote no nível 2 da CS (pré-formas)	123
4.5.2.3	O efeito chicote no nível 2 da CS (açúcar)	128
4.5.2.4	O efeito chicote no nível 2 da CS (tampas)	134
4.6	ANÁLISE DOS EFEITOS CHICOTE MENSURADOS	140
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES		
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	156
REFERÊNCIAS		156
APÊNDICE A		164
APÊNDICE B		165
APÊNDICE C		168
ANEXO I		170

CAPÍTULO 1: Aspectos introdutórios da pesquisa

Para uma melhor compreensão sobre o tema abordado, apresenta-se neste capítulo introdutório uma rápida conceituação de logística, demonstrando sua evolução, a importância do processo de previsão de demanda e sua influência no gerenciamento das cadeias de suprimento sob os princípios do *Supply Chain Management*.

O capítulo apresentará o problema pesquisado, considerando os motivos de ordem prática e teórica que justificam sua realização, além de apresentar os objetivos a serem alcançados ao longo da investigação.

1.1 Formulação do problema

A acirrada concorrência empresarial somada às crescentes exigências dos clientes faz com que as organizações busquem novas estratégias com o intuito de se tornarem cada vez mais eficientes e competitivas. Esta busca visa o crescimento da competência empresarial e a conquista de maiores fatias de mercado com base na redução dos custos operacionais e no aumento da qualidade dos produtos e dos serviços ofertados.

Diante desta necessidade, foram desenvolvidas novas filosofias de gestão e diversas ferramentas de manufatura que objetivaram o aumento da produtividade industrial e do volume de produção, tais como as filosofias e as práticas de produção japonesas (*Just in time*, TCQ, *Kanban*), o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRPI e MRP II), o Sistema Flexível de Manufatura (FMS) entre tantos outros. Entretanto, fazia-se necessário construir um sistema que escoasse esta produção, no volume e na velocidade exigida pelo mercado, ao menor custo possível. Diante deste imperativo, fortaleceram-se as atividades logísticas que passaram a despertar notável interesse entre os membros do mundo acadêmico.

No princípio, na II Guerra Mundial, a logística estava relacionada à movimentação e à coordenação de tropas, armamentos e munições para os locais de guerra. Quando adotada pelo mundo dos negócios, referiu-se à movimentação e à coordenação de materiais componentes e produtos finais. (Slack *et al*, 1999). No entanto, este conceito evoluiu e nos dias atuais a logística inclui a distribuição física de bens no lado do suprimento e da demanda,

normalmente além dos clientes imediatos, através dos canais de distribuição até os consumidores finais, com o propósito de satisfazê-los.

Silva (2006) afirma que, embora a logística tenha estado presente em toda a atividade produtiva ao longo da história, sua importância ganhou maior destaque quando do processo de globalização na década de 1980, nos países desenvolvidos, e a partir da década de 1990 nos países em desenvolvimento, com a desregulamentação das economias nacionais como aconteceu no Brasil.

Dessa forma, a logística adquiriu uma nova dimensão e deixou de apresentar apenas um enfoque operacional assumindo um caráter estratégico. Nesta dimensão, desenvolveu-se o conceito de Gerenciamento Logístico na visão da Gestão da Cadeia de Suprimento (*Supply Chain Management - SCM*), onde a administração da cadeia de suprimento é vista como uma estratégia empresarial para obtenção de vantagem competitiva através da integração de diversas áreas de uma empresa ou empresas de uma mesma cadeia, a fim de proporcionar agilidade no fluxo de materiais e informações. (FERREIRA *et al*, 2005).

Neste contexto, Ballou (2001) define cadeia de suprimentos como uma rede de negócios inter-relacionados que obtém a matéria-prima, converte-a em bens intermediários e de consumo final, e por fim, entrega os bens produzidos aos clientes. Christopher (1999), de maneira análoga, afirma que, uma cadeia de suprimentos é definida como um sistema constituído de uma ou várias empresas, proprietárias ou não, que nas várias etapas de um processo produtivo agrega valores e serviços, de forma gradual, adicionando valor aos olhos do cliente final, com objetivo de atendê-lo plenamente.

No processo de integração, conforme advoga a SCM, um elemento crucial e que se apresenta como uma etapa crítica para todos os membros de uma cadeia de suprimentos devido à complexidade, importância e incertezas intrínsecas a suas atividades é o processo de previsão da demanda. (ALVIN, 2005)

Moreira (1996) conceitua a previsão de demanda como um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras devendo fornecer também, quando possível, informações sobre a qualidade a ser exigida no futuro. Ressaltando a importância das previsões nos sistemas produtivos, Arnold (1999) afirma que, a maioria das empresas não pode esperar que os pedidos sejam realmente recebidos antes de começarem a planejar o que

produzir, de tal forma que, estas empresas utilizam as informações das previsões no planejamento do que, quanto e quando produzir.

De tal forma, as previsões de demanda desempenham um importante papel em diversas áreas da gestão das organizações; por exemplo: na área financeira (no planejamento da necessidade de recursos); na área de recursos humanos (no planejamento de modificações no nível da força de trabalho); e, na área de vendas (no agendamento de promoções). Tais previsões são também essenciais na operacionalização de diversos aspectos da gestão da produção, como no gerenciamento de estoques e no desenvolvimento de planos agregados de produção.

O gerenciamento integrado da demanda, sua acurada previsibilidade e sinalização são fatores essenciais para o planejamento colaborativo das empresas que compõem a cadeia de suprimentos, pois, induzem a uma maior precisão dos dados trocados entre os elos, reduzindo as incertezas no planejamento da produção e na gestão da capacidade produtiva, diminuindo os estoques e os custos relacionados a estes. (DIAZ e PIRES, 2003).

Todavia, a previsibilidade da demanda em termos de acurácia e determinação têm uma dificuldade adicional que são os erros decorrentes da propagação amplificada da demanda a montante da cadeia de suprimento que pode ser definida como amplificação da demanda ou efeito chicote (*EC*) (LEE, PADMANABHAN e WHANG, 1997; METTERS, 1997; CHEN *et al* 2000; FRANSOO & WOUTERS 2000; DEJONCKHEERE *et al*, 2003).

A amplificação da demanda (*bullwhip effect* ou *whip lash effect*) é o fenômeno onde as ordens do fornecedor, elemento a montante da cadeia, tendem a ter uma maior variação do que as vendas do varejista, elemento a jusante da cadeia. (CHEN *et al*, 1997). Segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997), o efeito chicote ou *bullwhip effect* é um fenômeno que ocorre na cadeia de suprimentos em decorrência de uma distorção sistemática que é amplificada ao longo do canal sob a forma de pedidos, causada dentre outros motivos, pela distorção de informação sobre a sinalização da demanda.

Diante da constatação da ocorrência deste fenômeno, suas conseqüências negativas em relação aos custos, principalmente os de inventário e de ociosidade ao longo de toda a cadeia de suprimento, somada à importância da medição da demanda através dos métodos de previsão para os processos de tomada de decisão e de planejamento dos sistemas produtivos,

tem-se uma grave problemática: os efeitos dos erros de previsibilidade e sinalização da demanda que se propagam ao longo da cadeia de suprimento.

Neste contexto, está inserida a empresa a ser pesquisada. Uma vez que, conforme citado a previsão de demanda é a base para formulação do Planejamento Mestre de Produção (PMP), do planejamento dos recursos financeiros, do dimensionamento da capacidade produtiva instalada e do planejamento da necessidade de matéria-prima. De tal forma que, qualquer falha na previsibilidade da demanda pode incorrer em elevação do nível dos inventários, dimensionamento incorreto da capacidade instalada e elevação dos custos operacionais ao longo de toda cadeia produtiva. Além disto, 78% da produção da unidade fluem através de canais de distribuição compostos a jusante por três níveis de empresas (centro de transferência, centro de distribuição, lojas varejistas). Assim, caso não haja um fluxo integrado de informações a despeito da demanda real a ser atendida existe grande possibilidade de haver a ocorrência do efeito chicote e suas indesejáveis implicações.

Frente a este cenário, procurou-se através desta pesquisa avaliar o efeito da propagação das distorções na sinalização da demanda na cadeia de suprimento para uma empresa da indústria de bebidas. Uma vez que, é reconhecida a importância do processo de previsão de demanda, sua acurácia e os efeitos da variabilidade desta para o planejamento, dimensionamento e funcionalidade dos sistemas produtivos. Isto porque, o efeito de propagação amplificada dos erros advindos do processo de previsão da demanda, fenômeno conhecido como efeito chicote, favorece o aumento do nível de inventário ao longo da cadeia de valor, promovendo um incorreto dimensionamento da capacidade produtiva e dos níveis de produção, elevando os custos operacionais e reduzindo os lucros de todos os elementos da cadeia de suprimento. Assim, elabora-se a seguinte questão-problema:

"Qual o efeito da propagação amplificada das distorções da demanda na cadeia de suprimento para uma empresa da indústria de bebidas?"

1.2 Justificativa

Frente às maiores exigências gerenciais impostas pelo mercado globalizado, em termos de redução dos custos operacionais, flexibilidade e qualidade dos produtos e serviços

prestados ao cliente, as atividades logísticas vêm ganhando destaque como suporte à obtenção de vantagem competitiva.

As empresas têm buscado desenvolver competência logística através da gestão dos fluxos de materiais e informações, como forma de agregar valor e manter a competitividade em longo prazo. Este fato é ratificado por uma pesquisa realizada pelo Instituto de Inovação e Melhoramento da Administração Moderna – IMAM - (1997 *apud* Carlini 2002), onde se concluiu que [...] a conscientização no mundo empresarial está crescendo cada vez mais em relação ao impacto que o gerenciamento logístico tem na lucratividade empresarial e na obtenção de vantagem competitiva.

De maneira análoga, no mundo acadêmico o impacto da logística na lucratividade das organizações empresariais e como suporte à obtenção de diferencial competitivo também é reconhecido por diversos pesquisadores. Nessa perspectiva, Christopher (1997), afirma que, [...] a lucratividade de uma empresa pode ser maximizada através do gerenciamento logístico da aquisição, movimentação e distribuição dos fluxos de materiais e de informações correlatas. Para este autor, o gerenciamento logístico pode proporcionar uma posição de superioridade duradoura sobre os concorrentes, em termos de preferência do cliente. A fonte de vantagem competitiva é encontrada, primeiramente, na capacidade da organização em diferenciar-se de seus concorrentes aos olhos do cliente, e em segundo lugar, pela sua capacidade de operar a baixo custo e, portanto, com maior lucro.

Comungando da mesma opinião, Taylor (2005) acredita que, a aplicação dos princípios do SCM favorece os lucros das empresas, uma vez que, esta promove a redução dos estoques e do *lead time* ao longo da cadeia de suprimento. Entretanto, além do impacto na lucratividade das organizações, este autor afirma que a capacitação logística do fluxo de materiais e de informações pode ainda ser melhor para as empresas no que tange ao posicionamento estratégico oferecendo uma considerável vantagem competitiva.

Sob este ponto de vista Taylor (2005) relata:

[...] a gestão da cadeia de suprimento (SCM) é considerada “a última mina de ouro inexplorada nos negócios”, uma vez que, apenas ter uma produção eficiente e fabricação de qualidade, ainda que não seja realidade para todas as empresas, não são mais qualificações básicas para manter vantagem competitiva no cenário existente. Este é o momento em que o gerenciamento da cadeia de suprimento é que

vai definir quem vai ganhar ou perder espaço do mercado atual a partir da vantagem competitiva adquirida.

Fleury (1999) afirma que, a logística tem sido uma das maneiras mais frequentemente utilizadas para vencer os desafios impostos pelo nível de competitividade, isto, devido a sua capacidade de evolução para responder as constantes mudanças que as organizações estão enfrentando. O modo como a logística vem sendo aplicada e desenvolvida no meio empresarial e acadêmico, denota a evolução do seu conceito, a ampliação das atividades sob sua responsabilidade, e mais recentemente, o entendimento de sua importância estratégica.

Ching (1999) aponta em sua obra, entre outros benefícios obtidos com a gestão da cadeia de suprimento, o foco comum na qualidade; baixos níveis de estoques; menor burocracia; melhor controle do processo; congruência de objetivos e redução dos custos logísticos. Nesse contexto, Kuehne Junior (2004) aponta que uma forte razão para a disseminação do SCM, além dos inumeráveis benefícios, é a crescente consciência da ineficiência das cadeias de valores. Justificando tal afirmativa, este autor afirma que se o movimento da qualidade indicou as perdas relacionadas a retrabalhos e refugos no processo produtivo, a gestão logística mostra que essa deficiência é maior quando o foco é extrapolado para as cadeias de suprimentos.

A adoção do conceito do SCM mostra-se, assim, como uma fonte potencial de obtenção de vantagem competitiva para as empresa que o está adotando e mostra-se um caminho a ser seguido pelas demais. Nesta expectativa, Tubino (1994) acredita que no Brasil apesar das práticas logísticas estarem sendo empregadas de forma ainda embrionária, exceto nas empresas automobilísticas e nos supermercados, muitos esforços têm contribuído para mudança deste panorama, o que permite uma visão otimista para aplicação da logística e do aproveitamento se seus benefícios para que o país incremente sua capacidade competitiva.

Entretanto, apesar dos claros benefícios apresentados advindos da aplicação do gerenciamento logístico nas cadeias de suprimento, observa-se que, os elementos e as estruturas básicas destas, apesar de aparentemente mostrarem dinâmicas simples, no mundo real, são notoriamente mais complexas. Isto devido a duas variáveis imediatas: a complexidade e a variabilidade.

A complexidade no gerenciamento das cadeias decorre da própria mecânica de relacionamento entre os fluxos, a existência de cronogramas de produção diferenciados, a

inumerável quantidade de documentos resultantes da emissão de pedidos e a falta de planejamento na estruturação das cadeias. De tal forma, observa-se que a complexidade na estrutura e na gestão das cadeias é intrínseca à própria composição destas. O segundo, e talvez o mais importante desafio enfrentado na gestão dos fluxos da cadeia de suprimento é a variabilidade.

Apesar de Taylor (2005) afirmar que, independente de haver um eficiente gerenciamento das cadeias de suprimento, estas apresentam uma variabilidade natural em termos de duração, qualidade e outros atributos. Assim, uma porção considerável do gerenciamento da cadeia é dedicada na tentativa de lidar com essa variabilidade. Isto porque, as redes logísticas são especificamente vulneráveis aos efeitos da variabilidade, pois envolvem seqüências longas interdependentes. De maneira tal que, um atraso relativamente pequeno em um processo a montante, pode desestruturar a cadeia inteira, condenando cronogramas de produção, serviços de entregas e o atendimento das necessidades dos consumidores.

Esta desestruturação ao longo da cadeia de suprimento deve-se em grande parte aos eventos dependentes entre os elos da cadeia e as flutuações estatísticas nos *lead times* de produção e transporte. Estes dois eventos foram inicialmente citados e evidenciados pela Teoria da Restrição, desenvolvida e defendida pelo físico israelense Eliyahu Goldrat.

Segundo Goldrat e Cox (1993) estes dois fenômenos combinados, eventos dependentes e flutuações estatísticas promovem uma diminuição da capacidade produtiva da corrente devido à acumulação das flutuações estatísticas. Ainda segundo estes autores, quanto maior o número de elos na composição da corrente, maior será a acumulação das flutuações e conseqüentemente, maiores serão as perdas de capacidade na cadeia. Assim, quanto maior o nível de empresas na cadeia de suprimentos e maior a variabilidade no *lead time* dos fluxos, maior a ineficiência em termos de capacidade produtiva e pior o desempenho financeiro.

Inseridas no contexto da variabilidade e da complexidade das cadeias de suprimento, denota-se o processo de previsibilidade e sinalização da demanda. Este se apresenta como um elemento fundamental em todas as etapas de planejamento dos sistemas produtivos e que, portanto, precisa ser administrado eficientemente dentro do processo de gestão das cadeias de suprimentos.

A previsão da demanda, segundo Slack *et al* (1999), é a variável mais importante, em especial para as atividades do PCP – Planejamento e Controle da Produção, sendo utilizada em dois momentos distintos: no planejamento da capacidade e na elaboração do Plano Mestre de Produção – PMP. A variável demanda é empregada para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema produtivo, determinando a capacidade instalada, o volume de produção, o nível de inventário no processo produtivo e ao longo de toda cadeia de suprimento. Entretanto, apesar dos recursos computacionais e da sofisticação matemática dos métodos de previsão, a determinação da demanda não é uma ciência exata, envolvendo uma análise subjetiva e qualitativa que necessita de experiência e julgamento pessoal do planejador. Devido a isto, erros e distorções são elementos inerentes a toda previsão. Realidade esta, ratificada por Alvim (2005), que trata as previsões como sendo indicações ou aproximações que incluem estimativas de erros por terem uma probabilidade de sucesso associada sendo, portanto, de origem estocástica.

Todavia, somada às estimativas de erros intrínsecas ao processo de previsibilidade da demanda, tem-se uma dificuldade adicional que pode ser definida como amplificação da demanda ou efeito chicote (LEE *et al.*, 1997; METTERS, 1997 e CHEN *et al* 2000)

A identificação dos erros na previsibilidade da demanda e do fenômeno de amplificação da demanda foi evidenciada por diversas pesquisas desenvolvidas, as quais procuravam demonstrar a magnitude dos efeitos da propagação das distorções da sinalização da demanda ao longo da cadeia de suprimento, suas causas e principalmente suas conseqüências no planejamento da produção, nos custos operacionais e seu impacto na rentabilidade das empresas, assim como, em toda a cadeia de valor. Exemplos de algumas destas pesquisas foram às desenvolvidas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Metters (1997), Fransoo & Wouters (2000), Chen *et al* (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Alvin (2005) Vieira, G e Portes (2006) e Fioriulli e Fogliatto (2007).

Alvim (2005), Vieira, G. e Portes (2006) citam como conseqüência negativa da amplificação da demanda um deficiente serviço ao consumidor devido à falta do produto em alguma parte da cadeia de abastecimento, excesso de inventário gerado pela necessidade de proteção contra as variações e incertezas, subutilização da capacidade produtiva, erros de programação da produção e principalmente altos custos logísticos.

A inexatidão na sinalização da demanda influencia significativamente o desempenho da cadeia de suprimento em termos de aumento de custos de estoques, não atendimento dos pedidos em carteira ou perda de vendas e baixa produtividade da planta fabril. Os efeitos advindos da má indicação da demanda podem também causar o mau dimensionamento e subutilização da capacidade produtiva. (ZHAO, XIE e LEUNG, 1999).

Vieira, Barbosa e Conceição (2003), em estudo realizado na cadeia de suprimento da indústria farmacêutica e de cosméticos observaram que, devido ao efeito chicote, a capacidade produtiva instalada do fornecedor, a montante da cadeia, era aproximadamente três vezes maior que a do último elo da cadeia, sendo portanto, superestimada quando comparada à capacidade necessária para atendimento da demanda real. Devido a isto, os estoques ao longo da cadeia eram bastantes elevados e conseqüentemente os custos de inventário e de capital também.

Numa tentativa de monetarizar os danos decorrentes da propagação de erros na indicação da demanda Lee, Padmanabhan e Whang (1997) estimaram que, o fenômeno da amplificação da demanda pode resultar em um aumento de custo que varia na faixa de 12,5% a 25% ao longo da cadeia de suprimentos.

Nesta mesma tentativa, Metters (1997) demonstrou que ao se eliminar a variabilidade da demanda, que é uma das causas apontadas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) para a ocorrência do efeito chicote, pode-se aumentar a lucratividade numa margem de 10-20%. Caso a eliminação ocorra apenas nas causas relativas aos erros de previsão de demanda, o incremento na lucratividade pode variar em uma escala de 5-10%. Todavia se todas as causas, variabilidade da demanda e erros de previsão de demanda forem eliminados o lucro ao longo da cadeia pode ser aumentado entre 15 a 30%. (METTERS, 1997).

Estas diversas pesquisas demonstraram o quão é importante estudar os aspectos relacionados aos efeitos do chicoteamento e proporcionar às empresas uma visão mais geral da cadeia de suprimentos a qual pertencem, melhorando conseqüentemente, os efeitos em termos e custos e potencial lucrativo. Isto porque, torna-se claro as desvantagens que a amplificação, as variabilidades e a incorreta sinalização da demanda promovem na competitividade das empresas em termos de custos de capital, custo de oportunidade, não atendimento dos clientes e perda de rentabilidade.

Uma das conseqüências decorrentes do efeito chicote na cadeia de suprimento é o aumento progressivo do nível de inventário ao longo da cadeia. Posto que, devido à incerteza e à variabilidade da demanda, as empresas, como medida de segurança, adotam estoques de segurança como pulmões protetores dos seus processos produtivos. Estes estoques de segurança, por sua vez, elevam o nível de inventário nas empresas e conseqüentemente alteram os custos logísticos ao longo de toda cadeia de valor. Devido a isto, os custos, em termos de estoques, armazenagem e transportes elevam-se acima do necessário e fazem com que as cadeias se tornem menos competitivas em termos de custos.

Reconhecendo os altos custos logísticos, Lima (2006), pelo instituto COPPEAD – UFRJ estimou que, estes em 2004 no Brasil alcançaram o montante de R\$ 222 bilhões de reais, representando 12,75% do PIB nacional. Deste percentual 7,7% corresponde aos custos de transportes, 3,9% aos custos de estoques, 0,7% aos custos de armazenagem e 0,5% aos custos administrativos. Comparativamente aos Estados Unidos, o percentual dos custos logísticos correspondente ao PIB deste país, chega a 8,19%. Entre os custos das atividades, o de estoque é relativamente o que apresenta a maior diferença na comparação, 3,9% no Brasil contra 2,1% nos EUA. A outra parte da diferença é relativa ao custo de transporte, 5,0% e 7,7%, respectivamente. Esta comparação é apresentada na Figura 1. Através desta, observa-se que os custos logísticos no Brasil apresentam valores elevados se comparado com outros países mais competitivos industrialmente.

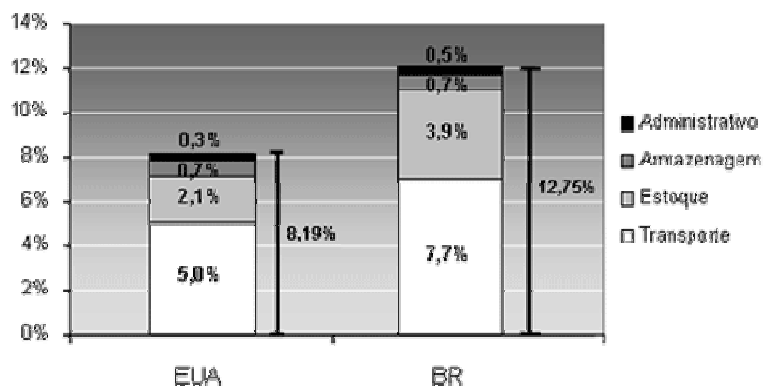


Figura 1: Custos logísticos Brasil x EUA relativo ao PIB (2004)

Fonte: Lima (2006)

É importante ainda ressaltar que, um montante relevante dos custos logísticos cabe aos custos de estoques e de armazenagem. Aproximadamente 4,0% do PIB do País corresponde aos custos diretamente ligados aos fluxos de materiais nas cadeias produtivas. Este alto valor

deve-se, entre outros fatores, à acumulação acentuada de estoques nos diversos elos da cadeia de suprimento, devido à instabilidade da demanda e aos longos *lead times*. Esses fatores são causas e efeitos da propagação das distorções amplificadas da demanda, o efeito chicote ao longo das cadeias produtivas que ao amplificar a demanda esperada a montante da cadeia de valor, implica em previsão de estoques maiores do que o necessário e conseqüentemente maiores custos logísticos.

Imersa neste cenário, a indústria de bebidas apresenta-se no cenário nacional com um expressivo potencial de crescimento, devido principalmente ao clima propício do País que é um estimulador à ingestão de líquidos. Além do crescente potencial de consumo, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes – ABIR (2007), o Brasil se apresenta como o terceiro maior produtor mundial de refrigerantes, atrás apenas dos Estados Unidos e do México. Enquanto a produção brasileira de refrigerantes foi de 12 bilhões de litros em 2002, a dos Estados Unidos foi 57 bilhões de litros e do México 12,7 bilhões. Ainda segundo a ABIR (2007), entre os anos de 1992 e 2002 a produção brasileira de refrigerantes aumentou 133%, apresentando, uma desaceleração neste aumento nos últimos anos, posto que, entre os anos de 1998 e 2002 o crescimento médio foi de apenas 8,5%. Esta redução tem-se mantido ao longo dos anos, conforme demonstra a Tabela 1, na qual se observa que o crescimento médio na produção referente aos anos de 2006 e 2007 foi de apenas 4,99%.

Mês	2006	2007	%
Janeiro	1.329.849	1.346.254	1,23
Fevereiro	1.190.240	1.195.090	0,41
Março	1.133.422	1.210.514	6,80
Abril	1.070.279	1.184.165	10,64
Mai	1.009.303	1.118.070	10,78
Junho	956.546	1.011.815	5,78
Julho	977.650	1.031.592	5,52
Agosto	985.372	1.007.967	2,29
Setembro	1.001.535	1.056.570	5,50
Outubro	1.047.356	1.124.833	7,40
Novembro	1.078.488	1.136.211	5,35
Dezembro	1.232.062	1.238.214	0,50
TOTAL	13.012.102	13.661.293	4,99

Tabela 1: Comparativo da produção de refrigerantes nos anos 2006 e 2007

Fonte: ABIR (2008)

De acordo com Quintella e Bogado (2007) em pesquisa desenvolvida em 2003 pela Universidade Federal Fluminense – UFF, o ramo de bebidas não-alcoólicas é responsável pela geração de 60 mil empregos diretos e 520 mil indiretos e pela produção e consumo de 12 bilhões de litros de refrigerantes no ano de 2002, sendo, a bebida não-alcoólica mais consumida de norte a sul do Brasil neste ano. Este mesmo relatório aponta que, apesar das condições climáticas privilegiada do País como indutora ao consumo de bebidas e ao crescente registro de produção e consumo vivenciado, este ramo industrial necessita melhorar suas políticas de gestão no intuito de garantir e aumentar sua participação no mercado mundial.

Afora isto, tem-se que o processo produtivo de envase de bebidas é notadamente um processo contínuo, de modo que, a atividade de programação da produção não apresenta dificuldade adicional se comparada à atividade de programação de um processo do tipo intermitente. Deste modo, a dificuldade na operacionalização neste tipo de empresa está centrada mais fortemente nas atividades relativas à logística de distribuição, ou seja, distribuição e transporte dos produtos acabados. Em sendo assim, possuir um eficiente gerenciamento logístico em empresas produtoras de bebidas pode significar vantagem competitiva em termos de custos e qualidade.

Assim, praticar estratégias de redução de custos com a implementação de ferramentas de gestão logística, utilização de tecnologia da informação para agilizar o fluxo de informações, ações promocionais, melhores serviços de distribuição e políticas efetivas de *marketing* são apenas algumas das recomendações sugeridas por Quintella e Bogado (2007), no intuito de melhorar o desempenho logístico das empresas do ramo de bebidas. De tal forma, é de fundamental importância que práticas logísticas de gerenciamento da cadeia de suprimento sejam implantadas nas empresas deste setor industrial, posto sua perspectiva de crescimento e sua importância na economia nacional na geração de emprego e renda.

Assim, pelos argumentos expostos, pode-se concluir que a mensuração do efeito amplificador que a demanda sofre e seus efeitos negativos, frente ao atual panorama de alta competitividade, somado ao alto nível de exigência dos consumidores faz com que haja interesse crescente a respeito deste fenômeno, causas, conseqüências e possíveis soluções. Este interesse é também percebido na indústria de bebidas, notadamente no segmento de

bebidas não-alcoólicas que almeja e necessita desenvolver políticas de gestão de produção com vistas ao aumento da competitividade do setor e ampliação do mercado.

Diante deste cenário, avaliar os efeitos da propagação das distorções amplificadas na sinalização da demanda em uma cadeia de suprimento da indústria de bebidas é passível de análise e pesquisa. Uma vez que, poderá servir como ferramenta de análise para as empresas em geral que desejem identificar e quantificar os erros advindos da má previsibilidade da demanda, assim como, seus efeitos ao longo da cadeia a que pertencem. De maneira que, seja possível implementar melhorias e soluções, objetivando a competência e a eficiência das cadeias logísticas com vistas a um maior poder de competição.

Além disto, em mercados cada vez mais competitivos o número de empresas que buscam aplicar o SCM em suas cadeias tende a crescer, pois existe uma predisposição em incorporar valor agregado ao produto. De tal modo, acredita-se que as organizações procurem gradativamente a gestão logística como suporte à obtenção de um diferencial estratégico, onde fornecedores e clientes direcionam suas metas e estratégias em um sistema integrado em satisfazer às necessidades dos serviços a um custo mínimo.

Assim, é relevante a realização de pesquisas e estudos nesta área, uma vez que, acredita-se que uma pesquisa científica pode estabelecer um referencial para ser seguido por empresas que desejem utilizar o gerenciamento logístico como arma de competitividade. Da mesma forma que, contribui com a bibliografia sobre o assunto que poderá servir como subsidio para estudos futuros.

1.3 Objetivos

- **OBJETIVO GERAL**

Verificar os efeitos da propagação amplificada das distorções na sinalização da demanda na cadeia de suprimento de uma empresa do ramo de bebidas não-alcoólicas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Investigar o conhecimento disponível sobre logística, particularmente à cadeia de suprimento, ao *Supply Chain Management* e ao efeito chicote.

2. Identificar a existência de variabilidade entre a demanda sinalizada e a realizável para um produto e uma matéria-prima nos elos imediatos a montante e a jusante da empresa e suas possíveis causas e efeitos.
3. Calcular o efeito chicote da cadeia pesquisada utilizando a metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000).
4. Discutir o cenário encontrado, suas possíveis causas e melhorias à luz do arcabouço teórico.

CAPÍTULO 2: Fundamentação teórica

Para que se possa dar uma noção conceitual sobre logística, gestão da cadeia de suprimento e efeito chicote é necessário primeiramente, compreender os termos relacionados a estes temas. Assim, este capítulo apresentará uma explanação sobre a evolução das práticas logísticas até a mais atual conceituação do *Supply Chain Management*. Será referenciado também nesse capítulo o efeito da propagação amplificada das distorções da previsão de demanda, fenômeno conhecido como efeito chicote, ressaltando também a métrica de mensuração deste efeito utilizada na pesquisa.

2.1 Logística

Atualmente, a concorrência mercadológica, derivada do processo de globalização da economia, vem impulsionando as organizações a desenvolverem e buscarem novas formas de gerenciamento de seus recursos no intuito de se tornarem cada vez mais competitivas. A maior aptidão competitiva tem sido possibilitada, entre outras formas, pelo aumento da eficiência dos sistemas produtivos através da minimização dos custos operacionais, mas que atendam com eficácia e qualidade as necessidades dos seus clientes. Diante da importância da gestão produtiva como meio de incrementar a produtividade das empresas e promover a melhoria de sua capacidade competitiva num mercado marcadamente competitivo, ressalta-se a influência e relevância das atividades logísticas e do gerenciamento logístico para o atingimento destas metas.

Porém, o que se pode perceber no mercado é que existe ainda muita confusão sobre as atividades logísticas, bem como, de como as mesmas são definidas e delimitadas nas organizações. Dessa forma, devem-se eliminar os modismos acerca das práticas logísticas, procurando desmistificá-las para que se possa compreender o verdadeiro conceito de logística e perceber as vantagens associadas a sua correta aplicação e gerenciamento.

Segundo Dias, B. (1996) pode-se definir logística como a junção de quatro atividades básicas, sejam elas, aquisição, movimentação, armazenagem e entrega dos produtos. Em contraponto com esta visão, Slack *et al* (1999), trata as atividades logísticas como sendo sinônimas às atividades desenvolvidas pela gestão da distribuição física, não havendo a

preocupação com as atividades de manufatura, considerando esta como sendo uma “caixa preta”.

Opondo-se à opinião de Slack *et al* (1999), o autor Novaes (2001), estabelece uma classificação da logística em quatro categorias: logística de suprimento, logística de fabricação, logística de distribuição e *marketing*. Segundo este autor, a logística de suprimento trata essencialmente das decisões relacionadas à compra, transporte, recebimento, inspeção e armazenamento de matérias-primas de forma a atender as necessidades de produção. As atividades desenvolvidas pela logística de fabricação são aquelas desenvolvidas pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção), no que se refere ao planejamento da produção, emissão das ordens de produção, seqüenciamento, gestão dos estoques e acompanhamento da produção. Enquanto que, caberia à logística de distribuição o desempenho de atividades relativas à distribuição física dos produtos acabados até que estes sejam entregues ao cliente final, através dos canais de distribuição. Por fim, a função *marketing* estaria delimitada àquelas referentes às políticas utilizadas em termos de preço, propaganda, praça e promoção no intuito de satisfazer as necessidades do consumidor final.

Esta categorização pode ser visualizada na Figura 2, na qual estão evidenciadas as limitações entre as tipologias e as funções logísticas dentro da cadeia de suprimentos.

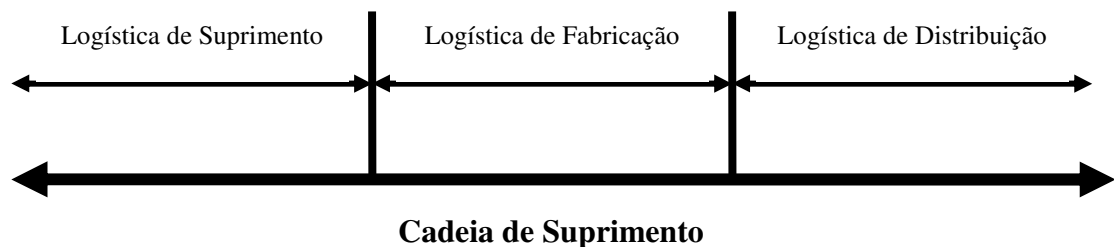


Figura 2: Categorização das atividades logísticas
Fonte: Adaptado de MORAES (2001)

Diante do exposto, observa-se que, existe uma discordância conceitual sobre a logística e a definição de suas reais atividades também no mundo acadêmico. Na tentativa de compreender a função logística segue-se com uma descrição sobre esta desde seus primórdios e apresenta-se resumidamente no Quadro 1 algumas definições sobre logística.

Observa-se neste que, o conceito mais utilizado é a definição dada pelo NACLM - *North American Council of Logistics Management* (2005 *apud* Ferreira *et al* 2005). Segundo

esta, a logística é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e o armazenamento, eficiente e eficaz em termos de custo, de matérias primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correlatas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de se adequar às exigências dos clientes. Esta será a definição adotada nesta pesquisa, aceitando-se ainda a categorização criada por Moraes (2001), quanto às fronteiras entre logísticas de suprimento, fabricação e logísticas de distribuição.

Autor	Definição
<i>American Marketing Association</i> (1948) <i>apud</i> Colin e Porras (1996)	“Logística é a movimentação e manutenção de mercadorias do ponto de produção ao ponto de consumo ou de utilização”
Bowersox (1989)	“Segundo os gregos, a logística é a ciência do raciocínio correto que utiliza meios matemáticos.”
Plowman (1964)	“Atingir a coordenação ótima do fluxo de entrada de material, estoque de matéria-prima, desempenhando atividades no processo de embalagem, armazenamento e fluxo de saída dos produtos.”
Dangozo (1991) <i>apud</i> Silva (2006)	“Logística é a ciência que estuda como levar itens da produção ao consumo com o menor custo”.
Lambert e Stock (1993) e Ballou (1993)	“Logística é o processo de planejar, implementar e controlar com eficiência e custos mínimos, o fluxo e a estocagem de matérias –primas, materiais em processo, materiais acabados e informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo com o objetivo de se adequar aos objetivos do cliente. (<i>Council of Logistics Management</i>)
Gattorna (1994) e Bowersox e Closs (1996)	“Logística é definida como o processo de gerir estrategicamente a aquisição, movimentação e estocagem de materiais, partes e produtos acabados com os correspondentes fluxos de informação através da organização e seus canais de <i>marketing</i> , para satisfazer as ordens da forma mais efetiva em custos.”
Moeller (1994) <i>apud</i> Freires (2000)	“Assegurar a disponibilidade do produto certo, na quantidade certa, em condições adequadas, no local certo, no momento certo, para o cliente certo e no preço correto.”
Alvarenga e Novaes (1997)	Divisão da logística em logística de suprimento, logística de fabricação, logística de distribuição e <i>marketing</i> .
Christopher (1997)	“Processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem materiais, peças e produtos acabados através da organização, de modo a poder maximizar a lucratividade presente e futura através do atendimento dos pedidos e baixo custo.”

Quadro 1: Definições de Logística

2.2 Histórico da Logística

Kuehne Junior (2004) cita que, existem diversas atribuições à original palavra logística. Uma delas seria a palavra “*loger*” derivada do francês significando alojar,

acomodar. Outra acepção inicial da palavra logística derivaria da palavra grega “*logos*”, que significa razão, ou seja, “a arte de calcular”. O mesmo autor cita que no dicionário Aurélio, o termo logística é derivado da palavra francesa “*logistique*”, sendo definida como parte da guerra que trata do planejamento e da realização de atividades ligadas ao projeto, desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e distribuição de materiais. Nesta polêmica, Silva (2006) acrescenta que, inicialmente a palavra logística, em sua acepção original é proveniente de Platão, referindo-se à aritmética aplicada, a qual pretendia representar uma contraposição à chamada aritmética teórica.

De maneira generalizada, todos os autores da área convergem para o mundo bélico quando cita as origens da aplicação das atividades logísticas. Segundo Dias, B. (2005), a logística originou-se no século XVIII, no reinado de Luiz XIV, onde existia um posto de Marechal denominado General de Lógis, responsável pelo suprimento e pelo transporte do material bélico nas batalhas. Este autor afirma ainda que, o primeiro general a utilizar esse termo, foi o General Von Claussen de Frederico da Prússia. No século XIX, o significado da palavra logística já estava solidificado, estando relacionada à arte da guerra.

Segundo Novaes (2001), para seguir uma determinada estratégia militar, os generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento de munição, alimentos, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha na hora certa com o mínimo de risco. Posteriormente, a logística foi desenvolvida pela Inteligência Americana – CIA, juntamente com os professores de *Harvard*, para a Segunda Guerra Mundial. Logo depois, em meados da década de 1950, a logística, surge como matéria na Universidade de *Harvard*, como disciplinas para os cursos de Engenharia e Administração de Empresas. (Dias, B., 2005)

Nascimento (2001 *apud* Dias, B. 2005) cita que a educação formal em logística nasceu da necessidade de administrar as diferenças espaciais entre produção e consumo. De acordo com o relato deste economista, em 1901 foi publicado o primeiro texto sobre custos de distribuição de produtos agrícolas, pois, nos EUA, as áreas de produção se distanciaram dos grandes mercados de consumo. O autor expõe, ainda, que, no decênio de 1960, a *Michigan State University*, desenvolveu e iniciou os primeiros cursos formais para treinamento prático e acadêmico a despeito das atividades logísticas. A partir daí, houve uma união entre acadêmicos e militares para utilizarem os conceitos da logística nas atividades do cotidiano.

Posteriormente, diante da abertura econômica dos países, da alta competitividade empresarial e da mudança dos perfis dos consumidores cada vez mais exigentes, as práticas logísticas anteriormente empregadas nas guerras passaram a ser intensamente adotadas pelo mundo dos negócios, referindo-se à movimentação e à coordenação dos produtos finais. Isto porque, também no ambiente fabril era necessário que as empresas transportassem seus produtos da fábrica para os centros de distribuição ou para seus clientes, assim como também, precisavam providenciar e armazenar matéria-prima em quantidades suficientes para garantir os níveis de fabricação planejados.

Neste período, estas operações de transporte eram consideradas atividades *staffs*, ou seja, atividades de apoio à atividade fim. Os executivos entendiam que, tais operações não agregavam valor ao produto. Neste momento, dentro das organizações, as práticas logísticas eram vistas como um mero centro de custo, sem maiores implicações estratégicas e de geração de negócios.

Entretanto, com o passar do tempo, em função da grande preocupação das empresas com a redução de estoques e com a busca da satisfação plena do cliente, a Logística Empresarial evoluiu em alto grau. Alvarenga e Novaes (1997) afirmam que a logística passou a agregar valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação a toda cadeia produtiva. Como consequência, Dias, B. (2005) expõe que, naturalmente as empresas passaram a enxergar o imenso potencial implícito nas atividades integradas de um sistema logístico em termos de agregação de valor percebido pelo cliente.

De tal forma, as aplicações dos conhecimentos e das práticas logísticas evoluíram além da mera distribuição dos produtos da fábrica aos clientes. Nos dias atuais, a logística inclui a distribuição física de bens no lado do suprimento e da demanda, normalmente além dos clientes imediatos, através da cadeia de suprimentos até os consumidores finais, com o propósito de satisfazê-los, sendo que, a operacionalização para atingir tal propósito é definida pela organização através da sua estratégia logística. (SLACK *et al*, 1999).

A logística adquiriu, desta forma, um caráter estratégico, na medida em que, observou-se que, mesmo o produto transitando corretamente desde a sua origem até o seu destino, respeitando e atingindo os prazos estipulados, ainda assim, as funções logísticas não estavam finalizadas. Um elemento adicional que deveria também ser analisado era o fator qualidade.

Esta qualidade não se refere à intrínseca ao produto, uma vez que, essa é papel da manufatura da empresa, mas qualidade da operação logística, ou seja, nível de serviço logístico prestado.

A fim de contextualizar e caracterizar a evolução do conceito e a importância pela qual a atividade logística atravessou, segue uma descrição sugerida por Novaes (2001), que recomenda uma categorização para a evolução da logística em quatro fases.

2.2.1 Primeira fase: Atuação Segmentada

Nessa primeira fase da logística, o estoque era o elemento chave no balanceamento da cadeia de suprimentos (NOVAES, 2001). A manufatura produzia um determinado produto e disponibilizava o lote produzido no armazém da fábrica na forma de estoque final. À medida que os pedidos dos clientes chegavam, estes eram atendidos a partir do estoque já existente. Este estoque funciona como um pulmão entre oferta e demanda.

Nesta fase, as empresas procuravam formar lotes econômicos de compras para transportar seus produtos. A abordagem da logística era dada nas possíveis economias obtidas com a utilização dos diversos modais de transporte de menores custos, no uso de veículos de maior capacidade e na busca de fretes mais reduzidos. Existia uma preocupação com os custos logísticos, contudo, a abordagem era estritamente interna às empresas, procurava-se individualmente reduzir ao máximo os custos, mesmo que isso afetasse os outros membros da cadeia de suprimentos. (NOVAES, 2001).

2.2.2 Segunda fase: Integração rígida

Na segunda fase, a interpretação da logística foi ampliada para as atividades de processamento de pedidos, serviço ao cliente, armazenamento e gestão de produtos acabados e o transporte para recebimento de insumos e matérias primas. Neste momento, houve a introdução da informática nas operações das empresas. Como consequência desta introdução, surgiram modelos de otimização de estoques, seqüenciamento da produção e otimização dos locais de centros de distribuição. Surgiu também nesta fase, maior preocupação com a racionalização dos processos da empresa. Os pontos dessa racionalização foram a otimização e o planejamento das atividades. (NOVAES, 2001).

Nesta época, o processo de planejamento da produção era responsabilidade única do setor de fabricação. A produção era alterada segundo os próprios conceitos da fabricação sem que houvesse consultas às demais áreas da empresa. Essa prática gerava estoques excessivos em toda a cadeia de suprimentos. Diante disso, uma forma de reduzir esses estoques era através da ampliação dos limites de abrangência do planejamento, incorporando outros setores da empresa, bem como fornecedores e clientes. Através deste processo de planejamento mais abrangente obtinha-se maior racionalização das operações, contudo, não havia flexibilidade no planejamento, uma vez que, estando elaborado, este permanecia imutável. Quaisquer alterações na demanda, no fluxo de matérias-primas ou na produção causavam enormes transtornos.

A segunda fase da logística é, portanto, caracterizada pelo início da racionalização integrada da cadeia de suprimentos. Entretanto, observa-se que essa racionalização de processos era muito rígida, pois ainda não era possível estabelecer uma correção dinâmica do planejamento ao longo do tempo. (NOVAES, 2001).

2.2.3 Terceira Fase: Integração flexível

A terceira fase desta evolução foi identificada pela integração dos componentes da cadeia de suprimentos em dois níveis, ao nível interno da empresa e no relacionamento da empresa com seus fornecedores e clientes. A troca de informações entre os diversos elementos da cadeia de suprimentos passou a ocorrer por via eletrônica, através da troca eletrônica de informações – EDI (*Electronic Data Interchange*).

O intercâmbio de informações ocorre de forma intensa nessa fase. O desenvolvimento da informática possibilitou, na terceira fase evolutiva da logística, uma integração dinâmica, de conseqüências importantes na agilidade da cadeia de suprimento. O EDI possibilitou o intercâmbio de informações entre os elementos da cadeia de suprimento, inclusive clientes e fornecedores. A introdução do EDI permitiu flexibilidade no processo de programação, possibilitando ajustes freqüentes, ao contrário do que ocorria durante a segunda fase (NOVAES, 2001).

Entretanto, as principais características foram a busca de parcerias com fornecedores e clientes ao longo da cadeia de suprimentos; compartilhamento de informações estratégicas entre estes parceiros e grande enfoque na satisfação total do consumidor final. Nesta terceira

fase, passou-se a ter maior preocupação com a satisfação plena do cliente, entendendo como tal não só o consumidor final, como também, todos os elementos intermediários, que por sua vez são clientes dos fornecedores que os antecedem na cadeia de suprimento.

2.2.4 Quarta fase: Integração estratégica

Na quarta fase da Logística ocorreu um salto qualitativo da maior importância: as empresas da cadeia de suprimento passaram a tratar a questão logística não mais de forma operacional, mas de forma estratégica, ou seja, contrariamente à otimização pontual das operações, focalizando os procedimentos logísticos como meros geradores de custo, as empresas participantes da cadeia de suprimento passaram a buscar soluções novas, usando a logística como meio de obter competitividade. A logística passou a representar um elemento de diferenciação, de caráter estratégico, na busca de maiores fatias de mercado (NOVAES, 2001).

Nesta fase, surgiu uma nova concepção no tratamento dos problemas logísticos. Desenvolveu-se a abordagem do Gerenciamento da Cadeia de Suprimento, o *Supply Chain Management* - SCM. Nessa abordagem, a integração entre os processos ao longo da cadeia de suprimento continua a ser feita em termos de fluxo de materiais, de informação e de dinheiro. Todavia, os agentes participantes atuam de forma estratégica e completamente integrada, buscando os melhores resultados possíveis em termos de agregação de valor para o consumidor final. Há assim uma quebra de fronteiras, que antes separavam os diversos agentes da cadeia logística (NOVAES, 2001).

Através desta classificação apresentada por Novaes (2001), pode-se observar que a conceituação da atividade logística seguiu um processo evolutivo ao longo dos anos, devido principalmente às mudanças econômicas, tecnológicas e sociais que ocorreram no mundo empresarial. Observando as diversas conceituações ao longo da evolução das práticas logísticas, conclui-se que os principais tópicos que a moderna logística passou a incorporar foram os prazos; a integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa; a integração efetiva e estreita através de parcerias com os fornecedores e clientes; a busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução dos custos em toda a cadeia de suprimento e satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço pré-estabelecido e adequado. Sob estes princípios, consolidou-se a última fase da logística,

vivenciada nos dias atuais, a Gestão da Cadeia de Suprimento ou como ficou mais conhecida, a *Supply Chain Management* – SCM.

Sob estes princípios será analisada a empresa a ser investigada. Em sendo assim, segue-se com uma explanação sobre esta prática a fim de que se possa construir o referencial teórico que sustente esta proposta de pesquisa.

2.3 Gerenciamento da cadeia de suprimento

Atualmente as organizações são desafiadas a operar de forma eficiente e eficaz para garantir a continuidade de suas atividades. Isso obriga as empresas a desenvolverem constantemente vantagens em novas frentes de atuação. Neste turbilhão de informações e mudanças surge uma questão: como agregar valor, reduzir custos e aumentar a lucratividade?

Em resposta às indagações e às necessidades identificadas, tem sido moldada uma prática denominada de Gerenciamento da Cadeia de Suprimento, ou *Supply Chain Management* - SCM. Essa vem sendo utilizada para o planejamento de processos de negócios que integram, não apenas as áreas funcionais da empresa, mas a coordenação e o alinhamento dos esforços de diversas organizações na busca pela redução dos custos e agregação máxima de valor ao cliente final.

O *Supply Chain Management*, segundo Kuehne Junior (2004), consiste no estabelecimento de relações de parcerias, de longo prazo, entre os componentes de uma cadeia produtiva. Estes componentes passarão a planejar estrategicamente suas atividades e partilhar informações de modo a desenvolverem as suas atividades logísticas de forma integrada, através e entre suas organizações, para melhorar o desempenho pela busca da redução de custos para agregar mais valor ao cliente final.

Do mesmo modo, Cooper (1998) define *Supply Chain Management* como uma metodologia desenvolvida para alinhar todas as atividades de produção de forma sincronizada, visando reduzir custos, minimizar ciclos e maximizar o valor percebido pelo cliente final por meio do rompimento das barreiras entre departamentos e empresas.

Novaes (2001) cita uma definição de *Supply Chain Management* que foi adotada pelo Fórum de SCM realizado na *Ohio State University*, na qual SCM é definida como um processo de integração dos processos industriais e comerciais, partindo do consumidor final e

indo até os fornecedores iniciais, gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o cliente.

A partir desta nova perspectiva de gestão através das cadeias produtivas, a competição está acontecendo não mais entre empresas, mas entre as cadeias de suprimento. (TAYLOR, 2005). Diante deste cenário, muitas empresas vêm empreendendo esforços para organizar uma rede integrada no intuito de realizar de forma eficiente e ágil o fluxo de materiais, dos fornecedores aos consumidores, e garantir a sincronização com o fluxo de informações que ocorre em sentido contrário.

Conforme já demonstrado, diversas são as vantagens em torno da aplicação dos preceitos advogados pelo *Supply Chain Management*, no entanto, na tentativa de compreender melhor o gerenciamento da cadeia de suprimento, é necessário anteriormente compreender o que vem a ser uma cadeia de suprimento, sua função e como se faz a operacionalidade desta sob a égide do SCM. Anteriormente, portanto, faz-se importante compreender os diversos mecanismos de interação e coordenação existente quando se remete às configurações produtivas. De tal modo, segue-se com uma breve distinção conceitual entre cadeia de valor, cadeia produtiva e cadeia de suprimento, uma vez que, o SCM aplica-se como método de gestão das cadeias de suprimentos objetivando maximização de valor. Neste sentido, segue-se com as definições e dinâmicas a despeito destas nomenclaturas.

2.3.1 Cadeia de Valor

A retórica do momento é a agregação máxima de valor aos olhos do cliente. Frente a isto, a percepção dos desejos e das necessidades do consumidor, de seu processo de decisão e do ambiente em que a organização opera, são atualmente, variáveis fundamentais para que uma organização possa determinar qual estratégia adotará para atendê-los por intermédio do fornecimento de bens e serviços. Isto porque, quando o consumidor realiza uma compra, na verdade, executou um processo de avaliação.

Concordando com tal afirmativa, Porter (1992) lembra que os consumidores não pagam por benefícios os quais não percebam, não importando como realmente o sejam. Além disso, salienta que o consumidor compra não o que o serviço ou o produto é, mas a satisfação da necessidade que o produto ou serviço pode produzir.

Nesse contexto, a análise do valor fornecido mostra-se como um interessante instrumento para a aplicação prática procurando determinar quais benefícios os consumidores de determinado segmento de mercado desejam e como estes percebem o valor do bem ou serviço adquirido. Pode-se assim, afirmar que a percepção do valor fornecido sob os olhos do consumidor e a avaliação da atuação da organização (valor agregado) auxiliam na identificação de ações que deve tomar para servir ao seu mercado-alvo e estabelecer valor superior. De tal forma, a organização deve buscar fazer coincidir ou maximizar o valor atribuído pelo consumidor ao seu produto àquele que ela planejou, além de tentar aumentar o valor fornecido por intermédio do maior valor agregado. Essa combinação indica produzir grandes efeitos sobre o desempenho e a competitividade da organização.

Sendo um dos precursores na relação do binômio valor agregado e competitividade, Porter (1992), menciona que toda empresa é uma reunião de atividades que são executadas para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar seu produto. Ainda nesta direção, este autor cita que a vantagem competitiva surge fundamentalmente do valor que uma empresa consegue criar para seus compradores e, que ultrapassa o custo de fabricação pela empresa. A partir deste pensamento, este autor introduz o conceito de cadeia de valor, ao mesmo tempo em que relaciona este tema à estratégia de mercado.

A despeito da composição da cadeia de valor, Freires (2000) afirma que o valor total de determinado produto é composto pela margem e pelas atividades de valor. Estas são as atividades físicas e tecnologicamente distintas desempenhadas por uma empresa ou conjunto de empresas para a criação de um produto com certo valor no mercado.

Sob esta perspectiva, tem-se que uma organização cria valor ao seu produto, da mesma forma que uma cadeia produtiva cria valor em seu produto, através dos diversos processos que ocorrem, os quais indicam e executam a forma como o valor é adicionado a uma entidade e revelam a função básica de cada organização na cadeia de suprimento. Por exemplo, na manufatura ocorre uma alteração física ou estrutural, uma mudança, nos recursos que entraram no sistema e o resultado do processo é transferido como posse ou propriedade, enquanto que, nos serviços há agregação das utilidades de espaço, tempo, tratamento, acomodação, utilização ou disponibilidade. (SANTOS, 1996)

No entanto, não apenas através do processo básico de transformação é que a empresa garante a sua sobrevivência. Para implementar a sua atuação, ela constrói cadeias, ligações

internas e externas, realizadas por intermédio de indivíduos ou organizações, que lhe permitem adquirir e suprir os insumos básicos, proceder a transformação, entregar o produto ao consumidor, obter informações do ambiente e comunicar-se com o mercado. Nesta dinâmica, forma-se o que se denomina de cadeia de valor. Esta é um arranjo de atividades requeridas para viabilizar determinado produto ou serviço desde a concepção, passando pela produção, até a entrega ao consumidor final e sua disposição após o uso. (Porter, 1992).

As atividades de valor são classificadas por Porter (1989) em dois tipos gerais: atividades primárias e atividades de apoio. (Figura 3)

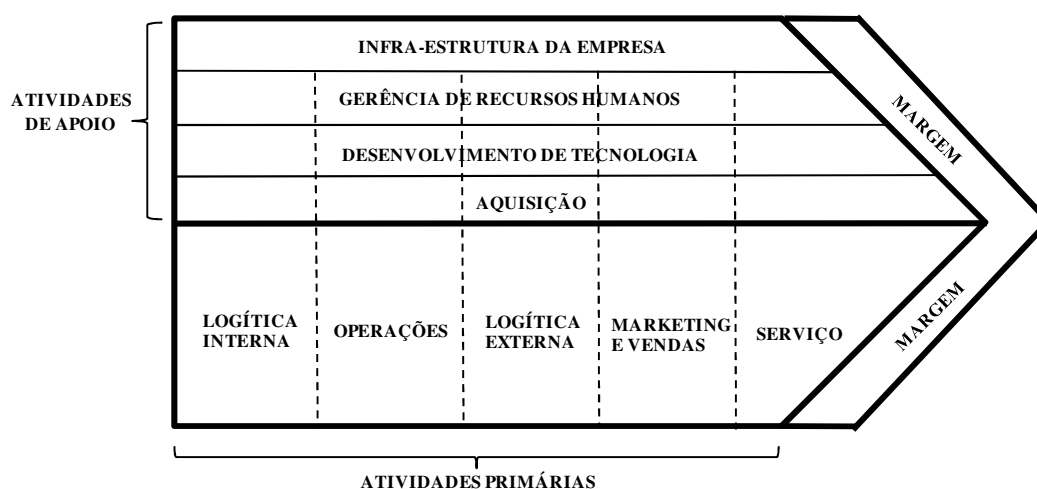


Figura 3: A cadeia de valores genérica
Fonte: PORTER (1989)

As atividades primárias, relacionadas na parte inferior da figura 3, são atividades envolvidas na criação física do produto e na sua venda e transferência para o cliente, bem como na assistência após a venda. Em qualquer empresa, as atividades primárias podem ser divididas em cinco categorias genéricas. As atividades de apoio sustentam as atividades primárias e a si mesmas (Logística Interna, Operações, Logística Externa, *Marketing*, Serviço), fornecendo insumos adquiridos, tecnologia, recursos humanos e várias funções no âmbito da empresa.

O que se pode perceber é que ao se adquirir um produto numa determinada loja, a um determinado preço, o pagamento realizado cobre uma série de atividades que participaram do processo de projeto, fabricação, transporte e dos serviços complementares associados a esse produto. Isto corresponde ao fluxo de capital que segue a montante da cadeia de suprimento. De tal forma, observa-se também que as atividades executadas em uma cadeia de valor não

são independentes entre si; pelo contrário, elas constituem um sistema de atividades interdependentes e seqüenciadas. As interligações que ocorrem entre essas atividades são denominadas de elos. Essencialmente, os elos são relações entre a forma como uma atividade de valor é executada e o custo ou o desempenho de uma atividade, dentro da empresa ou fora dela (PORTER, 1989).

Tradicionalmente, cada empresa em uma cadeia de valor procura tirar o máximo de vantagem para si, ignorando os possíveis impactos de suas atitudes sobre as demais. Esta visão é contraditória à filosofia do SCM, para o qual a integração e a cooperação de toda cadeia são princípios fundamentais. Assim, o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, implica no tratamento da cadeia de valor como um todo. Em vista disso, tem-se que uma análise profunda a despeito de uma cadeia de valor é uma tarefa extensa e complexa, porém necessária, que envolve diversos elos e processos compreendendo desde fornecedores, manufaturas, distribuidores, atacadistas, varejistas e clientes e suas diversas relações.

Como esta pesquisa, não obstina a análise profunda das relações estratégicas e de valor que ocorrem na cadeia de suprimento escolhida, mas objetiva primariamente a quantificação e análise dos fluxos de produtos e informações que percorrem na cadeia de suprimento, as relações estratégicas não serão aprofundadas em sua plenitude nesse trabalho. Adiante, todavia, segue-se com a exploração do conceito sobre cadeia de suprimento e cadeia produtiva, posto serem conceitos mais próximos da realidade pesquisada.

2.3.2 Cadeia de suprimento

O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicações vem derrubando barreiras de entrada nos setores industriais e propiciando o surgimento de novas configurações de negócios, bem como tem possibilitado a formação de redes de empresas sem fronteiras geográficas. Tudo isso eleva o nível competitivo entre as empresas, que passam a disputar mercados mais amplos com um maior número de empresas. Nesta perspectiva, à medida que os mercados se tornam mais competitivos, as empresas precisam buscar formas mais criativas de atender às necessidades de seus clientes.

Diante deste cenário, as cadeias de suprimentos segundo a visão do SCM passam a compor parte essencial da boa gestão de negócios, uma vez que a eficiência local e interna de cada elo não representa a eficiência de toda cadeia. Frente a esta nova realidade as empresas

tendem a ter uma maior conscientização quanto à importância do gerenciamento da cadeia de suprimentos, fato que impulsiona o aprofundamento das pesquisas sobre o tema no meio acadêmico. Todavia, para o entendimento da gestão da cadeia de suprimentos é importante inicialmente elencar algumas conceituações sobre as cadeias de suprimento, bem como compreender sua dinâmica para com isso modelar as formas de seu gerenciamento.

Neste contexto, cita-se inicialmente os autores Davis, Aquilano e Chase, (1999) que definem cadeia de suprimento como um grupo de empresas que fornecem todos os processos necessários para a fabricação de um bem acabado. A cadeia inicia com a matéria-prima e termina com os produtos acabados que são entregues ao cliente final. De maneira uniforme, Gaither (2002) afirma que, uma cadeia de suprimentos refere-se à maneira pela qual os materiais fluem através de diferentes organizações, iniciando com matérias-primas e encerrando com produtos acabados entregues ao consumidor final.

Na ótica de Taylor (2005), cadeia de suprimento é um conjunto de instalações conectadas por rotas de transportes e existem para suportar o fluxo de demanda, suprimento e caixa. Entretanto, este conceito engloba todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente. Chopra e Meindl (2003) vão além destes autores e afirmam que cadeia de suprimento não inclui exclusivamente fabricantes e fornecedores, mas também transportadoras, depósitos, varejistas e os próprios clientes. Além disso, dentro de uma fábrica, a cadeia de suprimento inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente, como desenvolvimento de novos produtos, *marketing*, operações, distribuição, finanças e o serviço de atendimento ao cliente, entre outras.

Em sua definição os autores Zylbersztajn e Neves (2000 *apud* Batalha 2001) apontam o importante fato de haver confusão entre os termos de cadeia de suprimento e cadeia produtiva. No sentido de esclarecer tal confusão, estes autores afirmam que as cadeias produtivas representam o conjunto de atividades de um determinado ramo industrial. Dessa forma, quando se fala em cadeias produtivas faz-se menção à dependência dentro de um sistema como o resultado de uma estrutura de mercado ou forças externas, tais como ações políticas e governamentais, bem como ações estratégicas nos elos da cadeia.

Ainda nesse contexto, esses autores afirmam que as cadeias produtivas são uma seqüência de operações ligadas por um encadeamento técnico representado por um conjunto de relações comerciais e financeiras efetivadas através de fluxos de trocas estabelecidos entre

os pontos ou estados de transformação, indicando dessa forma, um conjunto de ações econômicas que prevê a valoração dos meios de produção. Assim, considera-se que as cadeias produtivas envolvem a relação de interdependência entre todos os agentes econômicos, sociais e institucionais de uma dada atividade num setor econômico que de maneira direta ou indireta agem numa seqüência produtiva para produção de bens ou serviços.

Em assim sendo, enquanto a cadeia produtiva refere-se a todos agentes econômicos de um determinado setor econômico, a cadeia de suprimento refere-se ao grupo de empresas, inseridas nesse setor econômico, que agem diretamente no processo de transformação da matéria-prima até que esta se configure no produto acabado.

O grupo de empresas que compõem uma cadeia de suprimentos pode conter vários elos ou diferentes estágios produtivos. A esquematização desses estágios é demonstrada na Figura 4 e incluem clientes, varejistas, atacadistas, distribuidores, fabricantes e fornecedores de peças e matérias-primas.

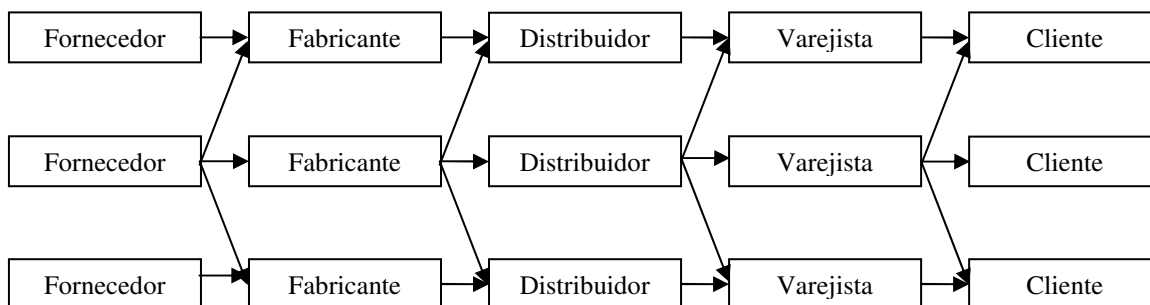


Figura 4: Estágios de uma Cadeia de Suprimentos
Fonte: CHOPRA e MEINDL (2003)

Beamon e Chen (2001) estratificam as cadeias de suprimentos de acordo com os níveis e hierarquias das diversas empresas participantes. Segundo a categorização desses autores, as cadeias de suprimentos podem ser: do tipo convergente, divergente, ligante ou rede conforme ilustrado na Figura 5.

Nas cadeias de suprimento classificadas como do tipo convergente observa-se que o número de empresas a montante da cadeia é em maior número se comparada à jusante da cadeia. Em contrapartida, o tipo divergente é o inverso da primeira, sendo as empresas a jusante em maior quantidade. Quando combinam-se os tipos convergentes e divergentes, forma-se a estrutura ligante, com uma empresa foco, com ramificações mais complexas tanto no pólo referente a fornecedores quanto no pólo relacionado aos consumidores. Por fim, a

estrutura em rede, não obedece a um padrão conforme ocorria com os tipos anteriores, em vista disso, o relacionamento entre as empresas participantes da cadeia de suprimentos torna-se mais complexo, pois não existe hierarquia a ser obedecida.

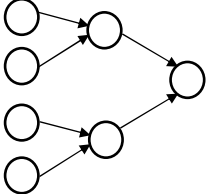
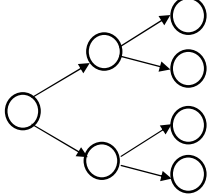
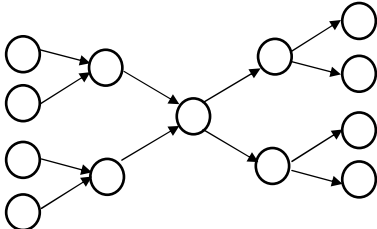
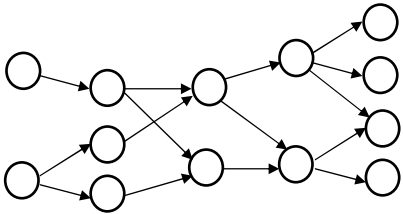
Tipos de Classificação	Exemplos
Convergente	
Divergente	
Ligante	
Rede	

Figura 5: Classificação das estruturas das cadeias de suprimentos
 Fonte: Beamon e Chen (1991)

A categorização de Beamon e Chen (1991) facilita a compreensão da dinâmica das cadeias de suprimentos, bem como, das relações que existem entre os elos da cadeia produtiva, posto que, a força e o poder desempenhado por uma organização dentro da cadeia de suprimentos dependem da estrutura da cadeia e das relações que essa estrutura viabiliza em termos de barganha e de coordenação.

Todavia, qualquer cadeia de suprimento, independente de sua formação ou do número de níveis de empresas que a compõem, compartilha de uma característica comum: a existência dos três fluxos básicos que se movem ao longo da cadeia de suprimento, às vezes a montante,

às vezes a jusante. Os fluxos e suas respectivas direções ao longo da cadeia podem ser visualizados na Figura 6.

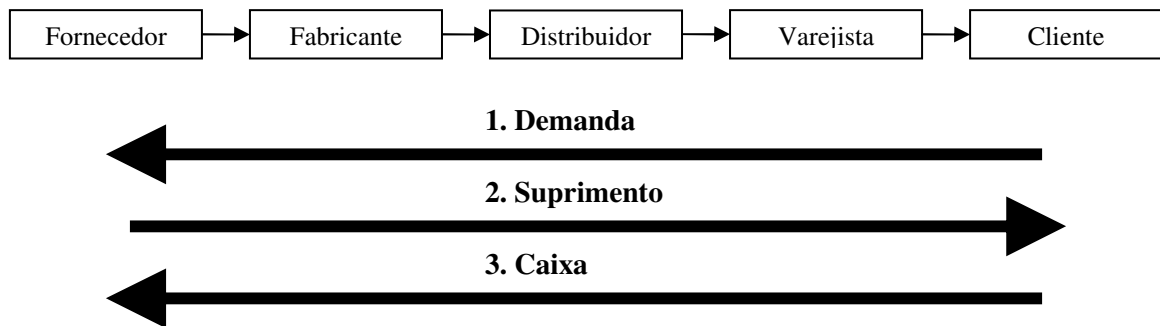


Figura 6: Fluxos logísticos de uma cadeia de suprimento
Fonte: TAYLOR (2005)

O fluxo da demanda flui a montante da cadeia de suprimento e impulsiona o movimento do suprimento a jusante. À medida que os suprimentos chegam aos clientes no fim da cadeia de valor, o fluxo de caixa move-se a montante da cadeia e efetua o pagamento a todos os elos pela agregação de valor que estes proporcionaram ao produto.

Reconhecendo a existência destes fluxos Taylor (2005), afirma categoricamente que para gerir eficientemente uma cadeia de suprimento é preciso estabelecer fluxos bem organizados da extração da matéria-prima até a chegada do produto ao cliente final. Estes fluxos referem-se ao fluxo de materiais, demanda e caixa. Assim, a gestão da cadeia de suprimento se faz pela sincronia e coordenação desses fluxos.

Chopra e Meindl (2003) sob este ponto de vista afirma que, o objetivo central das cadeias de suprimento é maximizar o valor global gerado, sendo este, a diferença entre o valor do produto final para o cliente e os esforços de produção realizados pelas empresas para atender ao seu pedido. Alinhando estas diferentes óticas, conclui-se que o objetivo indicado por Chopra e Meindl (2003), a maximização do valor entregue ao cliente, é atingido com a coordenação dos fluxos de demanda, suprimento e caixa defendida por Taylor (2005). Entretanto, para conseguir atingir tal objetivo, a maximização do valor agregado pela coordenação dos fluxos ao longo da cadeia de suprimento é imperativo uma eficiente gestão de toda cadeia de valor.

Visando o atendimento destes objetivos foram desenvolvidos os conceitos e princípios do *Supply Chain Management* - SCM. Este tem como princípios básicos, a integração total da cadeia de suprimento, a colaboração, o planejamento integrado e o intercâmbio de

informações, incluindo atividades ligadas ao gerenciamento de oferta e da demanda, fornecimento de matéria-prima bruta, componentes, manufatura e montagem, armazenamento e gerenciamento de estoque, recebimento e gerenciamento de pedidos, distribuição através dos canais de *marketing* e entrega ao consumidor.

Nos processos de integração entre os processo e colaboração advogados pela SCM é imprescindível que haja entre os elos da cadeia o intercâmbio de informações que se movem pela cadeia de suprimento. Estas informações, segundo Taylor (2005), estão implícitas nos demais fluxos, porém, este mesmo autor, ressalta o fato das informações não fazer parte de nenhuma transação específica, mas poder ser trocada a fim de facilitá-las. Neste sentido, as informações podem muitas vezes substituir, por exemplo, os estoques ao longo da cadeia.

Em explicação à afirmação proferida, o autor cita que:

[...] em vez de solicitar que cada membro da cadeia mantenha estoques de segurança para amenizar os efeitos da incerteza da demanda, essa incerteza pode ser minimizada mediante o compartilhamento e informações que ajuda os integrantes da cadeia a prever futuras mudanças nos fluxos da demanda, suprimento e caixa. Além disso, informações são em geral muito mais baratas que os estoques e possuem a vantagem de estar em muitos lugares ao mesmo tempo. (TAYLOR, 2005).

Neste sentido, os autores Goldrat e Cox (1993) e Taylor (2005) convergem para um ponto em comum. A resolução desta problemática, ou seja, a gestão eficiente da cadeia de suprimento pode ser alcançada através da redução da complexidade e principalmente através da minimização da variabilidade, seja em termos de informação, caixa ou suprimento.

Em sendo assim, estes autores citam que, através da aplicação do SCM, os *lead times* e o nível de inventário tendem a diminuir, enquanto que, há uma maior possibilidade em aumentar a utilização da capacidade produtiva e com isso, minimizar os custos operacionais de toda cadeia, além de melhorar o nível de serviço prestado ao cliente, mediante a rapidez de entrega e ao nível de informação disponível.

Todavia, como citado anteriormente, na funcionalidade das cadeias existe uma variabilidade natural, fato que dificulta o eficiente gerenciamento. De tal modo, tem-se identificado diversos efeitos negativos decorrentes aos fenômenos de variabilidade e complexidade inerentes à funcionalidade das cadeias. Um dos efeitos negativos mais clássicos derivados da ocorrência da variabilidade nos fluxos nas cadeias de suprimentos é o fenômeno

da amplificação da demanda denominado pela *Procter & Gamble* como “efeito chicote”. Este efeito será amplamente discutido no tópico 2.5.

Anteriormente, porém, uma vez que a teoria afirma que pela diminuição da variabilidade dos fluxos logísticos é possível executar um gerenciamento mais eficiente e, portanto, promover melhores desempenhos nas cadeias de suprimentos, é importante nesse momento conhecer como se dá a avaliação do desempenho das cadeias de suprimentos.

2.4 Avaliação do desempenho das cadeias de suprimento

Avaliar e controlar o desempenho são duas tarefas necessárias para as atividades de administração e monitoramento de qualquer sistema produtivo. À medida que a competência logística se torna um fator necessário para a criação e manutenção de vantagem competitiva, a precisão nessas tarefas torna-se mais importante, pois a diferença entre operações rentáveis e não rentáveis torna-se cada vez menor. Nesse sentido, vem sendo despertado nos executivos o interesse crescente em conhecer a performance dos sistemas logísticos com que trabalham, e com isso, desenvolver esquemas que lhes permitam avaliar e medir seu desempenho.

Dessa forma, diversas tentativas têm sido efetuadas visando oferecer soluções nesta direção, focalizando principalmente, a procura por critérios e indicadores com os quais se tente expressar uma medição que caracterize o desempenho do sistema logístico. (AMARO, 2002).

Nesta perspectiva, Bowersox e Closs (2001) indicam que os objetivos fundamentais do controle logístico são monitorar o desempenho em relação aos planos operacionais, identificar os gargalos do sistema e as oportunidades para aumentar a eficiência e a eficácia. Assim sendo, a medição de desempenho pode ser entendida como o processo de quantificar ou qualificar o desempenho de um produto ou o processo de uma organização.

A avaliação de desempenho é definida por Neely, Gregory e Platts (1995) como o processo de quantificar a eficiência e eficácia de uma ação. Dentro desse contexto, eficácia refere-se ao grau, no qual, as necessidades dos clientes são satisfeitas, enquanto eficiência é a medida de quão economicamente os recursos da empresa estão sendo utilizados para fornecer um dado nível de satisfação aos clientes. Ou seja, existem duas dimensões fundamentais de desempenho: uma externa, relacionada à satisfação do cliente; e outra interna, relacionada à produtividade do processo.

Apesar disso, os indicadores de desempenho logístico estão ainda muito atrelados aos recursos e atividades internas das empresas, pautados na produtividade fabril. Esta afirmativa é endossada por Holmberg (2000 *apud* Conceição e Quintão, 2004), que afirma que a maior parte das empresas ainda faz uso intensivo de indicadores internos para avaliar o desempenho de suas atividades logísticas, sendo, portanto, necessário desenvolver uma nova forma de avaliação de desempenho para a cadeia de suprimentos, utilizando-se, conjuntamente, indicadores externos e internos para se avaliar o desempenho de toda a cadeia, de modo que, trabalhando em conjunto, as empresas consigam atingir o melhor retorno do negócio da cadeia de suprimentos a qual pertencem.

Ademais, na era atual da Gestão da Cadeia de Suprimentos onde a competição é tipificada menos por empresa e mais entre cadeias de suprimento. Assim, os gestores das cadeias de suprimentos devem buscar formas eficazes de melhor coordenar e integrar a cadeia de suprimentos, seja pelo gerenciamento da cadeia como corporações virtuais, ou através de uma configuração de modelo integrado de parceria na cadeia de suprimento.

Dessa forma, como a coordenação da cadeia de suprimentos depende da relação entre as estratégias traçadas pelos elos fortes para atingir a integração de toda cadeia de suprimento, os indicadores de desempenho utilizados para mensurar o desempenho logístico externo devem responder as questões de como e de que maneira, os elos contribuem para a coordenação e integração da cadeia de suprimentos. Para tal, inicialmente é vital que sejam esboçados indicadores-chave para a correta avaliação de desempenho logístico externo que possibilitem a melhor aferição da eficiência de toda cadeia de suprimento.

De uma maneira geral, em cadeias de suprimento, o sistema de medidas de desempenho tem o propósito de prover a gerência com informações sobre a competitividade da cadeia, através do monitoramento constante das atividades-chave executadas ao longo da cadeia. Além disso, segundo Chan & Qi (*apud* Aragão 2004), a avaliação do desempenho das cadeias de suprimento contribui para a tomada de decisões na SCM, particularmente na reformulação de metas de negócios e na reengenharia de processos.

Inferindo sobre os objetivos básicos das métricas de desempenho das atividades logísticas, os autores Handfield & Nichols (1999) apontam três diferentes razões que justificam a atual preocupação com a avaliação do desempenho das cadeias de suprimento, quais sejam, medir o desempenho da cadeia, possibilitar o foco na melhoria do serviço ao

cliente final e permitir aos gerentes que estes não apenas identifiquem, mas também eliminem as causas de problemas operacionais na cadeia de suprimento.

Sobre este aspecto, Taboada (1999) concorda que uma correta mensuração e avaliação de desempenho permitem visualizar se sistema logístico adotado está funcionando corretamente, ou se está abaixo do que os concorrentes estão fazendo. Todavia, informa que a avaliação do comportamento de um sistema resulta num complicado processo que deve ser bem estruturado para que ofereça utilidade, caso contrário, a avaliação pode significar um uso excessivo de esforços que não levam a um resultado satisfatório.

Corroborando com a temática, este autor ainda afirma que toda avaliação baseia-se não só em padrões de referência, ou seja, comportamentos a serem alcançados, mas também, em processos de medições que, precisam de uma adequada determinação sobre o que medir, onde medir e quais os tipos de medições devem ser feitas, assim como quais indicadores devem ser utilizados. Dessa forma, o ponto de partida para a estruturação do processo de avaliação de um sistema logístico é a determinação das partes componentes do mesmo, ou seja, dos subsistemas que o integram, pois o desempenho de toda a cadeia pode estar limitado pelo desempenho de algumas de suas partes, e daí, a importância da identificação destas.

Comungando desta opinião, Aragão (2004) cita que antes de se proceder à avaliação do processo logístico da cadeia de suprimento, devem-se estabelecer quais são as partes componentes que integram o sistema existente, pois é necessário avaliar o desempenho do sistema como um todo, assim como de cada uma das suas partes componentes e as relações entre elas. Sob este aspecto, Taboada (1999) ainda acrescenta que é necessário observar e acompanhar a estratégia geral definida pela empresa, para se definir quais indicadores avaliar e sob quais critérios. Isto pode ser observado nas seguintes palavras:

[...] O grande problema é a escolha do tipo de medição a se utilizar, tendo em conta, na verdade, que várias medidas podem ser escolhidas. Mas para focar os pontos relevantes é necessário priorizar o que é importante para a cadeia logística e a utilidade das informações obtidas com a medição. (TABOADA, 1999).

Assim, pode-se concluir que as variáveis a serem avaliadas pelo processo de medição de desempenho devem ser aquelas que são consideradas fundamentais não apenas na operacionalização da cadeia de suprimento, mas, sobretudo, sob os critérios e indicadores considerados estratégicos para a cadeia.

Em vista disso, pode-se identificar na literatura uma grande variedade de sugestões de medidas de desempenho e de indicadores estratégicos mensuráveis, em virtude da realidade de cada cadeia de suprimento. Cada autor formaliza sua própria lista de variáveis a serem avaliadas, sob a ótica do que ele acredita ser importante quanto aos critérios estratégicos existentes. Frente à tamanha diversificação de medidas de desempenho, Chow (1994) afirma que a avaliação do desempenho da logística é multidimensional, envolvendo vários indicadores, e que, portanto, nenhum indicador isoladamente é suficiente para medir o desempenho logístico de uma cadeia de suprimentos.

Exemplificando isto, citam-se pontos de vistas divergentes de alguns pesquisadores do tema. Por exemplo, observa-se que Stock & Lambert (1987) entendem a avaliação das cadeias de suprimento pelo aspecto de custo, resumindo a medição da eficiência da cadeia logística somente pela minimização dos mesmos. Enquanto que, para Ballou (2001), Christopher, (1997) e Bowersox e Closs (2001) a competência de cadeia de suprimento está diretamente relacionada ao desempenho de outras dimensões, a saber: serviço ao cliente, gestão de custos, qualidade, produtividade e gestão de ativos. Já na visão de Neely, Gregory e Platts (1995), os indicadores de desempenho individuais enquadram-se em um conjunto maior que pode ser chamado de dimensões de desempenho agrupados em qualidade, tempo e flexibilidade.

Em sendo assim, constata-se que o possível número de indicadores para avaliação do desempenho das cadeias de suprimentos é tão grande quanto os diferentes critérios estratégicos existentes. Dessa forma, os líderes da cadeia de suprimentos devem determinar qual critério de avaliação adotar, levando-se em consideração a estratégia de mercado da cadeia de suprimento, ou seja, a estratégia adotada pela empresa-chefe da cadeia de suprimentos.

A partir destas considerações e da diversidade de critérios de desempenho existentes Taboada (1999) listou algumas possíveis medidas de desempenho em sistemas logísticos:

- **Medidas de Disponibilidade** – para avaliar o acesso aos recursos necessários ao tempo de realizar as operações.
- **Medidas de Confiabilidade** - para avaliar a garantia de realização das operações.
- **Medidas de Flexibilidade de processo** - para avaliar a possibilidade de realização de uma mesma operação por recursos diversos.

- **Medidas de Utilização da Capacidade** – para avaliar o grau de utilização dos recursos disponíveis, verificando a adequação da escala de projeto e investimento.
- **Medidas de Flexibilidade operacional** – para avaliar a possibilidade de utilização de um mesmo recurso na realização de operações diversas.
- **Medidas de Atendimento ao cliente** - para avaliar a integração das operações da cadeia logística, visando satisfação na interface final e os objetivos da cadeia.
- **Medidas de Custos** - para avaliar se as operações são realizadas a valores que garantem a sobrevivência econômica da organização.

Entretanto, uma problemática nesse processo é a escolha do tipo de medição a se utilizar, tendo em vista, na verdade, que várias medidas podem ser escolhidas, mas para enfocar os pontos relevantes é necessário priorizar o que é importante para a cadeia logística e a utilidade das informações obtidas com a medição. (TABOADA, 1999). Nesse mesmo sentido, o autor Aragão (2004) acrescenta outro problema a ser considerado no processo de avaliação de desempenho. Este é relativo à complexidade de uma cadeia de suprimento. Segundo este autor, quanto mais camadas existirem em uma cadeia, mais complexa será a cadeia, tornando mais difícil a escolha de medidas de desempenho apropriadas que analisem todas as operações da cadeia.

Conclusivamente, pode-se afirmar que as questões em torno da avaliação de desempenho dos sistemas logísticos é uma tarefa de complexidade e dificuldade inerente, posto tratar-se de um conjunto de empresas que operam distintamente em momentos diferentes. Todavia, apesar de tais aspectos esse processo é fundamental para que as empresas possam realizar um gerenciamento e controle eficiente da cadeia de suprimentos da qual fazem parte, uma vez que pelo controle é possível conhecer suas deficiências e estabelecer metas de melhorias.

Assim, diante da relevância da avaliação do desempenho logístico da cadeia de suprimentos, bem como, da escolha dos indicadores a serem avaliados é importante ressaltar que, um fenômeno importante que afeta negativamente o desempenho das cadeias de suprimentos em termos de custos, atendimento ao cliente e utilização da capacidade e que, por isso, vêm despertando grande interesse é o efeito de amplificação da demanda, ou efeito chicote. A seção seguinte presta-se à descrição deste fenômeno.

2.5 Efeito Chicote (*Bullwhip effect*)

Anteriormente já foi citado que a gestão da cadeia de suprimento é a mais nova concepção no tratamento dos problemas logísticos da atualidade, e que, essa abordagem busca a integração entre os processos ao longo da cadeia de suprimento, buscando a coordenação dos fluxos de materiais, do caixa e da demanda. Para tal, os agentes participantes atuam de forma estratégica e integrada, buscando os melhores resultados possíveis em termos de agregação de valor para o consumidor final. Entretanto, tem-se mostrado como um dificultador para tal coordenação alguns aspectos relativos à complexidade e principalmente referentes à variabilidade dos fluxos. (TAYLOR, 2005).

Quanto ao último aspecto, a variabilidade ao longo das cadeias de suprimento dentro da sistemática do SCM, um dos assuntos mais discutido na literatura da atualmente é relacionado ao “efeito chicote”. (FRANSOO & WOUTERS, 2000).

Segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997); Metters (1997); Chen *et al* (2000); Fransoo & Wouters (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Vieira, G. e Portes (2006) e Fiorioli e Fogliatto (2007) o efeito chicote é um fenômeno derivado da maior variação das ordens de compra comparadas às ordens de vendas, de tal modo que, existe uma distorção amplificada entre a demanda real e a informada à medida que esta informação segue a montante da cadeia de suprimento. Nesse sentido, Alvin (2005) explicita que, o efeito chicote é um fenômeno sob o qual o desfasamento criado pelo tempo de propagação de informação, ou seja, diferença temporal entre consumo no ponto de venda e chegada dessa informação ao fornecedor provoca um aumento da variabilidade da procura junto ao fornecedor.

O *EC*, como é conhecido popularmente o efeito chicote na teoria, é um importante fenômeno que produz graves impactos negativos sobre a regularidade e a estabilidade dos pedidos recebidos em todos os níveis de uma cadeia de suprimento. De acordo com Chen *et al* (2003), observa-se um *EC* quando a variabilidade da demanda aumenta à medida em que se avança nos níveis da cadeia, desde o varejista até o fabricante.

Lee, Padmanabhan e Whang (1997) acrescentam que, o efeito chicote ou *bullwhip effect* é um fenômeno que ocorre na cadeia de suprimentos em decorrência de uma distorção sistemática da demanda que é amplificada ao longo do canal sob a forma de pedidos, causada dentre outros motivos, pela distorção de informação sobre a sinalização da demanda.

Neste contexto, Alvin (2005) explica que a criação e a venda de produtos sempre envolvem um número distinto de empresas operando numa linha em série, considerando uma cadeia de suprimento linear simples, cujos pedidos vêm exclusivamente do membro abaixo de cada estágio da cadeia. Neste caso, os fornecedores dispõem de 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.

Para avaliar adequadamente as implicações gerenciais do *EC* é importante entender a sua dinâmica. Considerando dois níveis adjacentes k e $k-1$ em uma cadeia de abastecimento, esta dinâmica pode ser assim descrita. O pedido gerado pelo nível k é definido a partir da previsão de demanda do nível anterior ($k-1$) e depende dos dados históricos relativos àquela demanda e da técnica de previsão utilizada no nível k . Da mesma forma, os pedidos gerados pelo nível $k+1$ são definidos em função dos dados históricos disponíveis sobre a demanda do nível anterior (k) e da técnica de previsão utilizada no nível $k+1$. Esta lógica se repete a cada avanço de nível, de modo que os dados disponíveis, em cada nível (com exceção do nível mais baixo da cadeia), baseiam-se em uma expectativa de demanda e não na demanda real. (Figura 7).

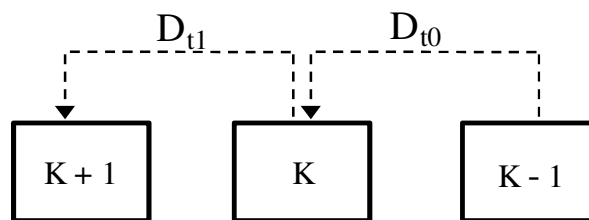


Figura 7: Dinâmica para previsão de demanda nas Cadeias de Suprimentos
 Fonte: Adaptado de Pacheco & Oliveira (2005)

Neste ambiente, os usuários do final da cadeia (consumidores) geram a demanda para a última empresa da cadeia de suprimento, 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.

Obedecendo a essa dinâmica, o *EC* identificado pela amplificação sistemática que ocorre no fluxo da demanda à medida que este segue a montante da cadeia de suprimento pode ser visualizado na figura 8. Nessa representação observa-se que o efeito chicote pode ser

identificado pela variação gradual que ocorre no fluxo da demanda à medida que esta informação vai passando de uma empresa a jusante da cadeia, para uma empresa num nível mais a montante da cadeia de suprimento.

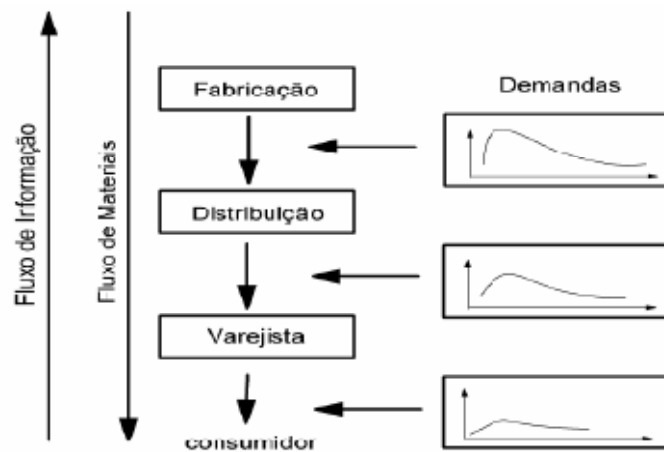


Figura 8: Efeito chicote na cadeia de suprimentos com três níveis produtivos.
Fonte: Pacheco & Oliveira (2005)

A distorção ou a variabilidade que ocorre no fluxo da demanda e que causa o efeito chicote, deve-se em parte ao fato de, os pedidos dos varejistas não coincidirem com suas vendas atuais, pois se utilizam previsões para antever a demanda que virá do mercado através de dados históricos ou da percepção de tendências sazonais. Similarmente, os pedidos do atacadista ao distribuidor e deste para a fábrica também não coincidem. Isto porque, as previsões de demanda possuem estimativas de erros intrínsecas, dado que são estimativas, além de necessitarem de uma análise qualitativa que lhes proporciona um caráter subjetivo.

O fenômeno do efeito chicote pode também ser ilustrado através de um exemplo criado por Metters (1997) de uma simples cadeia de suprimentos composta por 3 membros: um fornecedor, um fabricante e um varejista. Nessa cadeia de suprimentos, imagine-se que em um determinado momento, por exemplo, no primeiro dia do mês, o varejista percebe uma queda permanente de 10% nas vendas de um produto, porém, seguindo sua política interna de colocação de pedidos, este varejista somente irá colocar uma nova ordem de compras ao fabricante no dia 10 do mês. Da mesma maneira, o dia 10 do mês, o fabricante fica informado da queda nas vendas, porém, também seguindo sua política interna de colocação de pedidos, este irá submeter uma nova ordem de compras ao seu fornecedor no dia 20 do mês. A consequência é que, por falta de informação, o fabricante produziu entre o dia 1 e o dia 10 do

mês, 10% a mais de produtos do que o requerido pelo mercado. Da mesma forma, o fornecedor, por falta de informação, produziu 10% a mais de insumos entre o dia 1 e o dia 20 do mês, caracterizando-se assim, a amplificação da demanda ao longo da cadeia de suprimentos. A Figura 9 mostra graficamente, o fenômeno da amplificação da demanda na cadeia de suprimentos idealizada.

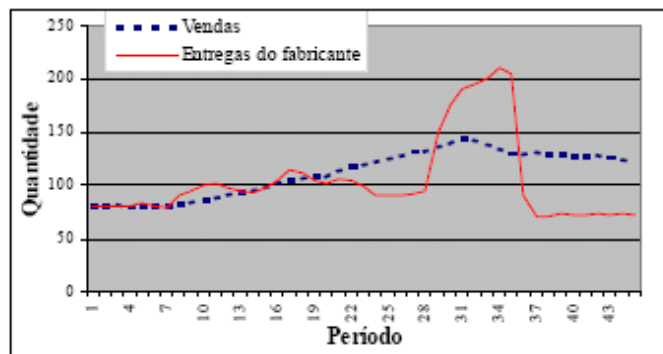


Figura 9: Comparação entre curva de vendas e de compras
Fonte: Adaptado de METTERS (1997)

De forma análoga à cadeia de suprimentos do exemplo anterior, um grande número de empresa nos mais diversos tipos de cadeias de suprimentos tem observado distorções na informação da demanda que se propaga à medida que se afasta do consumidor, ou seja, os pedidos para os membros acima na cadeia de suprimento 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).

Em pesquisa realizada, Lee, Padmanabhan e Whang (1997) afirmaram que o fenômeno do *bullwhip* foi configurado em diversas indústrias, todavia, foi na *Procter & Gamble* que primariamente este acontecimento foi identificado. Metters (1997) cita que nesta empresa havia uma variação inexplicável entre as ordens de produção de fraldas e o volume de vendas efetuadas.

De acordo com Lee, Padmanabhan e Whang (1997), o termo *Bullwhip Effect*, denominação original do *EC*, foi cunhado por executivos da *Procter & Gamble* (P&G) a partir de observações sobre as vendas das fraldas *Pampers*. Eles constataram que apesar da taxa de demanda por fraldas se manter praticamente estável, ocorria um aumento na variabilidade da demanda das matérias-primas necessárias à sua produção. Ainda conforme Lee, Padmanabhan e Whang (1997), outras situações práticas relatadas por executivos da

Hewlet-Packard (HP) e *Bristol-Myers Squibb* (BMS) evidenciam a existência do *EC*. Ao examinar a evolução das vendas de impressoras, executivos da HP observaram oscilações significativamente menores do que as oscilações dos pedidos enviados pelos revendedores à fábrica; de acordo com executivos da BMS, os estoques da cadeia farmacêutica excediam 100 dias de abastecimento em decorrência da distorção da informação sobre o comportamento da demanda. De forma análoga, Thonemann (2001) aponta que o efeito chicote também foi identificado na rede Wal-Mart, que posteriormente à identificação conseguiu através de um melhor compartilhamento de informações com os demais elos da cadeia a qual pertencia reduzir seus inventários em torno de 70% e melhorar seu nível de serviço de 96% para 99%.

A denominação de efeito chicote deriva do fato de 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.

O efeito do chicoteamento, também denominado por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) por *bullwhip effect* ou *whip-lash effect*, foi inicialmente identificado e ilustrado por Jay Forrester em 1961. Este autor, no ano de 1958, desenvolveu a metodologia sobre sistemas dinâmicos que foi divulgada através do livro *Industrial Dynamic*. Este livro apresentava um grupo de técnicas de pensamento e modelagem computacional, uma metodologia que combina teorias, métodos e filosofia para analisar o comportamento dos sistemas do mundo ao nosso redor, visto como um todo, e não dividido em partes separadas.

O entendimento sobre a dinâmica dos sistemas por Forrester foi um o primeiro passo para o desenvolvimento da teoria para simular sistemas complexos, não-lineares, e que contenham *feedback loop*. Este último elemento, o *feedback*, segundo Corbett Neto (2007), é o conceito central dessa metodologia. O pressuposto acerca desse conceito é que as decisões são tomadas mediante as informações vindas dos sistemas. Essas decisões resultam em ações que tem como objetivo mudar o sistema inicial percebido. Quando a nova informação chega sobre as condições do sistema pode-se verificar se de fato houve mudança ou não do sistema, ou seja, é possível verificar se a ação implementada foi eficaz ou não. Contudo, essa nova informação gera outras decisões e ações que podem produzir mais mudanças no sistema. Essa seqüência circular de causas e efeitos é o que se denomina de *feedback loop*.

Resumidamente, tem-se que, o conhecimento dos fenômenos relacionados com os sistemas dinâmicos, possibilitou a concepção de diversos simuladores em auxílio à

compreensão dos sistemas de negócios através de jogos simulados direcionada a situações específicas da área empresarial. A maioria dos jogos consiste num processo dinâmico no qual é apresentada uma série de problemas para serem resolvidos, exigindo decisões que precisam ser tomadas. (CHECCHINATO, 2002).

Nesta perspectiva, Sterman (1989) relatou e evidenciou o efeito chicote em um jogo simulado, tal qual anteriormente citado, denominado “*beer game*” ou “jogo da cerveja”. Este codinome deve-se ao fato de originalmente o jogo da produção e distribuição ter sido testado por estudantes, que se sentiam mais motivados sobre produção de cerveja mais do que qualquer outro produto. Por isso, o nome do jogo ficou estabelecido como “jogo da cerveja”. Mais tarde, este jogo simulado começou a ser aplicado em escolas de negócios e departamentos de engenharia industrial como parte de módulos de gestão da cadeia de suprimentos para mostrar as vantagens em se ter uma cadeia de suprimento aproximadamente integrada, o valor de se compartilhar informações através dos integrantes de toda a cadeia, além de introduzir e mostrar alguns conceitos como o efeito chicote (*Bullwhip effect*).

Diversos economistas também notaram este fenômeno, à medida que perceberam que a existência de uma variação entre a produção industrial e a variação de vendas. Além disso, as flutuações da demanda tinham influência no aumento dos estoques e dos custos operacionais. Lee, Padmanabhan e Whang (1997) citam o nome de alguns economistas que perceberam a existência do *bullwhip effect*, entre os quais Holt *et al* (1960), Blinder (1982) e Blanchard (1983). De maneira análoga, Metters (1997) acrescenta a essa lista os economistas West (1986) e Krane & Braun (1991).

Percebe-se assim, que os estudos relacionados à temática do *bullwhip effect* e mesmo o reconhecimento da ocorrência deste fenômeno nas cadeias de suprimentos é bastante recente. Ainda assim, é possível distinguir duas fases distintas quando se analisa o perfil das pesquisas realizadas no escopo do efeito chicote nos últimos anos. Os primeiros trabalhos desenvolvidos a despeito do EC procuravam apresentar à comunidade acadêmica a existência do *bullwhip effect*, entre os quais se podem destacar Simon (1952), Forrester (1961), Blinder (1982), Sterman (1989), Kelle & Milne (1999), Lee, Padmanabhan e Whang (1997) e Metters (1997). Tais pesquisas identificavam e apresentavam o fenômeno do chicoteamento e suas principais causas em termos de rentabilidade e sua influência na programação da produção, nos custos e no gerenciamento da cadeia de suprimento.

A partir disso, entrou-se numa segunda fase científica com relação às pesquisas desenvolvidas sobre o *bullwhip effect*, uma vez que já era de conhecimento geral sua existência e seus maléficos efeitos em toda cadeia de suprimentos. Nesse sentido, uma diversidade de outros trabalhos científicos foi publicada no intuito de elaborar métricas que pudessem mensurar o mais fielmente possível o *EC* nas cadeias de suprimentos, relacionando as variáveis *lead time*, variância de demanda e de vendas e nível de estoques. Neste escopo destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Fransoo & Wouters (2000), Chen *et al* (2000), Dejonckheere *et al* (2002), Zhang (2003), Kim *et al* (2006), Luong (2007), Luong & Phien (2007). Nesta fase, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas no intuito de desenvolver métricas de quantificação do *bullwhip effect*, porém, para tal, parte-se da aplicação de métricas consideradas clássicas como as de Fransoo & Wouters (2000), Chen *et al* (2000), Dejonckheere *et al* (2002).

Em vista disso, atualmente a maior parte das publicações caracteriza-se ou pela construção de modelos de quantificação do *EC* seguido de validação, ou pela divulgação da ocorrência do efeito chicote, mediante a quantificação deste nas cadeias de suprimentos, a identificação das causas, indicação de melhorias e contribuições teóricas a partir das conclusões encontradas. Nesta perspectiva, citam-se os trabalhos desenvolvidos por Fiala (2004), Zhang (2004), Wu & Katok (2005), Ouyang (2006), Hwarng & Xie (2006), Miragliotta (2006) e Carbonneau, Laframboise & Vahidov (2007) e no Brasil os trabalhos desenvolvidos por Vieira, Barbosa e Conceição (2003), Mangini (2006), Vieira e Portes, (2006) e Fioriollli e Fogliatto (2007).

Percebe-se com isso, que a temática referente ao efeito do chicoteamento nas cadeias de suprimentos tem sido bastante discutida no meio acadêmico, principalmente nos Estados Unidos e Europa. No Brasil, as pesquisas relativas a este tema ainda está numa fase embrionária, e por isto, a instigação desta pesquisa em estudar o fenômeno da amplificação da variabilidade da demanda numa cadeia de suprimentos do País, de modo que, possam-se comparar os resultados encontrados com os encontrados em outros países, e, principalmente contribuir de forma significativa com a teoria já existente e disseminá-la no País.

A despeito dos primeiros estudos realizados sobre o *bullwhip effect* tem-se que estes indicavam que a amplificação da demanda era causada pela falta de uma análise racional das informações relacionadas com a demanda e pela falta de conhecimento de práticas

relacionadas com inventário e gerenciamento da cadeia de valor. Contrapondo-se a esta versão foi publicada uma das mais importantes pesquisas realizadas no escopo do fenômeno do chicoteamento, o estudo desenvolvido por Lee, Padmanabhan e Whang ainda no ano de 1997. Estes autores definiram as causas do fenômeno através de modelagem matemática, onde a função objetivo era de minimização dos custos totais. Tais autores demonstraram através de modelos matemáticos, que as causas da amplificação da demanda ao contrário do que se pensava, eram causadas por decisões tomadas de maneira racional pelos responsáveis pela sua análise. Neste trabalho, estes autores determinaram com respaldo matemático que as principais causas da ocorrência do efeito chicote derivam de eventos do tipo não comportamentais, especificamente, atualização da previsão da demanda, pedidos em lote, flutuação do preço e o jogo de racionamento e falta.

Esta constatação implica em que as práticas adotadas para controlar os efeitos da flutuação da demanda deveriam ser revistas. As primeiras análises, derivadas dos primeiros estudos, sugeriam que para eliminar as causas da amplificação da demanda seria necessário modificar o comportamento e o grau de instrução individual de cada membro. Por outro lado, os resultados obtidos em estudos posteriores encabeçadas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997), sugeriam que para se eliminar os efeitos da amplificação da demanda, as empresas deveriam provocar mudanças estruturais internas e inter-organizacionais, incluindo nos seus processos decisórios.

Assim, segundo Checchinato (2002), apesar das causas precisas do efeito chicote continuar ainda sob debate, a maioria dos autores concorda que, estas possuem duas naturezas diferenciadas: do tipo comportamental, acerca das decisões individuais e tipos de incentivos e os não comportamentais previamente definidos por Lee, Padmanabhan e Whang (1997). Para uma melhor compreensão destas tipologias segue uma descrição sucinta acerca das possíveis causas apontadas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997).

2.5.1 Causas Comportamentais

a) Decisões Individuais

Uma das causas do efeito chicote é a falha na compreensão do impacto de decisões individuais em toda a cadeia de abastecimento. As razões que levam um tomador de decisões

a pedir quantidades maiores das que ele recebe da demanda consumidora pode ser argumentado com os mesmos utilizados para justificar a manutenção de estoques, ou seja, proteção para evitar a falta de produtos, tamanho do lote econômico, e pedido de especulação.

b) Tipos de Incentivos

Incentivos funcionais impróprios contribuem para algumas tomadas de decisões erradas, causando o efeito caótico na cadeia de suprimento. O típico medo das faltas encoraja o pedido em excesso, além disto, os objetivos de *marketing*, vendas, fabricação e distribuição freqüentemente se confrontam. O desbalanceamento funcional resultante de tais conflitos deve-se em grande parte às medidas de desempenho funcionais inadequadas. Essas medidas de desempenho funcional ultrapassadas estão tão mal arraigadas, que se tornam quase estruturais por natureza, possíveis de serem lidados apenas através de estoque e capacidade sem excesso, que tentam compensar o funcionamento isolado dos diversos departamentos. Dessa forma, mesmo decisões racionais tomadas individualmente dentro de cadeias de suprimento mal estruturadas, poderão causar o efeito de chicoteamento.

2.5.2 Causas não-comportamentais

a) Atualização da Previsão de Demanda

Cada uma das empresas pertencentes a uma cadeia de suprimento faz seus pedidos às empresas imediatamente acima delas na cadeia, desse modo, as previsões de demanda são baseadas no padrão de demandas históricas de seus consumidores imediatos. Desta forma, somente o varejista faz sua previsão nos padrões atuais da demanda de seus consumidores, os demais apenas ajustam às flutuações na política de ordem de pedidos daqueles que os precedem na cadeia.

A literatura especializada disponibiliza diversas técnicas de previsão da demanda, tais como as técnicas de séries temporais como amaciamento exponencial, média móvel e ponderada, análises de regressão linear e redes neurais. Todavia, segundo Alvim (2005), a maioria destes métodos de previsão aloca um peso substancial na demanda real recentemente

observada, o que leva à propagação de quaisquer picos repentinos em pedidos realizados em algum elo da cadeia de suprimento.

O efeito é amplificado devido à magnitude dos estoques de segurança cobrindo a demanda ao longo de extensos períodos de *lead time* à medida que se move a montante da cadeia de suprimento, ou seja, que se move do consumidor final (demanda real) em direção ao varejista, atacadista e etc. Ao mesmo tempo, quanto maior for o *lead time*, mais imprecisa é a previsão da demanda, situação esta, que contribui para a variabilidade da demanda e para o aumento dos níveis de estoques de segurança.

Dessa forma, Lee, Padmanabhan e Whang (1997), concluíram que, independente da técnica a ser utilizada para previsão da demanda, sempre vai ocorrer o efeito chicote na cadeia de valor devido à formação dos estoques de segurança, advindos da incerteza e a variabilidade existente nas cadeias produtivas, aliados ao fato de que, os primeiros elos da cadeia de valor (a montante da cadeia) não terem contato direto com o valor da demanda real a ser atendida.

b) Jogo do Racionamento e Falta

O jogo de racionamento e falta ocorre quando a demanda por um determinado produto excede a oferta. Em decorrência desse fato, os fabricantes freqüentemente racionam seus produtos aos clientes, entregando uma quantidade proporcional àquela pedida. Os clientes, sabendo dessa prática, propositadamente exageram seus pedidos em períodos de falta de suprimento e reduzem ou, quando permitido, cancelam seus pedidos exagerados em períodos de suprimento amplo. Essa prática do cliente, a qual se denomina jogo de pedidos, oferece pouca informação confiável aos fornecedores a respeito da demanda real do produto. Devido a isto, ocorre um erro na percepção dos padrões de demanda do mercado, levando a padrões de pedidos cada vez mais errados à medida que se move para cima da cadeia de suprimento (ou seja, à medida que se distancia do consumidor final).

c) Flutuação do Preço

Através de realizações de acordos comerciais especiais e promoções (abatimento no preço e descontos pela quantidade), muitas vezes, as empresas acabam comprando os suprimentos necessários muito antes da demanda. Quando isso acontece, os consumidores

acabam comprando quantidades maiores que as necessárias, devido ao preço do produto estar abaixo do normal, e deixam de comprar até que seus estoques se esgotem ou quando houver uma nova promoção. Este tipo de comportamento faz com que o padrão de compra resultante seja substancialmente diferente do que é na realidade, gerando distorções nos cálculos de previsões futuras da demanda. Ainda faz com que os produtores tenham períodos de superprodução; custos extras nas taxas de transporte, que são pagos durante o pico das temporadas; além de falta de espaço para armazenagem do produto.

d) Pedidos em lote

Empresas fazem pedidos em lote com o intuito de obter vantagens de economias de escala, como a redução do custo fixo de pedidos e descontos no transporte das mercadorias. O custo do pedido é o custo referente a cada vez que se faz algum pedido, não importando a quantidade; dessa forma, as empresas vêm vantagens em fazer pedidos menos freqüentes, mas com grandes quantidades. E, com grandes quantidades a serem transportadas, os meios de transporte, principalmente caminhões, podem ser utilizados na sua total capacidade, reduzindo assim o número de viagens e outros gastos para o transporte de tais mercadorias.

Apesar de ser vantajoso para as empresas, isto faz com que acumulem suas demandas antes de fazer o pedido, e, conseqüentemente, façam pedidos aos seus fornecedores com menor freqüência (geralmente uma ou duas vezes por mês), o que leva a alternância entre pedidos com grandes quantidades seguidos de nenhum pedido, resultando na dificuldade e no erro da previsão de demandas futuras para estes fornecedores.

Dessa forma, recomenda-se que sejam feitos pedidos mais freqüentes, conforme advoga a filosofia JIT. Sendo maior a freqüência dos pedidos, menores são estes, com isso tem-se uma menor variabilidade e incertezas. As possíveis economias de escala não sofreram variação devido ao ponto anteriormente citado, chamado operadores logísticos.

Assim, para a redução dos problemas relacionados aos pedidos em lote, deve-se desenvolver estratégias que reduzam os tamanhos dos lotes e promover pedidos mais freqüentes, conforme preconiza a filosofia *Just in time*.

Através do uso da tecnologia de informação, pode-se reduzir substancialmente o custo do processamento do pedido por meio da eliminação do trabalho em papel e dos pontos de retroalimentação ou verificação. Usando o intercâmbio eletrônico de dados as empresas

podem implementar o pedido auxiliado por computador (CAO – Ordens Assistidas por Computador), é possível cortar o custo do pedido de compra para um décimo e fornecer incentivos aos clientes para pedirem com maior frequência.

Quanto ao transporte, mudanças similares podem ajudar a amaciar os padrões de pedidos da cadeia de demanda. Certamente, economias de transporte são de extrema importância na gestão de cadeias de suprimento globais, muito mais, empresas onde tal atividade desempenha papel vital no desempenho geral, como por exemplo, empresas de bebidas como a estudada por esta pesquisa.

Diante dos impactos negativos que o efeito chicote promove muitas estratégias tem sido desenvolvidas no sentido de evitar o agravamento ou mesmo a eliminação do efeito chicote. Entre as soluções mais inovadoras tem-se o uso de empresas logísticas terceirizadas, as quais permitem economias de escala no transporte e distribuição que não eram viáveis em relacionamentos cliente/fornecedor únicos. Empresas logísticas terceirizadas podem consolidar cargas de múltiplos fornecedores localizados próximos uns aos outros ou entregar a múltiplos clientes, alguns dos quais concorrentes diretos, em localidades geográficas próximas.

2.6 Conseqüências do Efeito Chicote

Tomadores de decisão reagem às flutuações da demanda e fazem as decisões de investimento ou mudança nos planos de capacidade no intuito de nivelar esta com o comportamento da demanda. Essas decisões são provavelmente enganadas com os picos de demanda e podem ser eliminados pela reorganização da cadeia de abastecimento.

Devido a isto, as flutuações na demanda que ocasionam o efeito chicote podem causar a perda de programas de produção, que acabam sendo desnecessários, pois não há mudanças reais na demanda. Estas variações causam variação em toda cadeia logística, desde o planejamento da capacidade e da produção, até no planejamento a capacidade de transporte. Nesse último caso, ter-se-á novamente um esquema sub-ótimo de transporte e aumento relativo nos custos de transporte, de inventário, de capital, de oportunidade entre outros. (ALVIN, 2005).

Diaz e Pires (2003) citam como conseqüências para este fenômeno de amplificação o excesso de inventário, previsões de vendas não confiáveis, oscilação entre ociosidade e

excesso de capacidade produtiva, incertezas no planejamento da produção, deficiência no atendimento às necessidades dos clientes, e conseqüentemente, registro de aumento nos custos ou perda na lucratividade da cadeia de suprimentos.

Como conseqüência negativa do fenômeno e amplificação da demanda evidencia-se o resultado de um ineficiente serviço ao consumidor devido à falta do produto em alguma parte da cadeia de abastecimento. Outro indicador do efeito chicote é um excessivo investimento em estoques por toda a cadeia de suprimento gerado pela necessidade de se proteger contra as variações. (ALVIM, 2005). Nesta perspectiva, Machuca e Barajas (2003) apontam que à variabilidade na procura dos consumidores pode resultar em acumulação de excesso de estoques, bem como falta de inventário, mau serviço ao cliente, excesso ou insuficiência de capacidade, instabilidade nos níveis de produção, o que dificulta o processo de planejamento e programação da produção. Neste contexto, estes autores apontam ainda, a elevação dos custos devido às ações corretivas que devem ser tomadas a fim de equilibrar a capacidade produtiva com a demanda recebida, tais como, realização de horas-extras, demissão e recontração dos funcionários, etc.

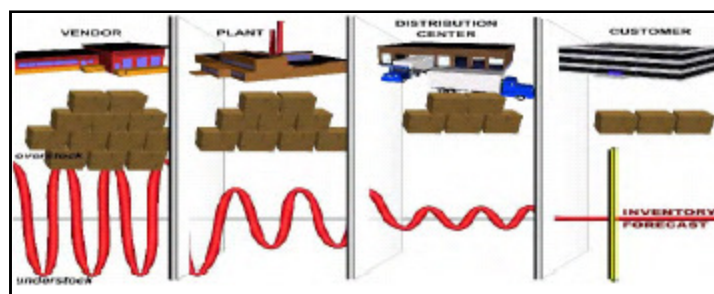


Figura 10: Comportamento dos estoques na cadeia de suprimento não sincronizada
Fonte: Alvim (2005)

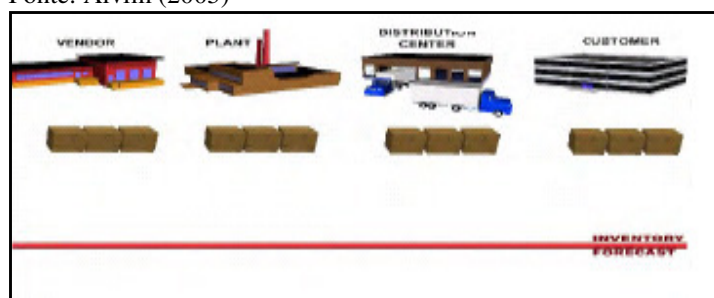


Figura 11: Comportamento dos estoques na cadeia de suprimento sincronizada
Fonte: Alvim (2005)

Uma representação do fenômeno e do comportamento do nível de inventário está esboçada na Figura 10, na qual é reproduzido o comportamento dos estoques ao longo da

cadeia de suprimento não sincronizada quando da ocorrência do efeito chicote. Em contraponto, a Figura 11, reproduz o comportamento do nível de inventário ao longo de toda cadeia produtiva sincronizada, ou seja, quando não existe ruído e distorção na sinalização da demanda à medida que esta informação segue a montante da cadeia de valor.

A despeito das negativas conseqüências do *bullwhip effect*, Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Carlsson e Fullér (2000) e Chen *et al.* (2003), apontam que o *EC* potencialmente traz tanto implicações locais como também sistêmicas para fabricantes, distribuidores e varejistas. Entre essas implicações locais, destacam-se (i) baixos níveis de serviço, gerados pela dificuldade de amortecer, em tempo hábil, as variações extremas da demanda; (ii) vendas perdidas em função das rupturas de estoques geradas por variações extremas da demanda; (iii) aumentos dos estoques de segurança, com vistas à recuperação dos níveis de serviço que garantam a competitividade da estrutura; (iv) aumento no número de reprogramações de produção para cobrir emergências; e (v) gestão ineficiente de recursos locais, como pessoal, equipamentos e capital. Entre as conseqüências sistêmicas, destacam-se: (i) elevação dos custos relacionados aos estoques na cadeia de abastecimento, em razão do aumento dos estoques locais, em cada um dos pontos do sistema; (ii) queda do retorno sobre o capital investido nas operações da cadeia; (iii) queda da produtividade dos funcionários que atuam nos processos produtivos desenvolvidos no sistema; (iv) processo decisório reativo, principalmente em função dos picos de demanda, causando ruptura de planejamento; e (v) gestão ineficiente dos recursos da cadeia de abastecimento como um todo, em decorrência das ineficiências locais e da dificuldade de integração das operações realizadas.

No sentido de mitigar os maléficos resultados associados ao efeito chicote a maioria dos autores compartilham da opinião de que para ser possível eliminar ou reduzir a ocorrência do fenômeno do chicoteamento e seus efeitos é necessário buscar o compartilhamento de conhecimento e informação com fornecedores e consumidores para melhorar a estimativa de demanda; trabalhar conjuntamente com os membros da cadeia de suprimento para determinar a possível causa de efeito; além da utilização de TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação) que permitam aumentar a velocidade de comunicação e melhorar o tempo de resposta.

De uma forma geral, uma das mais freqüentes sugestões para a redução do efeito chicote reside na centralização de informação da demanda em uma cadeia de suprimento,

sendo que cada estágio dessa cadeia possui informações acuradas sobre a atual e real demanda do consumidor. Sugere-se assim que algumas ações sejam viabilizadas, tais como:

- **Redução da incerteza:** essa técnica consiste na centralização da informação e compartilhamento de informação sobre a demanda.
- **Redução da variabilidade:** consiste na aplicação de práticas de eliminação da flutuação de preços através de medidas que promovam preços baixos todos os dias evitando-se descontos eventuais ou promoções.
- **Redução do *lead-time*:** diminuindo o tempo de ressuprimento é possível a diminuição da variabilidade da demanda, como também tem grande auxílio na redução de estoques favorecendo a previsão da demanda.
- **Formação de parceiros estratégicos:** com a formação destes parceiros tende a ocorrer a disseminação de informações relativas ao comportamento da demanda e melhoria do gerenciamento de estoque ao longo de toda cadeia de suprimento.

Dessa forma, observa-se que o principal desafio relativo ao gerenciamento do *EC* consiste em reduzir ineficiências e atenuar ou eliminar a sua propagação ao longo da cadeia de abastecimento, de modo a viabilizar a otimização dos recursos empregados em seus diferentes níveis. Isto depende do grau de conhecimento que se tem sobre as suas causas e sobre a sua intensidade. Nesse sentido, a quantificação do *EC* tem sido um tema freqüente de pesquisa nos últimos anos quando se fala em Gestão das Cadeias de Suprimentos. Em sendo assim, segue-se com a apresentação sucinta de algumas métricas do efeito chicote, dando maior ênfase a metodologia desenvolvida por Fransoo e Wouters (2000) que será a ferramenta utilizada nessa pesquisa.

2.7 Mensurando o efeito chicote

Diversas pesquisas foram desenvolvidas na tentativa de medir o efeito chicote nas cadeias de suprimento. Autores como Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Chen *et al* (2000), Fransoo e Wouters (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Zhang (2003), Warburton (2004) e mais recentemente Kim *et al* (2006), Vieira e Portes (2006) Luong (2007), Luong & Phien (2007) e Fiorioli e Fogliatto (2007) vêm apresentando importantes desenvolvimentos teóricos

sobre o tema. Enquanto parcela das pesquisas motiva-se pelo desenvolvimento de métricas de aferição do efeito chicote, outras se destinam à aplicação, validação e ajustes destas metodologias nas mais variadas indústrias.

A motivação para a realização destas investigações é a comprovação da existência do fenômeno e principalmente a aferição da intensidade do efeito relacionando este com a alteração dos custos operacionais, a subutilização da capacidade produtiva e seus impactos na rentabilidade das empresas. Alguns exemplos das pesquisas empíricas realizadas a partir da década de 1990 seguem expostos no Quadro 2. Estas pesquisas foram realizadas nos Estados Unidos e na Europa em diversos tipos de ramos industriais. Os resultados apontados não são quantitativos, apenas apontam através de avaliações qualitativas o nível de amplificação e flutuação percebidas nas cadeias avaliadas.

REFERÊNCIAS	ALVO DA PESQUISA	RESULTADOS
Blackburn (1991)	Indústria automotiva	Nível médio de amplificação e flutuação.
Avery <i>et al.</i> (1993)	Indústria automotiva em um ambiente com MRP.	Alto nível de flutuação da demanda.
Hammond (1994)	Indústria supermercadista (Europa)	Nível médio de amplificação e flutuação.
Lee <i>et al.</i> (1995)	Indústria alimentícia (EUA)	Nível médio de amplificação e flutuação.
Lee <i>et al.</i> (1997)	Indústria de higiene pessoal	Alto nível com picos alternos de flutuação.
Holmstrom (1997)	Indústria supermercadista (Europa)	Alto nível de amplificação e flutuação da demanda
Gill e Abend (1997)	Indústria varejista (EUA)	Nível médio de amplificação e flutuação.
Taylor (1999)	Indústria automotiva (Reino Unido)	Nível médio de amplificação e flutuação.
Fransoo & Wouters (2000)	Indústria alimentícia (Europa)	Nível médio de amplificação e flutuação.
McCullen & Towill (2001)	Indústria mecânica (Europa)	Nível médio de amplificação e flutuação.
El-Beheiry <i>et al.</i> (2004)	Indústria de brinquedos (Europa e EUA)	Nível médio de amplificação e flutuação.
Hejazi & Hilmola (2004)	Indústria eletrônica e moveleira (Europa)	Alto nível de amplificação a montante da cadeia.

Quadro 2: Exemplos de pesquisas empíricas para mensuração do efeito chicote
 Fonte: Adaptado de Miragliotta (2006)

Em contrapartida, no campo teórico, exemplos de pesquisas foram as contribuições de realizadas por Chen *et al* (2000), que demonstraram como quantificar o efeito de chicoteamento em uma cadeia de múltiplos estágios a partir da análise de dois eventos: a previsão de demanda e o *lead time*. Esse estudo foi formulado como função do *lead time*, da variância da demanda e do número de períodos utilizados na previsão da demanda, onde a demanda é uma variável estocástica. O modelo trabalha com cenários onde o *lead time* é constante e trata eventuais valores negativos, obtidos no cálculo do tamanho dos pedidos, como sendo excessos de estoque que podem ser devolvidos a custo zero. De modo similar, os modelos de Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Fransoo e Wouters (2000) e Warburton (2004) também operam em ambientes com *lead time* constante e não utilizam eventuais excessos de estoque no cálculo do tamanho dos pedidos. Em contraponto, Dejonckheere *et al* (2003) determinaram como quantificar o efeito chicote sob a ótica ainda destes dois elementos, considerando neste caso, a demanda constante e o *lead time* como uma variável randômica. De modo similar ao método de mensuração desenvolvido por Fiorioli e Fogliatto (2007) que considera um ambiente com demanda e *lead time* estocástico.

Entretanto, não serão detalhados com profundidade os métodos desenvolvidos pelos autores Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Chen *et al* (2000), Dejonckheere, *et al* (2003), Warburton (2004) e Fiorioli e Fogliatto (2007) para a medição do efeito chicote, pois, estes não serão utilizados como ferramenta de análise nesta pesquisa. A metodologia a ser utilizada nesta proposta de pesquisa será a desenvolvida pelos autores Fransoo & Wouters (2000), segue-se assim com uma explanação sobre esta metodologia para efeito da mensuração da amplificação da demanda.

Fransoo & Wouters (2000) procuraram explicar a mensuração do efeito chicote em uma cadeia de suprimento tendo como foco de análise três elos produtivos dentro da cadeia de suprimento. Para tal mensuração, os autores consideram o efeito de chicoteamento como sendo o quociente entre a variação da demanda a montante pela variação da demanda a jusante do elo estudado. A variação refere-se ao desvio padrão da demanda (σ) dividido pela demanda média aritmética (μ).

Segundo estes autores, para o cálculo do efeito chicote consideram-se as demandas como sendo os dados correspondentes à sinalização da demanda que saem de um componente inferior de um determinado nível da cadeia para um componente acima do mesmo nível (D_{in}).

Já os valores das vendas (D_{out}) são analisados como sendo os dados que saem de um componente superior e vai para um abaixo do mesmo nível. Ou seja, D_{in} é o pedido de um membro da cadeia ao membro imediato (mais próximo) e D_{out} é o valor dos pedidos atendidos por este membro, conforme ilustrado na Figura 12.

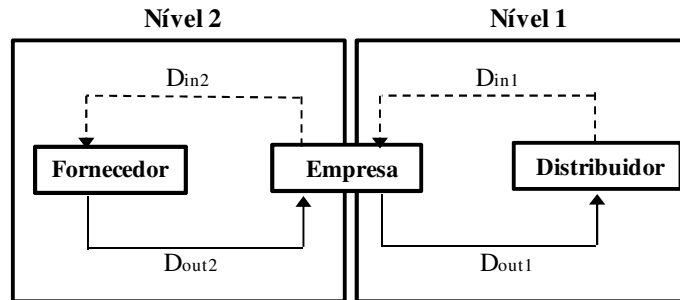


Figura 12: Fluxos logísticos nos dois elos da cadeia
Fonte: Vieira, Barbosa e Conceição (2003)

Sendo assim, de acordo com a metodologia desenvolvida por estes autores, o valor do efeito de chicoteamento, pode ser calculado de acordo com as seguintes equações.

$$\omega = \frac{C_{out}}{C_{in}} \quad (1), \text{ onde}$$

$$C_{out} = \frac{\sigma(D_{out}(t, t+T))}{\mu(D_{out}(t, t+T))} \quad (2)$$

$$C_{in} = \frac{\sigma(D_{in}(t, t+T))}{\mu(D_{in}(t, t+T))} \quad (3)$$

Nas expressões acima, ω representa o valor do efeito de chicoteamento, $D_{in}(t, t+T)$ e $D_{out}(t, t+T)$ são os valores das demandas sinalizadas e das vendas realizáveis respectivamente, durante o intervalo de tempo $(t, t+T)$. Os valores de C_{in} e C_{out} representam o nível de dispersão em cada elo, ou seja, representam o grau de variabilidade existente nos fluxos de suprimento e informações que passam de um elo para o outro ao longo da cadeia de suprimento. Isto porque, o nível de variabilidade existente comparativamente entre elos subsequentes denota a existência e a intensidade do *bullwhip effect*. Logo o ω corresponde ao efeito chicote existente entre a empresa e seu elo mais próximo. De modo que, para uma cadeia de suprimentos compostas por três elos tem-se que a determinação do efeito chicote dá-se pelas equações na sequência:

$$\omega_T = \omega_1 * \omega_2 \quad (4)$$

$$\omega_1 = \frac{C_{out1}}{C_{in1}} \quad (5) \text{ e } \omega_2 = \frac{C_{out2}}{C_{in2}} \quad (6)$$

$$C_{in1} = \frac{\sigma(D_{in1})}{\mu(D_{in1})} \quad (7), C_{in2} = \frac{\sigma(D_{in2})}{\mu(D_{in2})} \quad (8), C_{out1} = \frac{\sigma(D_{out1})}{\mu(D_{out1})} \quad (9), C_{out2} = \frac{\sigma(D_{out2})}{\mu(D_{out2})} \quad (10)$$

O modelo matemático apresentado, através das equações matemáticas expostas, desenvolvidas pelos autores Fransoo & Wouters (2000) é a ferramenta de cálculo para a mensuração do efeito chicote da cadeia de suprimento alvo desta pesquisa. De modo que, para o cálculo do efeito chicote na cadeia produtiva de bebidas escolhida, foram utilizadas essas equações definidas pelos autores supracitados.

Cálculo	1	2	3	4	5	μ (média)	σ/μ	ω (efeito chicote)
Por produto								
Produto 1								
Din 1	5	4	6	4	6	5	0,200	2,45
Dout 1	2	6	8	3	6	5	0,490	
Produto 2								
Din 2	4	6	5	5	5	5	0,141	4,8
Dout 2	1	9	2	6	7	5	0,678	
Por empresa								
Empresa 1								
Din 1	9	10	11	9	11	10	0,1	4,58
Dout 1	3	15	10	9	13	10	0,458	
Empresa 2								
Din 2	29	31	28	28	29	29	0,042	4,69
Dout 2	28	30	21	37	29	29	0,197	
Por cadeia								
Cadeia								
Din 1	38	41	39	37	40	39	0,041	4,69
Dout 2	31	45	31	46	42	39	0,191	

Tabela 2: Diferentes cálculos para o efeito chicote
 FONTE: Adaptado de Fransoo & Wouters (2000)

Um diferencial da pesquisa desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000) comparada às demais, deve-se ao fato de que, estes autores demonstram que o cálculo do efeito chicote poder ser realizado por diferentes ângulos ou diferentes escolhas de análise dos dados. O cálculo do efeito chicote pode ser realizado por empresa, por produto ou por elo da cadeia,

dependendo do nível de detalhe de dados e informações que a cadeia possui para a realização do cálculo e análise do efeito conforme é exemplificado na Tabela 2. Com os mesmos dados de demanda, o efeito de chicoteamento pode ser calculado de diferentes formas, dependendo da maneira como os dados são agregados (FRANSOO & WOUTERS, 2000).

Observa-se na Tabela 2 que os valores para o efeito chicote apresentam algumas variações, principalmente quando se refere à medição do efeito por produto. Todavia, é bastante claro que, a distorção existente entre a informação da demanda e seu valor real, D_{in} e D_{out} , respectivamente, possibilita que em uma cadeia de suprimento, por exemplo, o efeito seja de 4,69, significando que, o elo mais a montante da cadeia tem capacidade produtiva para operar quase cinco vezes mais do que o necessário para o atendimento da demanda real, prevista no elo mais a jusante da cadeia, que tem contato direto com o consumidor.

2.8 Conclusões

Através dos fundamentos teóricos abordados neste capítulo buscou-se evidenciar as atividades logísticas até sua evolução ao *Supply Chain Management*, perpassando pelo efeito chicote, suas causas, efeitos e métricas de mensuração. Pode-se observar pela literatura pesquisada, notadamente referente ao fenômeno da amplificação da demanda, que, apesar do tema ser relativamente recente, é identificada uma grande escala de pesquisas desenvolvidas no meio acadêmico, principalmente a nível internacional.

Frente à lacuna observada no País no que se refere à realização de pesquisas a sobre o efeito chicote, este estudo pretende verificar o efeito da propagação amplificada ao longo de uma cadeia de suprimentos de uma empresa do ramo industrial de bebidas não-alcoólicas. Para tal, por se tratar de uma pesquisa científica necessita estabelecer procedimentos metodológicos que seguem apresentados no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 3: Procedimentos Metodológicos

O objetivo desta seção é descrever os procedimentos metodológicos a fim de que os objetivos propostos no capítulo 1 fossem alcançados.

3.1 Tipo de Pesquisa

Seguindo a classificação de Vergara (1997), que qualifica uma pesquisa em relação a dois aspectos básicos: quanto aos fins (objetivos) e quanto aos meios (procedimentos técnicos), a pesquisa realizada, quanto aos fins, apresenta caráter exploratório e descritivo.

Exploratório porque, além de ser o primeiro estágio da pesquisa científica, conforme indica o primeiro objetivo específico explicitado, observa-se também que, embora sejam encontrados diversos estudos nacionais e principalmente internacionais sobre as atividades logísticas e o efeito chicote, não se verificou a existência de estudos anteriores que tenham quantificado os efeitos advindos da propagação amplificada das distorções da sinalização da demanda em uma empresa no ramo industrial de bebidas. Ademais, a pesquisa apresenta caráter descritivo, uma vez que, procura descrever características de determinada cadeia de suprimento a partir de empresa, buscando inicialmente analisar a empresa a cadeia de suprimento e, posteriormente, identificar os efeitos da propagação das distorções na sinalização da demanda, especificamente a ocorrência do efeito do chicoteamento, ressaltando suas possíveis causas.

Quanto aos meios, tratar-se de uma investigação científica, ao mesmo tempo, documental, pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Documental, pois foi realizada uma investigação nos documentos internos da empresa acerca do objeto de estudo, ou seja, planos de previsão de demanda, plano mestre de produção, planejamento da capacidade, volume de vendas, volume de compras e de consumo de matéria-prima realizadas com o intuito de identificar a ocorrência do fenômeno de amplificação da demanda ao longo da cadeia de suprimento escolhida e mensurar seu tamanho a partir dos dados coletados. O caráter bibliográfico deu-se em virtude do rastreamento bibliográfico que foi desenvolvido para o atingimento do primeiro dos objetivos específicos topificados no capítulo introdutório no que concerne à fundamentação teórica da

pesquisa. No processo investigativo para fundamentação teórico-metodológica foi realizada uma investigação bibliográfica a despeito da logística, particularmente à cadeia de suprimento, ao *Supply Chain Management* e ao efeito chicote, suas causas e conseqüências, assim como métricas de mensuração do *bullwhip effect* consideradas clássicas na literatura especializada.

Por fim, esta pesquisa está delineada mais fortemente como um estudo de caso à medida que teve como foco de análise uma determinada instituição, com a finalidade de obter generalizações analíticas e teóricas para contribuir com a consolidação de uma teoria mais abrangente. Apesar de analisar os fluxos logísticos (suprimentos e demanda) para uma cadeia de suprimentos de três estágios, a coleta de dados focou apenas o elemento central da cadeia de suprimentos analisada, a empresa produtora de bebidas. Neste trabalho, a unidade de análise foi uma empresa do ramo industrial de bebidas, situada no município de Santa Rita /PB. A escolha da empresa a ser investigada foi definida por acessibilidade.

3.2 Seleção dos sujeitos

Nesse trabalho, os sujeitos da pesquisa foram os funcionários do nível tático da empresa, especialmente, o coordenador e analistas do setor de logística da empresa unidade Santa Rita/PB, por acreditar que estes tinham maior facilidade em fornecer as informações necessárias à realização da pesquisa, especialmente, os dados históricos da demanda prevista e do volume de vendas da empresa, mês a mês, assim como, a demanda sinalizada e o real volume de compra de matéria-prima para fabricação dos produtos, isto para que fosse possível a investigação da ocorrência do efeito chicote a partir da variabilidade dos dados utilizando a metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000).

3.3 Definição das variáveis de investigação

As variáveis estão diretamente relacionadas com o objetivo da pesquisa, sendo a fonte para a elaboração dos instrumentos de pesquisa e determinadas por meio de indicadores, os quais são fatores que possibilitam medir ou indicar a variável no fenômeno. As variáveis de investigação, suas definições e seus indicadores apresentam-se no quadro 3.

VARIÁVEIS	DEFINIÇÃO	INDICADORES
1. Comportamento dos fluxos logísticos (demanda e suprimentos) a montante e a jusante do elo pesquisado	Varição observada no comportamento da demanda sinalizada e recebida e do volume de vendas estimada e realizada.	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico da previsão de demanda recebida • Histórico da previsão de demanda sinalizada • Histórico de vendas de produtos acabados realizadas pela empresa • Histórico de compras de matéria-prima realizadas pela empresa
2. Graduação do nível de eficiência produtiva do elo pesquisado	Diferença entre a capacidade efetiva e a capacidade utilizada	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade produtiva da empresa • Volume de produção • Gargalos de produção • Histórico da ociosidade dos equipamentos e mão-de-obra
3. Planejamento e gestão dos estoques	Política adotada pela empresa para o gerenciamento e controle dos estoques de matéria-prima, peças, material em processo e produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho do lote de compra • Tempo de ressurgimento • Frequência de entregas • Método de previsão de demanda utilizada • Acompanhamento do comportamento da demanda • Níveis de estoque • Políticas de gestão e controle
4. Política de relacionamento entre o elo pesquisado com o elo a montante (fornecedor) e a jusante (distribuidor) da cadeia de suprimentos.	Tipo de política adotada pela empresa no relacionamento com os elos mais próximos da cadeia de suprimentos.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de negociação utilizada para a determinação de peça, quantidade e prazo de entrega • Existência de planejamento integrado • Política de cancelamento de pedidos • Compartilhamento de informações sobre demanda e produção com os elos mais próximos da cadeia • Tipos de acordos entre os elos

Quadro 3: Variáveis de investigação e indicadores da pesquisa

3.4 Coleta de dados

Os dados foram coletados por meio de pesquisa bibliográfica em livros, *sites* especializados, anais de eventos, periódicos nacionais e internacionais, teses e dissertações com informações pertinentes ao assunto em acervo pessoal, bibliotecas e por meio eletrônico em banco de dados de bibliotecas virtuais.

Nesta etapa, buscaram-se estudos desenvolvidos sobre logística, particularmente à cadeia de suprimento, ao *Supply Chain Management* e ao efeito chicote, suas causas e conseqüências, assim como as métricas de mensuração do *bullwhip effect*. Esta fase foi realizada com o intuito de possibilitar maior compreensão a despeito da problemática

levantada, assim como, permitir a solidificação dos principais conceitos a fim de fornecer contextualização e consistência à investigação pretendida.

A coleta dos dados foi realizada também por via documental, uma vez que, foram levantados dados internos acerca da empresa, do seu processo produtivo e sobre suas atividades logísticas, especialmente, dados sobre o planejamento e programação da produção, gestão da capacidade, bem como, informações que caracterizasse a política adotada pela empresa a despeito da gestão de estoque, compra de matéria-prima, uso de tecnologias de informações, parcerias e tipo de relacionamento com os elos mais próximos da cadeia de suprimento, processo de compra e recebimento de pedidos. De tal modo, na pesquisa de campo, a fim de colher tais dados, foram utilizados como instrumentos de pesquisa entrevistas semi-estruturadas utilizando-se roteiro de observação (APÊNDICE A), com os ocupantes dos cargos indicados na seção seleção dos sujeitos, onde o entrevistador define os pontos-chave a serem abordados e explorados com o entrevistado. Nestas entrevistas, optou-se pela utilização de transcrição dos dados principais, de modo que, as informações secundárias, mas não menos importantes, acerca do processo produtivo da empresa, dos produtos, das matérias-primas e sua estrutura dentro da composição dos produtos, do cenário do mercado na qual a empresa atua, sejam integralmente absorvidas para posterior codificação e análise.

De uma forma geral, os instrumentos de pesquisa que foram utilizados no processo de coleta de dados podem ser classificados como sendo por documentação indireta, na fase do levantamento de dados, através da pesquisa bibliográfica e documental, como também por documentação direta no levantamento dos dados no local onde os fenômenos ocorrem por meio da pesquisa de campo.

Com base nos dados e informações coletadas nas pesquisas bibliográficas, documental e na pesquisa de campo, foram identificados os efeitos advindos da distorção na sinalização da demanda, especialmente o efeito chicote, através da análise na variabilidade na sinalização da demanda à medida que esta informação flui a montante da cadeia de suprimento, do nível de ociosidade da empresa, o nível dos estoques e da política de relacionamento da empresa com os demais elos da cadeia, além de possibilitar a mensuração do efeito chicote através da metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000).

3.5 Ferramenta da pesquisa

Para avaliar os efeitos da propagação das distorções na sinalização da demanda na cadeia de suprimento da empresa pesquisada utilizou-se a metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000). Esta metodologia foi escolhida por se tratar de uma ferramenta considerada “clássica” na teoria do *Bullwhip Effect*. Entretanto, dentre os demais métodos considerados “clássicos” a metodologia desenvolvida por Fransoo e Wouters (2000) possibilita o cálculo do *bullwhip effect* de uma cadeia de suprimento utilizando-se para tal apenas um recorte desta, ou seja, apenas três elos. Assim, o número de informações para este cálculo é muito menor do que se fosse necessário dados de toda cadeia de suprimento. Entretanto, apesar de analisar três elos da cadeia de suprimentos, a aplicação desta metodologia se faz com as informações de um único elo. Posto que, a avaliação é realizada a partir dos dados à montante e à jusante de uma empresa central, ou seja, tomam-se valores efetivos e sinalizados de compra e venda para com os dois elos mais próximos (fornecedor e distribuidor). Dessa forma, verificou-se que a métrica desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000) era adequada, seja pela conformação com a realidade do pesquisador, que tinha acessibilidade a uma empresa e não a toda sua cadeia de suprimento, quer seja, pela facilidade em termos de quantidade de variáveis de análises. Afora esta adequação inicial, esta metodologia possibilitava ainda ao pesquisador diversos focos de avaliação se comparada às demais métricas do efeito chicote existente na literatura. Através da metodologia de Fransoo & Wouters (2000) o cálculo do efeito chicote pode ser realizado por empresa, por produto ou por elo da cadeia, dependendo do nível de detalhe de dados e informações que o pesquisador possui para a realização do cálculo e análise do efeito. Esta característica possibilita um maior número de análises a partir dos dados coletados, permitindo assim, que o pesquisador encontre um número maior de respostas e conclusões acerca da cadeia de suprimentos.

3.6 Tratamento dos dados

Para obtenção dos dados foram feitas cinco visitas à empresa, oportunidade onde o roteiro de observações (APÊNDICE A) foi aplicado e as entrevistas informais com os sujeitos da pesquisa foram realizadas. Nestas visitas o pesquisador coletou dados qualitativos e quantitativos, primários e secundários da empresa, acerca do seu processo produtivo e,

principalmente, sobre as características de suas atividades logísticas. As informações qualitativas foram passadas através de entrevistas informais e de manuais de procedimentos da empresa. Já os dados quantitativos foram retirados do banco de dados eletrônico da empresa e entregues ao pesquisador em forma de relatório em planilhas de *Excel*, contendo todo Plano Mestre de Produção para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007. Este plano de produção continha dados da previsão de vendas, programação da produção, níveis de produção realizada no período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007, bem como, informava a estrutura analítica de todos os produtos, o volume de compras de matérias-primas e o consumo real destas no período analisado para todo o *mix* de produtos da empresa.

De posse destes dados primários realizou-se uma estratificação dentre os produtos fabricados pela empresa em duas vertentes principais: água mineral e refrigerante. Após esta estratificação, foi definido o *mix* de produtos para cada vertente, onde se obteve 35 produtos tipo água mineral e 37 produtos tipo refrigerante. Definido o real *mix* de produtos da empresa e embasado nas entrevistas realizadas com o gerente de logística da empresa, definiu-se pelo critério participação no volume de produção que a pesquisa teria dois focos: um produto na linha de água mineral e outro na linha de refrigerantes. Isto porque, foi sinalizado pela empresa que por se tratar de produtos diferentes, estes possuíam fornecedores diferentes. Logo, escolhendo dois tipos de produtos, a pesquisa abordaria duas estruturas diferentes para as cadeias de suprimentos. Isto seria interessante para a empresa, pois assim, se determinaria a ocorrência ou não do efeito do chicoteamento em seus diferentes tipos de produtos (água mineral e refrigerante), para assim nortear as possíveis melhorias na empresa frente aos resultados apresentados pela pesquisa. Diante desta decisão, foi informado pelo setor de Logística da empresa que nessas duas linhas de produção, os produtos considerados carros-chefe da empresa eram: a água mineral tipo garrafão de 20 litros e a o refrigerante sabor guaraná de 2 litros. Enquanto o primeiro corresponde a 40% de todo volume de produção na linha de água mineral, o segundo, representa 23% do volume total produzido na linha de refrigerantes. Em vista disso, ficou determinado que a pesquisa teria como foco de análise os produtos: 1- garrafão de água mineral de 20 litros e 2- refrigerante guaraná 2 litros.

Definidos os produtos focos da pesquisa procurou-se filtrar os dados da empresa sobre de previsão de demanda, os níveis de produção, o volume de compras de matérias-primas e os níveis de vendas para os produtos avaliados. Essa filtragem era necessária, uma vez que, os

relatórios fornecidos continham todo o plano de produção da empresa para o período já especificado, ou seja, englobavam o plano de produção para todo o *mix* de produtos. Além disso, os volumes de compra de matéria-prima estavam consolidados por tipo de matéria-prima, de modo que, era necessário separar as quantidades de MP por produto e ainda através da estrutura analítica dos produtos, calcular¹ o quanto representava esse nível de compras em unidades do produto final.

De posse dos valores históricos e recentes de previsão da demanda, dos planos de produção, da previsão de compra de matéria-prima, bem como, dos níveis de compra de matérias-primas e de venda mês a mês para os produtos avaliados, determinou-se uma seqüência histórica de todos estes dados para período de tempo disponível. O período em que foram feitas as análises era composto por 20 meses (fevereiro de 2006 a setembro de 2007) e foi escolhido pelo pesquisador por ter sido o período em que foi possível coletar os dados no banco de dados da empresa. Em estando todos os dados colhidos e previamente tratados, através das análises e cálculos realizados, foram determinadas e tabeladas quatro classes, D_{in1} , D_{out1} , D_{in2} , D_{out2} , onde D_{in1} representa a sinalização da demanda que parte do elo-distribuidor para o elo-produção; D_{in2} representa a demanda de compra de matéria-prima sinalizada do elo-produção para o elo-fornecedor; D_{out1} representa os níveis de vendas realizados entre o elo-produção e o elo-distribuidor; e por fim, D_{out2} representa os níveis reais de compra de matéria-prima efetuadas entre elo-produção e o elo-fornecedor.

De posse da seqüência histórica das classes de dados (D_{in1} , D_{out1} , D_{in2} e D_{out2}) realizou-se o tratamento estatístico, que correspondeu à determinação do valor médio e da variabilidade dos dados amostrais, através do cálculo da média aritmética e do desvio padrão de cada série através do *software Microsoft Excel Professional 2007*. A partir desse cálculo procedeu-se à determinação dos valores C_{in1} , C_{in2} , C_{out1} e C_{out2} que representam o nível de dispersão em cada elo, ou seja, representam o grau de variabilidade existente nos fluxos de suprimento e informações que passam de um elo para o outro ao longo da cadeia de suprimento. Para o cálculo destes valores foram utilizadas as equações (7), (8), (9) e (10) apresentadas no capítulo anterior. Por fim, determinou-se o *bullwhip effect* (ω) conforme as equações (4), (5) e (6) do capítulo anterior.

¹ Os cálculos desenvolvidos pelo pesquisador para o tratamento dos dados encontram-se no APÊNDICE B.

3.7 Limitações do método escolhido

Dentre os aspectos limitadores desta pesquisa, ressalta-se principalmente o fato de o modelo analisar apenas um recorte da cadeia de suprimentos, de modo que o *EC* mensurado para a parcela da cadeia de suprimentos não é igual ao *EC* de toda a cadeia de suprimentos, visto haver outros níveis de empresas não avaliados. Da mesma forma, as análises realizadas com relação aos custos, nível de estoque, utilização da capacidade instalada das empresas fornecedoras avaliadas nesta pesquisa são inferências frente ao efeito chicote quantificado. Visto que, a realidade destas empresas não foi contemplada nesta pesquisa, por limitações de tempo e custo, uma vez que todas as empresas fornecedoras das cadeias de suprimento desta pesquisa localizam-se em outros Estados da federação. Desta forma, esta pesquisa, pelo método escolhido, avalia os efeitos do chicoteamento por um ângulo de análise: a empresa produtora de bebidas. De posse disso, por se tratar de uma realidade específica os dados finais não podem ser extrapolados para outros cenários, organizações e cadeias de suprimentos, mesmo que as análises realizadas sobre esta realidade particular sejam utilizadas como contribuição para a teoria já existente mediante diagnósticos e comparações com outras pesquisas já desenvolvidas.

3.8 Etapas do processo de pesquisa

Na primeira etapa, a questão-problema foi estruturada, os objetivos pretendidos foram esboçados e foi delineada a justificativa da pesquisa. Nessa oportunidade, foi realizado o rastreamento bibliográfico, de modo que, o pesquisador tivesse domínio sobre a temática pesquisada. Na segunda etapa, foram definidos os procedimentos metodológicos a serem seguidos, de modo que os objetivos traçados pudessem ser alcançados e a questão-problema respondida. Na última etapa, foi realizada a pesquisa de campo propriamente dita, uma vez que, nesse momento o pesquisador foi a campo investigar as variáveis de análises, coletar e analisar os dados, para assim, responder a problemática da pesquisa. O desdobramento das etapas da pesquisa seguem ilustradas no Quadro 4.

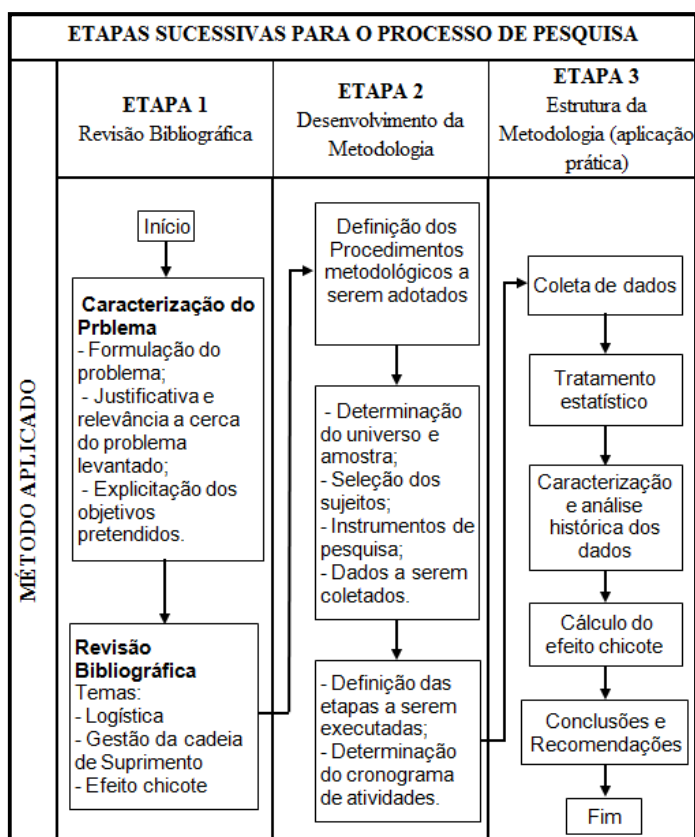
1. Formulação do problema: definição da problemática a ser estudada.

2. Pesquisa bibliográfica: nesta etapa buscou-se levantar o conhecimento disponível sobre logística, particularmente à gestão da cadeia de suprimento, do *SCM* e o efeito chicote, suas causas, conseqüências, possíveis soluções e métricas de mensuração.

3. Pesquisa documental e de campo: realizadas na empresa pesquisada através de entrevistas semi-estruturada e roteiro de observação buscando coletar dados históricos e recentes do volume de pedidos e vendas dos produtos analisados, mês a mês, assim como os pedidos e vendas de matéria-prima para fabricação deste produto, além de informações que possibilitem o mapeamento do processo produtivo, do mercado onde a empresa está inserida, principais atividades, produtos e matérias-primas.

4. Tratamento dos dados: etapa onde os dados coletados foram codificados e tratados. Nessa etapa, foram determinadas as seqüências históricas do (D_{in1} , D_{out1} , D_{in2} e D_{out2}). Após essa determinação foi calculada a variabilidade existente entre os fluxos de produção e de demanda nos elos, de onde se obteve C_{in1} , C_{in2} , C_{out1} e C_{out2} . A partir disso, foi mensurado o EC para os produtos escolhidos utilizando-se o modelo proposto por Fransoo & Wouters (2000).

5. Conclusão: etapa onde foi respondida a pergunta problema que foi levantada no capítulo introdutório e apresentada as análises sobre os resultados encontrados na pesquisa.



Quadro 4: Fluxograma da Metodologia Proposta

CAPÍTULO 4: Análise dos dados

O objetivo desta seção é apresentar as análises dos dados colhidos durante a pesquisa. Inicialmente são mostrados dados referentes à empresa pesquisada, posteriormente, segue descrito seu processo produtivo, as atividades logísticas desempenhadas pela empresa na cadeia de suprimentos da qual faz parte, e por fim, apresenta-se a mensuração do efeito chicote para a cadeia de suprimentos da empresa e as análises sobre o cenário identificado.

4.1 Caracterização da empresa pesquisada

Instalada na cidade de Santa Rita que integra a grande João Pessoa no Estado da Paraíba, a empresa pesquisada iniciou suas atividades no ano de 1979 e faz parte de um grupo empresarial que surgiu no Estado do Ceará no ano de 1967, o qual atualmente é considerado o maior no ramo de água mineral do País, possuindo 21 fontes de água mineral disseminadas em 14 estados da federação: PB, PE, AL, SE, CE, BA, MA, RN, SP, RJ, GO, MG, PA e DF.

No ano de 1999, o grupo já alicerçado no engarrafamento de água mineral, lançou-se no ramo de refrigerantes em escala nacional, passando a oferecer ao mercado sete diferentes sabores: cola, cola-*light*, guaraná, guaraná-*light*, uva, limão e laranja. Seguindo nessa direção inovadora, o grupo passou gradativamente a aumentar seu *mix* de produtos, oferecendo atualmente além de água mineral e refrigerante, também sucos de frutas e energéticos, com variações de tamanhos entre copos de 200 ml até 20 litros, no caso da água mineral. Nessa perspectiva, atualmente, o grupo possui um grande *mix* de produtos que pode ser dividido em duas linhas principais: água mineral e refrigerante². Neste escopo, identificam-se 35 diferentes tipos produtos de água mineral com variações de tamanho e na adição ou não de gás, bem como, registram-se 37 diferentes produtos na linha de refrigerantes, considerando-se os refrigerantes, sucos e energéticos, com variações de sabores e tamanhos que segue descritos no APÊNDICE C deste documento.

Apesar do variado *mix* de produtos que o grupo oferece ao mercado, na unidade fonte Santa Rita-PB, onde se deu a pesquisa, há o processamento apenas da água mineral nos

² Na linha de refrigerantes consideram-se além dos refrigerantes, os sucos, chás gelados e energéticos.

tamanhos de 200 ml, 330 ml, 500 ml, 600 ml, 1,5 litros, 5 litros, 10 litros e 20 litros e refrigerantes nos sete sabores supracitados nos tamanhos 250 ml, 330 ml e 2 litros. Para o engarrafamento destes produtos, a empresa possui um processo produtivo que congrega a fabricação das embalagens plásticas, a extração da água mineral, a produção do xarope para os refrigerantes e o envase propriamente dito das bebidas, água mineral e refrigerante. A discussão dessas etapas produtivas é apresentada adiante no item 4.3.

A produção da empresa atende o mercado nacional, principalmente a Região Nordeste do País, oferecendo produtos na linha de água mineral e de refrigerantes. A empresa registrou uma produção de aproximadamente 95 milhões de litros de bebidas no ano de 2006, o que representa aproximadamente oito milhões de litros de bebidas por mês. Desse volume, 70% corresponde aos produtos da linha de água mineral e 30% aos da linha de refrigerantes. As bebidas produzidas pela fábrica de Santa Rita atendem os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão e Pará, sendo que, apenas 22% do volume total produzido pela empresa permanece na Paraíba, e, portanto, os 78% dessa produção é distribuído para os demais Estados consumidores.

As principais matérias-primas manipuladas pela empresa são pré-formas (garrafas pré-processadas) e tampas utilizadas para fabricação das embalagens, além de açúcar, água, CO₂, sucos e aromas para o preparo dos refrigerantes. Para dinamizar tal estrutura, a empresa conta atualmente com 300 funcionários distribuídos entre a Produção, o departamento de Logística, Manutenção, ALM, SDT e Administração.

4.2 Descrição do Processo Produtivo

Conforme mencionado anteriormente a unidade produtiva de Santa Rita é responsável pela produção de bebidas (água mineral e refrigerante) engarrafadas. Os fluxogramas de produção das bebidas (água mineral, água mineral de 20 litros e refrigerantes) da empresa seguem ilustrados no APENDICE D. A título ilustrativo apresenta-se uma visão geral dos processos da empresa para os dois tipos de produtos segue ilustrada na figura 13.

Por esta figura é possível observar muitas semelhanças entre a seqüência produtiva de ambos os produtos, estando, as diferenças na existência da etapa de fabricação do xarope no processo de fabricação dos refrigerantes. Apesar da aparente semelhança entre as etapas do processo produtivo das bebidas, observa-se que, a etapa de produção de embalagens

diferencia-se bastante dependendo do tipo de produto que está em processo. Isto porque, esta etapa produtiva congrega duas sub-etapas, a fabricação das garrafas e a produção das tampas. Todavia, apenas as tampas destinadas aos garrafões de 20 litros são processadas pela empresa, sendo que, para os demais produtos, a empresa opta por adquirir as tampas prontas. Dessa forma, no processo produtivo dos garrafões de água mineral de 20 litros, entende-se a etapa produção de embalagens como sendo a fabricação das garrafas propriamente ditas e a produção das tampas, enquanto que, para os demais produtos da empresa esta etapa compreende apenas a produção das garrafas.

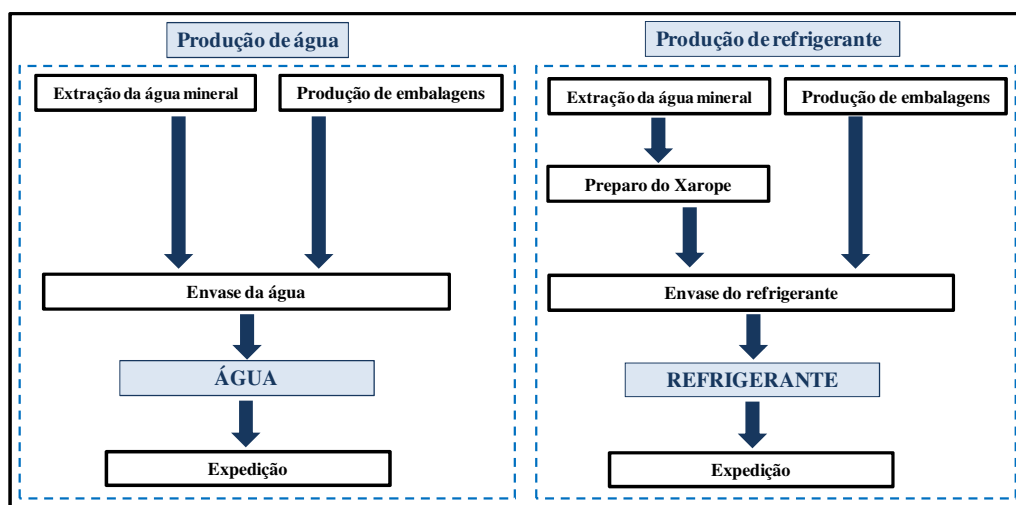


Figura 13: Etapas produtivas genéricas da empresa

Mediante a estas explicações iniciais, considerando-se o processo produtivo de maneira generalizada, tem-se que este pode ser dividido em quatro subprocessos principais: produção das embalagens (garrafas e tampas), extração da água mineral, a produção do xarope e o engarrafamento das bebidas.

Para um melhor entendimento do fluxo produtivo geral da empresa segue ilustrado o fluxograma produtivo da empresa, extraído do Manual de Qualidade da empresa pesquisada (ANEXO I). Por este fluxograma é possível visualizar a seqüência do processo produtivo para a produção das bebidas, bem como, enxergar as inter-relações que ocorrem entre as etapas produtivas e, entre estas e o Departamento de Logística da empresa. Nesta figura, é possível identificar os sub-processos existentes na empresa que posteriormente seguem descritos e representados individualmente nas figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 sendo: 1.1 – **produção das**

embalagens (garrafas), 1.2 – **produção das embalagens** (injeção das tampas), 2 - **extração da água mineral**, 3 – **produção de xarope** e 4 – **envase das bebidas**.

4.3 Descrição das Etapas Produtivas

Na seção 4.2 as etapas produtivas genéricas da empresa foram apresentadas: produção das embalagens, extração de água mineral, produção de xarope e engarrafamento das bebidas. Nessa seção, segue-se com o detalhamento dessas atividades produtivas, de modo a compreender a dinâmica dos fluxos logísticos que ocorrem internamente à empresa, assim como, as características de produção de cada setor da empresa.

4.3.1 Produção das Embalagens

A produção das embalagens divide-se em dois diferentes subprodutos: garrafas e tampas. Nesta etapa produtiva são fabricadas todas as garrafas a serem utilizadas no processo de envase das bebidas (água mineral e refrigerantes). Em contrapartida, na etapa produtiva de produção de tampas são fabricadas as tampas para os garrafões de 20 litros, visto que, a empresa compra as tampas para os demais produtos já processadas.

Em sua maioria, as garrafas utilizadas como embalagens pela empresa são do tipo PET (Polietileno Tereftalato), exceto os garrafões de 20 litros que são de Policarbonato (PC) e são retornáveis, podendo ser reutilizáveis no processo após etapa de limpeza e higienização. De um modo geral, tem-se que a fabricação das garrafas PET é caracteristicamente um processo com alto grau de automatização que consiste na transformação de polímeros denominados de resina de PET em garrafas propriamente ditas através de diversas operações químicas de plastificação (mudança de estado físico da resina), injeções de ar comprimido, de modo a se obter as pré-formas (embalagem pré-processada), e a injeção e sopro final, de modo, a alcançar as dimensões finais desejadas. Estas pré-formas são semelhantes a um tubo de ensaio, com a aba suporte e rosca já estabelecidas. Podem ser nas cores cristal ou verde, dependendo da coloração a ser solicitada pelo mercado.

O que é observado na empresa estudada, é que o processo para a fabricação das garrafas consiste apenas nas duas últimas etapas, de injeção e sopro das pré-formas que são compradas no seu estado final de um fornecedor localizado no estado do Ceará.

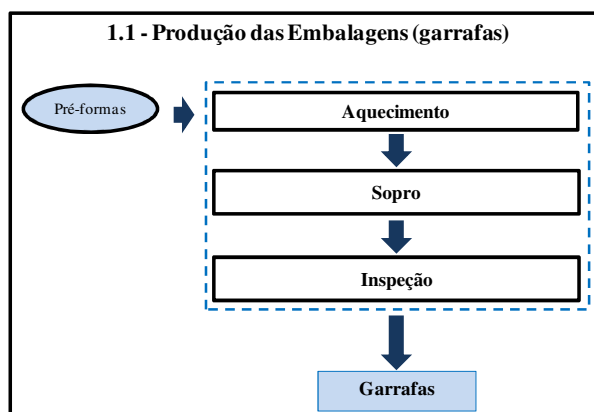


Figura 14: Etapas genéricas do sub-processo “produção das embalagens (garrafas)”

Por essa, é possível observar que o processo consiste inicialmente no aquecimento e sopro da pré-forma. Nestas atividades, a pré-forma é aquecida e submetida a um estiramento, sofrendo orientação axial. Ao mesmo tempo, é insuflado ar comprimido, expandindo a pré-forma contra a parede do molde, proporcionando orientação radial. Quando se dá essa expansão, a garrafa recém expandida é resfriada ao tocar a parede do molde. Nesse momento, a garrafa é retirada do molde já com as dimensões pretendidas.

De forma análoga à fabricação das garrafas PET, tem-se o processo para a fabricação das garrafas a base de Policarbonato que é matéria-prima para as garrafas de 20 litros de volume. Para a produção das garrafas, a empresa possui cinco linhas de produção, uma para o sopro dos garrafões de 20 litros, outra para o sopro das garrafas de 5 litros, de 10 litros e duas outras linhas para a produção todas as demais garrafas, incluindo refrigerantes e água mineral, em todas as suas dimensões.

Já com relação ao processo de fabricação das tampas, no sub-processo de fabricação das embalagens, tem-se que este ocorre apenas para as tampas dos garrafões de 20 litros. O processo, também notadamente automatizado, caracteriza-se pelo aquecimento prévio dos polímeros e posterior sopro, que dá a forma de tampa com as dimensões desejadas. Na empresa, são fabricadas aproximadamente 1,5 milhões de tampas para os garrafões de 20 litros por mês e, para tal, possui cinco linhas de produção dedicadas e contínuas.

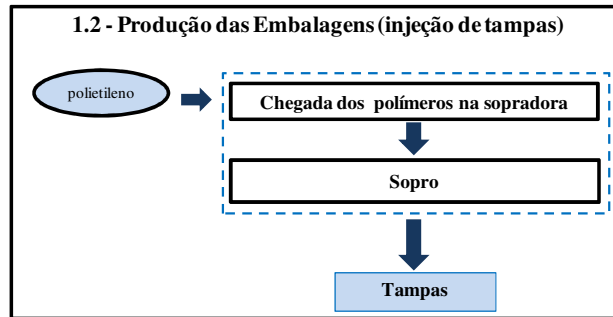


Figura 15: Etapas genéricas do sub-processo “produção das embalagens (tampas)”

4.3.2 Extração de água mineral

A extração de água mineral é sem dúvida a principal atividade da empresa estudada. Isto porque, o produto considerado carro-chefe da empresa é o garrafão de 20 litros. Afora isso, a água mineral também é matéria-prima essencial na produção dos refrigerantes.

Na unidade de Santa Rita, existem três fontes de água mineral, das quais, são extraídos cerca de 350 m³ de água por dia, que são filtradas e inspecionadas segundo normas da Vigilância Sanitária e Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Após essa inspeção este volume de água é estocado em tanques de armazenamento de onde partem para o setor de engarrafamento de bebidas para ser utilizada na produção do xarope de refrigerante. As etapas que compõem a atividade de extração de água mineral seguem representadas na figura 16.

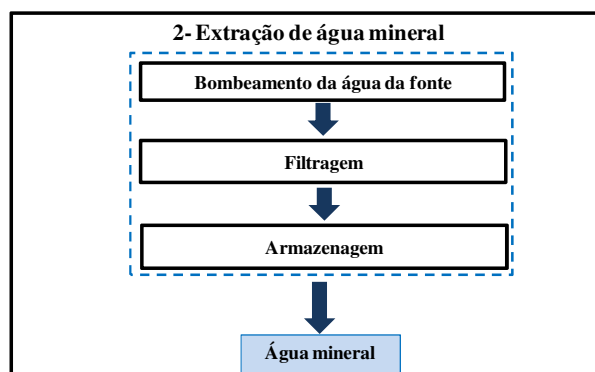


Figura 16: Etapas genéricas do sub-processo “Extração de água mineral”

O processo de extração de água mineral é um processo notadamente contínuo, não havendo paradas, exceto quando da necessidade de atividades de manutenção nos equipamentos necessários para o bombeamento.

4.3.3 Produção de xarope

A produção de xarope é talvez a principal etapa produtiva quando se trata da fabricação de refrigerantes. Isto porque, as características do xarope são as responsáveis pela distinção dos refrigerantes entre si, uma vez que, o xarope é quem confere as características de cor, sabor, odor e as propriedades químicas adequadas ao refrigerante como produto final.

A etapa produção de xarope pode ser dividida em duas sub-atividades: a produção do xarope simples e a produção do xarope composto. O xarope simples, também conhecido como calda base, é uma solução aquosa de açúcar, eventualmente enriquecida com ácidos orgânicos. Sua obtenção se dá pela diluição do açúcar em água quente, seguido de cozimento à temperatura de 85-100 °C, de modo a retirar impurezas que possam gerar problemas de odor e sabor no produto final. Esta calda é então tratada e clarificada, usando como elementos de clarificação e purificação o carvão ativado em pó, a terra diatomácea ou outro produto semelhante. Na empresa são utilizados tanto o carvão ativado, como a terra diatomácea para as fases de tratamento e filtração, conforme pode ser observado na figura 17. Para o caso dos refrigerantes *light*, em substituição ao açúcar, o xarope simples é concebido pela adição de edulcorantes sintéticos, como o aspartame.

Após a separação da fração sólida do filtrado, o xarope simples é resfriado em trocadores de calor até uma temperatura aproximada de 20°C. Nesse momento são acrescentados ao xarope simples diversos aditivos químicos responsáveis pelas características de cor, sabor e odor do refrigerante. Os principais aditivos incorporados são aromas, sucos concentrados, flavorizantes, estabilizantes, conservantes, corantes e antioxidantes. Com essa adição, obtêm o xarope composto. Obtido o xarope composto, esse segue para estocagem e inspeção, de onde posteriormente é levado por bombeamento para a próxima atividade: o setor de engarrafamento. Tal seqüência produtiva é ilustrada na figura 17.

Na empresa, este departamento é responsável pela produção de aproximadamente 110 mil litros de xaropes/dia. Ainda nesse setor, segundo controle do departamento de logística, registra-se uma eficiência média de 65% e uma taxa de ociosidade de 35%.

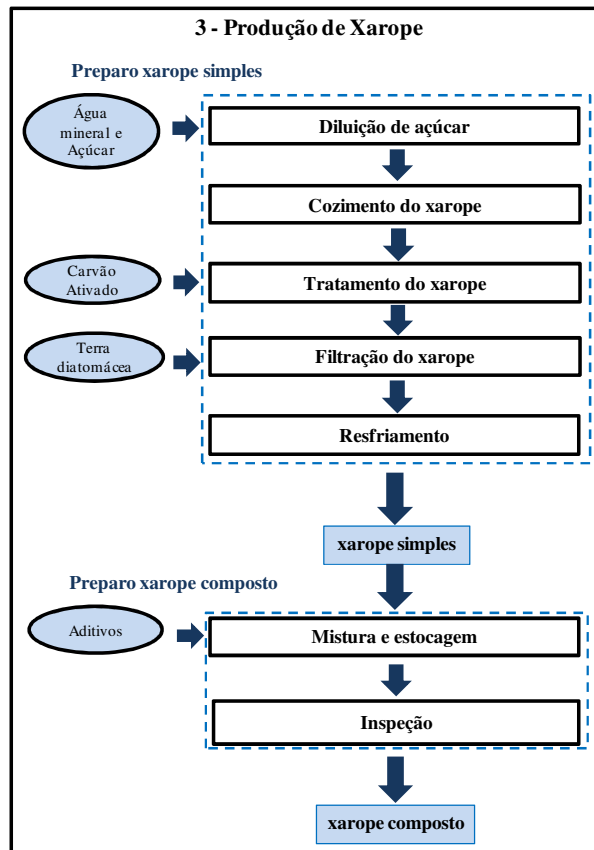


Figura 17: Etapas genéricas do sub-processo “produção de xarope”

4.3.4 Engarrafamento das bebidas

O processo de envase da água mineral e dos refrigerantes é realizado por linhas de produção automatizadas. Para o envase da água mineral a empresa possui quatro linhas de produção, uma para a água mineral de 20 litros, outra para os mini-potes de 5 litros, outra para o envase das garrafas de 10 litros, e uma última para o engarrafamento dos copos de 200 ml. Em contrapartida, para o engarrafamento dos refrigerantes e demais tipos de água mineral, a empresa dispõe de duas linhas de produção denominadas Krones – PET e KHS – PET, nas quais ocorre o envase nas embalagens de 250 ml, 330 ml e 500 ml, 600 ml, 1,5 litros e 2 litros para água mineral e refrigerantes.

O processo produtivo para o envase da água mineral em sua essência ocorre de forma distinta para os produtos de 20 litros e os demais tipos de água mineral, isto porque, a seqüência produtiva do primeiro contém operações de triagem, pré-lavagem e lavagem final das garrafas, em virtude de, serem parte destas retornáveis. Essas atividades não ocorrem no

processo dos demais tipos de água mineral, uma vez que, as garrafas são produzidas na planta fabril da empresa, conforme descrito na seção 4.3.1.

As operações que compõem os processos de envase da água mineral estão ilustradas nas figuras 18 e 19, nas quais é possível observar as diferenças existentes na seqüência produtiva entre os garrafões de 20 litros e os demais produtos da linha de água mineral. O processo de engarrafamento da água mineral 20 litros, representado na figura 19, é realizado em uma linha de produção dedicada, com processo contínuo. Para o envase deste produto específico, o Departamento de Logística da empresa registrou um volume aproximado de 93 mil litros de água mineral/dia.

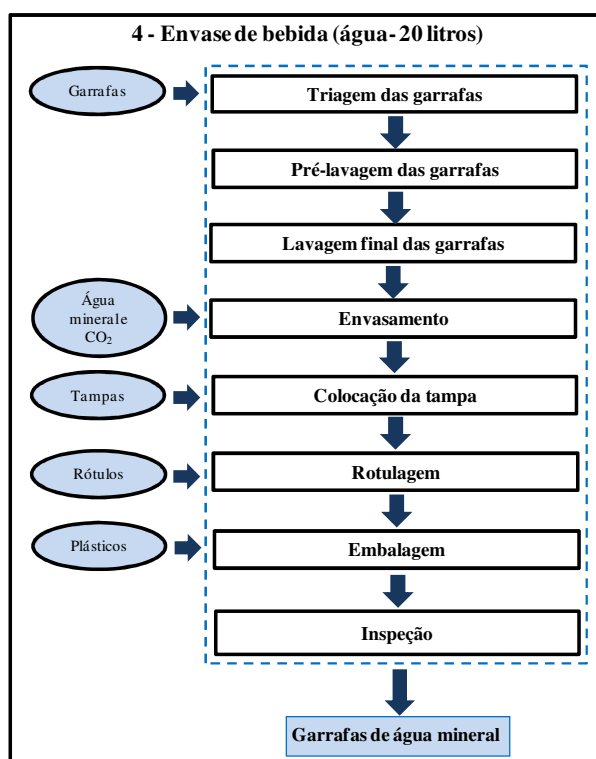


Figura 18: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (água – 20 litros)”

Em contrapartida, para o envase dos demais tipos de água mineral foram observadas três outras linhas de produção também contínuas e dedicadas, uma para o engarrafamento de água mineral de 5 litros, outra para o envase das garrafas de 10 litros e outra para o engarrafamento dos copos de 200 ml. Para o engarrafamento desses produtos não há a existência das etapas de triagem das garrafas, pré-lavagem e lavagem final. Neste caso, as garrafas que entram para a etapa de envase são advindas do subprocesso de produção das

embalagens. (Figura 18). Na etapa de envase destes tipos de água mineral a empresa apontou que o volume médio de produção para estas linhas é de aproximadamente 140 mil litros de água mineral/dia.

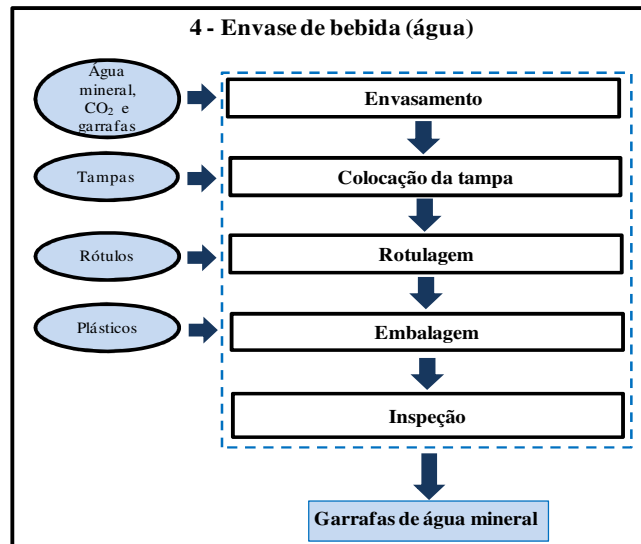


Figura 19: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (água)”

Quanto ao engarrafamento dos refrigerantes, observa-se que na empresa este processo também ocorre quase totalmente automatizado, existindo duas linhas de produção conforme citado anteriormente. Salienta-se que tais linhas não são dedicadas, em vista disso, tem-se como característica uma programação repetitiva em lote. De acordo com registros de controle da empresa, tal processo tem registrado um volume de produção médio diário de 110 mil litros de refrigerantes. Tal setor produtivo ainda, segundo informações do Departamento de Logística da empresa, tem apresentado um nível de ociosidade das máquinas em torno de 65% e nível de eficiência de 35%.

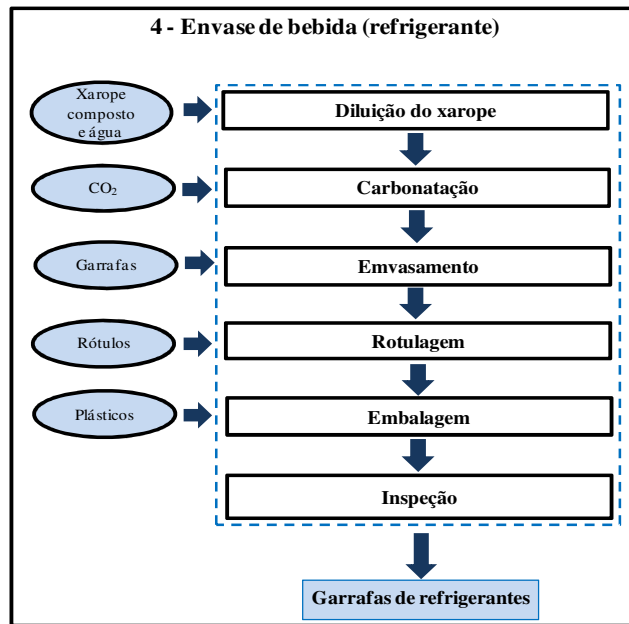


Figura 20: Etapas genéricas do sub-processo “envase de bebida (refrigerante)”

De uma forma geral, o fluxo produtivo no processo de envase do refrigerante (Figura 20) é composto inicialmente pela diluição do xarope composto recebido do setor de xaroparia. Posteriormente a esta diluição em água mineral, é acrescida CO_2 á bebida, fase esta denominada de carbonatação. Após isto, segue-se com o emvasamento propriamente dito, com as seguintes etapas: emvasamento, rotulagem e embalagem. Nas atividades iniciais de diluição e carbonatação são utilizados dois equipamentos específicos, denominado de proporcionalizador para a diluição e outro, na carbonatação, denominado de *carbocooler*.

Pelas considerações realizadas acima, pode-se observar que, o sistema produtivo é contínuo em determinadas fases do processo e repetitivo por lotes em outras áreas. Dessa forma, em relação às linhas de produção da empresa, tem-se que essas se apresentam ora dedicadas a um produto específico, ora utilizadas para o processamento de diferentes produtos da empresa. Esta característica é uma importante variável quando da execução da programação da produção na atividade de seqüenciamento dos lotes de produção. A descrição das linhas de produção da empresa, bem como, a localização da etapa produtiva da qual a linha está inserida, o tipo de produto e a classificação dos sub-processos nos quais as linhas estão localizadas seguem identificadas no Quadro 5.

Linhas de produção	Etapas produtivas	Produtos	Classificação dos subsistemas
Garrafão 20 Litros	4 - Envase de bebida (água)	Água mineral 20 Litros	Contínuo
Mini-Pote 10 Litros	4 - Envase de bebida (água)	Água mineral 10 Litros	Contínuo
Mini-Pote 5 Litros	4 - Envase de bebida (água)	Água mineral 5 Litros	Contínuo
Copo 200 ml	4 - Envase de bebida (água)	Água mineral 200 ml	Contínuo
Krones – PET	4 - Envase de bebida (água e refrigerante)	Água (330 ml e 500 ml) e refrigerantes (250 ml e 300 ml)	Repetitivo em Lote
KHS – PET	4 - Envase de bebida (água e refrigerante)	Água (330 ml, 500 ml, 600 ml e 1,5 litros) e refrigerantes 2 Litros	Repetitivo em Lote
Injeção de Tampas	1.2 – Produção das embalagens (injeção de tampas)	Água mineral 20 Litros	Contínuo
Sopradora de Garrafão	1.1 – Produção das embalagens (garrafas)	Água mineral 20 Litros	Contínuo
Sopradora de Garrafas <i>Sidel</i> ³	1.1 – Produção das embalagens (garrafas)	Todos os tipos de refrigerantes e água mineral, exceto a garrafa de 20 litros	Repetitivo em Lote

Quadro 5: Classificação dos subsistemas da empresa

Pelo quadro 5 é possível observar que o processo produtivo da empresa é composto por diversos subsistemas que se classificam em contínuo e repetitivo por lote⁴. Pelo exposto, observa-se que o processo produtivo para fabricação dos refrigerantes é repetitivo por lote em todas as suas fases produção. Por outro lado, o processo produtivo para fabricação da água mineral apresenta-se contínuo em todas as suas fases, para a água mineral em embalagens de 200 ml, 1,5 litros e 20 litros. Caso não semelhante para os demais tipos de água mineral (330 ml, 500 ml e 600 ml) que se apresenta repetitivo por lote em todas suas fases produtivas.

4.4 Atividades Logísticas

Pela descrição do processo produtivo acima, observou-se como se dá o fluxo de materiais pela empresa, desde sua chegada como matéria-prima, até sua expedição como produto acabado. Todavia, coexiste paralelo ao fluxo de suprimentos um outro, o de informação. Esse fluxo de informações é composto pela sinalização da demanda que alimenta

³ As garrafas tipo *Sidel* correspondem às garrafas do tipo PET, tanto para refrigerantes como para água mineral, exceto os garrafões de 20 litros.

⁴ Esta classificação segue a categorização sugerida por Russomano (1995)

o planejamento da capacidade e da produção, como também pelas informações fornecidas pelos diversos setores da empresa que auxiliam na operacionalização do fluxo produtivo. Isto pode ser percebido na ilustração do fluxograma extraído do Manual de Qualidade da empresa. (ANEXO I). Através deste é possível ainda estratificar as atividades de suprimento, de fabricação e distribuição, seguindo a classificação proposta por Novaes (2001). Neste sentido, dentre as atividades logísticas da empresa é possível identificar aquelas relativas ao suprimento, fabricação e distribuição.

Como atividades logísticas de suprimento, podem-se identificar aquelas relativas à administração de materiais, sendo responsável pelo abastecimento do processo produtivo em termos de insumos e matérias-primas, bem como, pelo transporte, armazenagem de matéria-prima e planejamento e controle dos estoques. Na empresa estudada, as atividades logísticas de suprimento são desenvolvidas pelo ALM (Almoxarifado) juntamente com o Departamento de Logística que desempenha as atividades de PCP (Planejamento e Controle da Produção) amparado ainda pelos setores de Suprimento e Compras da Superintendência de Águas.

Quanto à função logística de fabricação, na empresa, essa atribuição cabe ao Departamento denominado de Logística, que desempenha as funções básicas do PCP e, portanto, é o responsável pelas atividades de planejamento, programação e controle da produção, bem como, pela análise de custos e monitoramento dos principais indicadores de desempenho da produção.

Já as atividades referentes à logística de distribuição são desenvolvidas pelo SDT (Distribuição e Transporte) e EXP (Expedição). O setor de Expedição é responsável pelo armazenamento de produto acabado e expedição, enquanto o setor de distribuição tem a função de processar pedidos e analisar a roteirização das entregas. A delimitação de cada função logística dentro da empresa segue descrita com maior detalhamento no item seguinte.

4.4.1 Logística de Suprimento

A Logística de Suprimento em sua concepção trata essencialmente das decisões relacionadas à compra, transporte, recebimento, inspeção e armazenamento de matérias-primas de forma a atender as necessidades de produção. Na empresa, essas atividades são atribuições do Almoxarifado e do departamento de Logística, que planejam e executam o abastecimento do processo produtivo, obedecendo a critérios de qualidade e custos.

As atividades da Logística de Suprimento têm início a partir dos planos de vendas, fruto do planejamento estratégico da empresa que é concebido pelo nível corporativo da empresa para o prazo de um ano. Pela desagregação deste planejamento estratégico determinam-se os planos de vendas de curto prazo (um mês) que são definidos pelo setor comercial através do estabelecimento de planos de vendas para seus revendedores, sem haver utilização de métricas para a previsão de vendas futuras.

Norteados por estes planos de vendas é estabelecido o PMP (Plano Mestre de Produção), onde estão definidas as quantidades a serem produzidas para o período de um mês. Baseando-se na estrutura de cada tipo de produto determinam-se as necessidades brutas de matéria-prima. De posse de tais informações elabora-se, o mapa de suprimento, que consiste na determinação das necessidades líquidas de cada insumo produtivo, que corresponde à necessidade bruta menos a quantidade existente em estoque e a quantidade de pedidos já programados (pedidos pendentes). O mapa de suprimento é encaminhado para a Matriz de Suprimentos que dentre outras atribuições, qualifica e avalia os fornecedores, bem como se responsabiliza pela aquisição de toda matéria-prima necessária para todas as filiais do grupo.

A Matriz de Suprimentos, no processo de compra das matérias-primas, consulta os fornecedores que fazem parte de seu banco de fornecedores qualificados, e define com estes individualmente o volume de compra, o tempo de ressuprimento, o preço, bem como, todas as variáveis inerentes ao processo de compra de matéria-prima.

Além da emissão das requisições de matéria-prima, avaliação e qualificação dos fornecedores, compete à logística de suprimentos a inspeção e armazenagem das matérias-primas no Almoxarifado. A inspeção, identificada no fluxograma como a atividade DPS (Inspeção do Departamento do Processo) ocorre a nível visual, onde se realiza a conformidade do material através de amostragens, quanto às especificações requisitadas pela empresa e as apresentadas pelo fornecedor. Em estando em consonância com as exigências da empresa, os materiais são identificados por meio de uma etiqueta que confirma a aprovação do mesmo e a data de sua chegada à empresa de forma a respeitar o critério de FIFO (*First in First out*).

4.4.2 Logística de Fabricação

A Logística de Fabricação da empresa trata essencialmente das atividades relacionadas à Programação da Produção, procurando harmonizar de maneira eficiente a demanda dos

clientes sinalizada pelo setor comercial com a capacidade produtiva da planta fabril. Na empresa, estas atividades competem ao departamento de Logística, que desempenha a função do PCP.

O planejamento e controle da produção constituem-se na determinação da capacidade efetiva da operação produtiva do sistema de produção considerando aspectos como custo, tempo e qualidade, de tal forma a ser capaz de responder à demanda de mercado. Na prática corresponde decidir como a operação deve reagir às flutuações da demanda. No intuito de atingir tais objetivos, o departamento de logística administra informações vindas de diversas áreas da empresa.

O fluxo de informações evidenciado na empresa segue o modelo geral verificado na maior parte das bibliografias disponíveis, onde a primeira entrada é o Planejamento Estratégico da Produção, que é elaborado anualmente pela Matriz da empresa em Fortaleza, em conjunto com a gerência da filial, gerando desta forma o Plano Anual de Produção. Este é elaborado segundo as estimativas de vendas para o período, a disponibilidade de recursos financeiros, capacidade produtiva instalada e ações estratégicas como lançamento de novos produtos. Esta informação vai sendo desagregada mensalmente, compondo o Plano Mestre de Produção, também denominada de Plano Mensal de Produção que indica individualmente quanto de cada produto a empresa deverá fabricar para atender a demanda estimada harmonizando esta com a capacidade fabril existente.

Neste fluxo de informações na empresa, identifica-se ainda a participação do Departamento de Processos, que fornece informações sobre a lista de itens necessários a fabricação de cada produto, bem como o consumo de cada item, o roteiro de fabricação e o *lead times* de produção. Outra informação fundamental na elaboração da programação de produção é o plano de manutenção. Afora todas essas informações, o planejamento da empresa trabalha em parceria com o Almoxarifado e o Setor de Suprimento da Matriz no controle de estoque de matérias primas.

Com base nestas informações o Departamento de Logística desenvolve o Planejamento da Produção, e posteriormente a programação da produção. Partindo das quantidades a serem produzidas determinadas no PMP é calculada a necessidade bruta de cada matéria-prima de acordo com a estrutura dos produtos. Esta informação é repassada para o setor de almoxarifado e servirá de base para elaboração do suprimento de matéria prima.

Em seguida, elabora-se a Programação de Produção, administrando os estoques, seqüenciado as ordens de produção, além de realizar o acompanhamento e controle da produção.

Uma visão geral do fluxo de informações do PCP está representada na Figura 21. Por essa figura, observa-se que a informação que inicia o processo de planejamento da produção é fornecida pelo setor comercial da empresa, denominado de Matriz, que fornece dados referentes à previsão de vendas estimada para o mês subsequente. Salienta-se, entretanto, que esta previsão não se baseia em métricas estatísticas, sendo definida de maneira “informal” pelo departamento comercial através de meta de vendas a serem atingidas pelos vendedores mês a mês.

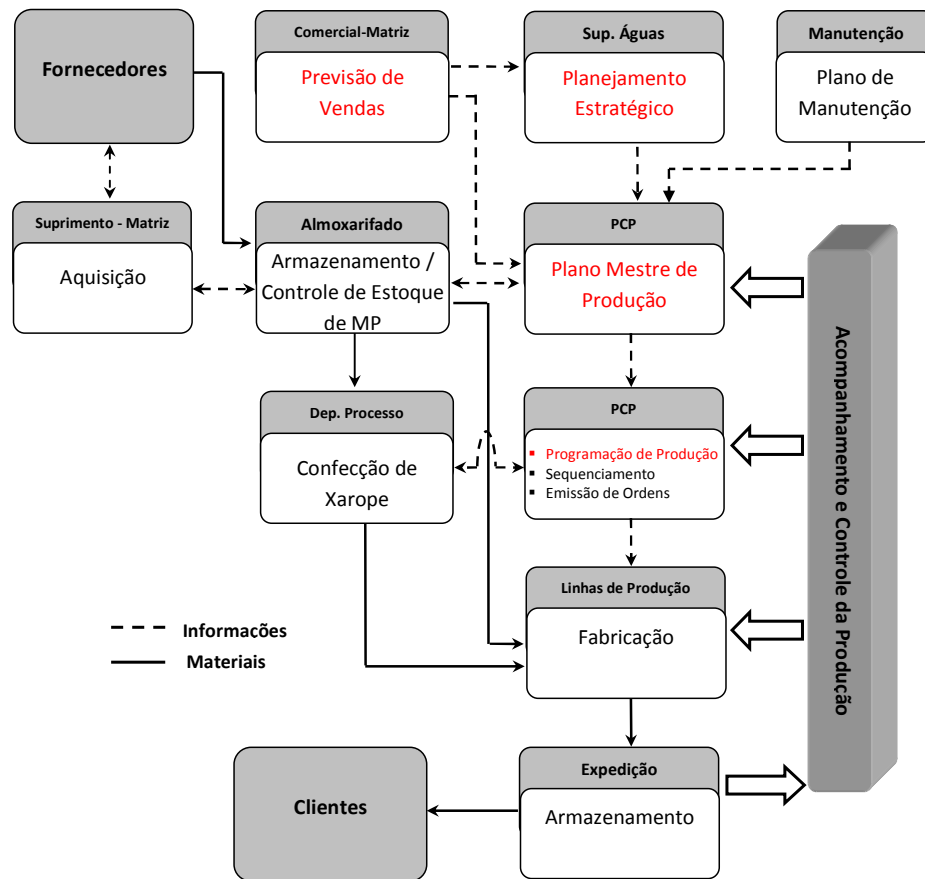


Figura 21: Fluxo de Informações no PCP
 Fonte: Manual de Planejamento e Controle da Produção da empresa (2007)

Dessa forma, a determinação da previsão de demanda que a norteará o planejamento da empresa se faz unilateralmente pelo setor comercial que estabelece metas de vendas a serem cumpridas pelo setor de vendas, baseando-se em registros históricos de vendas, perspectivas de crescimento do mercado e capacidade produtiva instalada da empresa. Esta

prática adotada pelo grupo para a previsão da demanda, apesar de sua praticidade, faz com que a empresa desconheça sua real demanda, e com isso, possibilita o uso ineficiente da planta fabril, seja pela formação de estoques por superprodução, seja pelo não atendimento dos pedidos ou alternadamente ambos. Isto porque, a previsão da demanda, juntamente com o valor da capacidade produtiva, são as informações mais importantes para o planejamento e operacionalização dos sistemas produtivos.

Essa previsão é então repassada para as unidades de produção, especificamente para o departamento de Logística que elabora o Plano Mestre de Produção Mensal que norteia a programação da produção e a compra de matéria-prima.

Na empresa a sinalização da demanda de um mês é recebida no mês anterior, até o vigésimo dia (20º dia), para que seja possível elaborar o PMP e colocar os pedidos de compras dos insumos necessários. Todavia, como a previsão não se baseia no histórico de vendas passado, mas a demanda é “estimada” em função de metas de vendas, ocorre que em muitos casos a previsão sinalizada não coincide com o real número de pedidos fechados, de tal forma, que os volumes de produção e os dados de demanda não coincidem.

A partir da informação da demanda, o Departamento de Logística elabora o Plano Mestre de Produção mensal que contem o desmembramento do plano de produção estratégico em planos específicos de produção de produtos acabados. O procedimento para a elaboração do PMP segue ilustrado na figura 22.

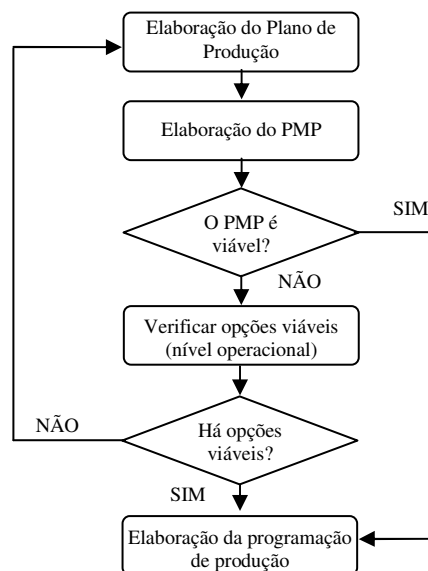


Figura 22: Fluxo de elaboração do planejamento da produção
Fonte: Manual de Planejamento e Controle da Produção da empresa (2007)

Por esta, observa-se que o Plano Mestre de Produção é elaborado com base no plano de produção, sendo posteriormente submetido a uma avaliação crítica com relação à disponibilidade de recursos do sistema produtivo. Caso o PMP seja viável, o mesmo é aprovado passando a ser uma entrada para a etapa seguinte que é a programação de produção, porém, se for detectado que o plano não é exequível, o mesmo deverá ser refeito, podendo inclusive ter que retornar ao nível do plano de produção (estratégico) e para que sejam reconsideradas questões estratégicas.

A elaboração do PMP é realizada com o auxílio do sistema de informação PCP. Neste sistema são informados os estoques iniciais de cada produto, a previsão de vendas do período, o número de dias úteis de vendas, o número de dias úteis de produção, lote mínimo (lote econômico), capacidade nominal das linhas de produção e a produtividade da linha registrada no período anterior. As quantidades a serem produzidas são determinadas segundo a equação abaixo:

$$PMP = PMV - EA \quad (12)$$

Onde:

PMP = Programação Mensal de Produção

PMV = Previsão Mensal de Vendas

EA = Estoque Atual

Pela figura 22, observa-se que o Plano Mestre de Produção necessita ser considerado viável para que a partir deste seja elaborado a Programação da Produção. Esta viabilidade é referente à existência de capacidade suficiente para o atendimento da demanda estimada, ou seja, o PMP é avaliado quanto à capacidade de produção. Na análise de capacidade de produção realizada para elaboração do plano de produção são considerados aspectos como: necessidade de ampliação das instalações físicas; aquisição de novos equipamentos; parcerias com fornecedores externos etc. Já as decisões relativas ao PMP, estão voltadas para a definição número de turnos, jornada de trabalho e remanejamento de funcionários, necessidade de treinamento etc.

Dessa forma, a viabilidade do PMP refere-se à possibilidade ou não de o sistema conseguir atender os volumes esperados de produção, considerando a quantidade de dias úteis de produção, o número de turnos e a produtividade registrada nas linhas de produção no período anterior. Com base nestas informações e de posse da programação mensal de

produção, o sistema calcula a quantidade de horas necessárias para a execução do PMP. Comparando a quantidade de horas disponíveis com quantidade de horas necessárias para atender o PMP pode ser concluído se o plano é viável ou se será necessário uma reavaliação do mesmo. Em sendo viável, o PMP é desmembrado e norteia a programação da produção da empresa, que é uma atividade diária e ocorre através da emissão das ordens de produção. Nessas ordens de fabricação estão especificadas todas as informações necessárias à execução do programa de produção, isto é, tamanho do lote, data de início e conclusão das atividades e a linha onde serão fabricadas.

Todavia, para a liberação das ordens de produção a empresa verifica previamente a disponibilidade de matéria-prima no almoxarifado. Esta gestão e controle de materiais é função do Almoxarifado que indica ao Departamento de Logística a disponibilidade de materiais, bem como os níveis de estoque de cada item. Esta verificação é feita com auxílio de um sistema de informação, denominado, SIA (Sistema Integrado Águas). Neste sistema estão configurados os seguintes índices de controle de estoque:

- **Estoque mínimo** – equivale ao estoque de segurança e tem a função de amortecer possíveis variações na demanda;
- **Estoque máximo** – estoque determinado em função da capacidade de estocagem;
- **Ponto de suprimento** – nível de estoque a partir do qual deve ser emitida ordem de compra.

Analisando-se os índices de controle de estoque utilizados pela empresa, observa-se que o indicador utilizado para a determinação do estoque máximo é inadequado, uma vez que, está em função da capacidade de estocagem e não em função da demanda a ser atendida. Em vista disso, observa-se na empresa que o volume de estoques de produtos acabados é bastante elevado. Este problema pode ocorrer devido ao fato de a empresa desconhecer sua real demanda.

Através deste sistema a empresa controla a movimentação estoque (vendas, transferências, produções etc.) de produtos acabados sendo também possível simular níveis futuros de estoque com base na projeção de demanda e na programação de produção. Com base nos dados gerados no relatório Demonstrativo de Nível de Estoque é possível decidir sobre antecipação ou não da produção de um determinado produto. A quantidade do lote a ser repostado é determinada com base na demanda mensal do produto e na capacidade de cobertura

da demanda até a próxima revisão mais um tempo de suprimento, que corresponde ao tempo transcorrido entre a emissão da ordem de produção e a chegada do produto no estoque, sendo que em alguns casos o tamanho do lote de compra é determinado pelo fornecedor.

Feita a verificação dos níveis de estoque, o Departamento de Logística emite as ordens de produção que são liberadas diariamente, realizando-se assim, a programação diária da produção. De tal modo, as ordens de fabricação na empresa são liberadas com base nos níveis de estoque de cada produto, a disponibilidade de matéria-prima e principalmente na limitação da capacidade do sistema produtivo. Para adequar a programação da produção realizada com as limitações dos recursos produtivos, realiza-se o seqüenciamento.

As atividades inerentes à programação da produção apresentam-se de forma extremamente diferenciada, dependendo de como o sistema produtivo está projetado. Na empresa, verifica-se que o PCP analisado aplica o sistema convencional de empurrar a produção, ou seja, elabora-se periodicamente, para atender ao PMP, um programa de produção completo, da compra da matéria-prima à produção do produto acabado. Em seguida este plano é transmitido aos setores envolvidos no processo produtivo por meio da emissão de ordens de compra, produção, passando previamente por uma etapa de seqüenciamento, para adequá-lo às restrições de capacidade do processo produtivo.

A necessidade dessa adequação depende das características do sistema produtivo programado. Pois, a empresa dispõe de linhas de produção com regimes diferentes, algumas contínuas e dedicadas a um produto específico e outras intermitentes por lote, responsáveis pela fabricação de diversos tipos de produtos.

Na empresa tem-se que o envase do garrafão de 20 litros, dos mini potes de 10 litros e de 5 litros, dos copos de 200 ml, a produção das tampas e das garrafas dos garrafões de água mineral de 20 litros são processos notadamente contínuos e por isso, a atividade de seqüenciamento não é necessária, posto se tratar de uma linha de produção dedicada. Em contrapartida, para o processo de envase dos demais produtos, bem como, para a produção das embalagens é necessário que o PCP elabore previamente um correto seqüenciamento para que haja uma eficiente utilização da capacidade disponível. Nesse sentido, o PCP da empresa estabeleceu alguns critérios para efetivar o seqüenciamento da produção da empresa conforme mostrado no Quadro 6.

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO
Autonomia de Estoque	As ordens serão processadas de acordo com menor índice de autonomia de estoque: $\text{quantidade em estoque} \setminus \text{taxa de demanda}$
Menor <i>Lead Time</i>	A seqüência das ordens a serem processadas será determinada pelo conjunto de ordens que apresentar o menor <i>lead time</i> total. A seqüência considerada ótima encontra-se representada na Figura 14.

Quadro 6: Critérios de seqüenciamento

Fonte: Observação Direta (2007)

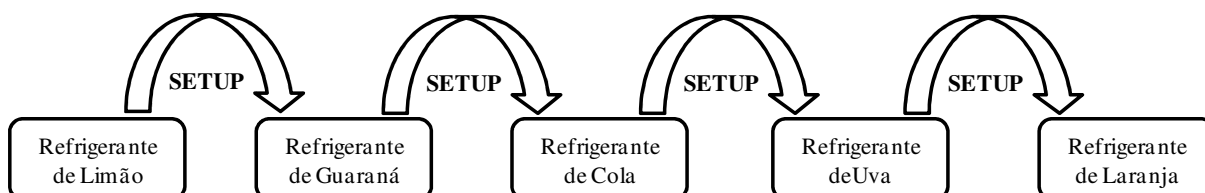


Figura 23: Seqüência considerada ótima pela empresa

Fonte: Observação Direta (2007)

O controle da produção tem como função principal verificar o atendimento à programação da produção, identificando possíveis desvios e fornecer subsídios à administração da produção para que sejam tomadas as ações corretivas pertinentes. Embora todos os recursos necessários à execução do programa de produção tenham sido planejados durante as etapas anteriores, é comum a ocorrência de desvios entre o planejamento e o executado. Dentro deste contexto, quanto mais eficiente se mostra o controle da produção mais rapidamente serão identificados os desvios e menor será o tempo para resolução e as despesas relativas às ações corretivas. As atividades relativas ao controle da produção no sistema de PCP analisado seguem o fluxo de ações, conforme ilustrado na Figura 24.

A coleta de informações inicia com o preenchimento do formulário de apontamento de produção que é realizado pelos operadores das linhas de produção. Ao final de cada turno, os formulários são recolhidos pelo encarregado de produção e digitados no sistema de informação PCP. No Quadro 7, estão relacionadas todas as informações requeridas pelo sistema de informação que formarão a base para geração dos indicadores e relatórios gerenciais.

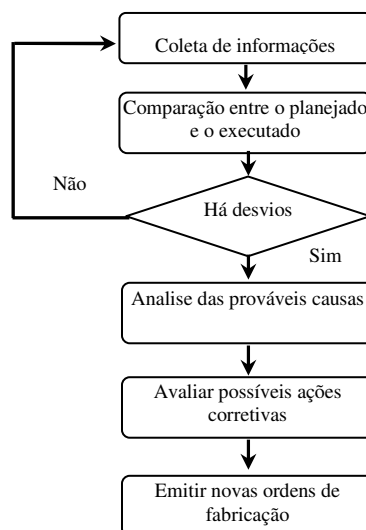


Figura 24: Fluxo de informações de controle de produção
 Fonte: Manual de Planejamento e Controle da Produção da empresa (2007)

DADOS	DESCRIÇÃO
Produção Líquida	Representa a produção total que foi transferida para o Estoque de Produtos Acabados ou Silos durante um determinado turno.
Produção Bruta	Representa a produção total que foi registrada nos contadores da máquina gargalo, para caso específico das linhas de envase, a leitura deverá ser realizada nas Máquinas Enchedoras.
Tipo da Parada	Neste campo deverá ser selecionada a Área que provocou a intervenção na linha.
Causa	Neste campo deverá ser selecionado o motivo que está relacionado à parada.
Equipamento	Equipamento que provocou a interrupção do processo produtivo
Descrição	Neste campo deverá ser detalhado o problema que provocou a interrupção do processo.
Hora	Hora em que ocorreu a parada
Tempo	Tempo transcorrido em minutos do início até o fim da parada.

Quadro 7: Informações requeridas pelo PCP

Com base nestas informações o PCP realiza a comparação entre o planejado e o executado. Caso o processo produtivo apresente desvios que possam comprometer o atendimento do Planejamento Mensal de Produção procede-se a análise das prováveis causas dos desvios juntamente com os setores envolvidos no processo, tendo com uma das entradas os relatórios de indicadores de desempenho. Em seguida são avaliadas possíveis ações corretivas e emitidas novas ordens de fabricação. Os indicadores de desempenho do processo produtivo estão listados no Quadro 8 assim como as relações que determinam seus valores.

INDICADORES DE DESEMPENHO	FORMA DE CÁLCULO
Fator de utilização	<i>Horas utilizadas / Horas totais do fluxo</i>
Disponibilidade	<i>Horas disponíveis / Horas utilizadas</i>

Confiabilidade	<i>Horas operadas / Horas disponíveis</i>
Operacionalidade	<i>Horas de produção bruta / Horas operadas</i>
Qualidade	<i>Horas de produção líquida / Horas de produção bruta</i>
Eficiência de Linha Bruta	<i>Confiabilidade * Operacionalidade</i>
Eficiência de Linha	<i>Eficiência de Linha Bruta * Qualidade</i>
Produtividade Fabril	<i>Disponibilidade * Eficiência de Linha</i>
Eficiência Global	<i>Produtividade Fabril * Fator de utilização</i>

Quadro 8: Indicadores de desempenho

4.4.3 Logística de Distribuição

A logística de distribuição trata essencialmente das atividades relacionadas ao escoamento dos produtos até que estes cheguem aos consumidores finais. Para tal, utiliza os canais de distribuição compostos por uma seqüência de empresas, tais como, centros de distribuição, atacadistas, varejistas, bem como, transportadoras e todos os serviços relacionados direta e indiretamente com a entrega dos produtos ao consumidor final. Dessa forma, os canais de distribuição desempenham um papel vital para as empresas, pois, agregam valor ao produto em termos de quantidade, custo e qualidade aos olhos do cliente, podendo ainda exercer a função de estimular a demanda através de eventos promocionais. Dentro deste contexto, na empresa em questão, os canais de distribuição identificados estão representados na Figura 25.

Pode-se observar que existem cinco diferentes canais de distribuição para o escoamento da produção da empresa. Dentre estes, o canal de distribuição denominado transferência é responsável pelo escoamento da produção da unidade de Santa Rita-PB para as demais filiais do grupo localizadas em outros estados que funcionam com centros de distribuição e demandam 78% da produção da unidade. Dessa forma, os demais canais dentro dessa cadeia de distribuição são responsáveis pela entrega de apenas 22% da produção da empresa. Em sendo assim, além de ser responsável pela travessia do maior fluxo de produtos, o canal de transferência também é o que apresenta maior número de elos a jusante da cadeia. Os 78% de produtos que fluem pelo canal de transferência para as filiais de outros estados tem a distribuição estratificada na Tabela 3.

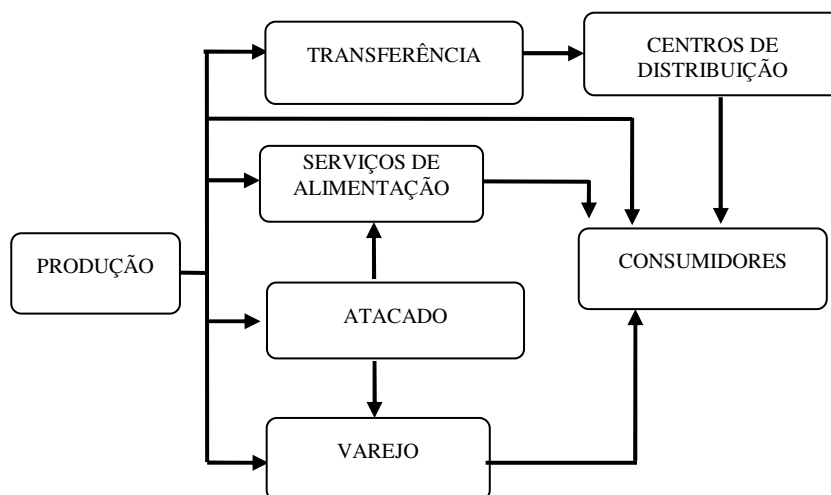


Figura 25: canais de distribuição da empresa
 Fonte: Observação Direta (2007)

FILIAL	PERCENTUAL DE TRANSFERÊNCIA
Belém	1%
São Luiz	1%
Crato – CE	3%
Fortaleza – CE	43%
Mossoró – RN	6%
Natal	10%
Recife	33%
Maceió	3%

Tabela 3: Segmentação do canal de distribuição transferência

O restante da produção da fábrica é destinado ao mercado do Paraíba, onde será distribuída entre os canais de serviço de alimentação, atacado, varejo e consumidores finais.

A empresa considera como atacadistas as empresas que se dedicam especialmente à comercialização de produtos junto a varejistas podendo também atender empresas de serviço de alimentação e consumidores finais. Este segmento do canal de distribuição responde por 14% da comercialização da empresa dentro do estado da Paraíba. São classificadas como varejo as atividades de negócio que comercializam produtos da empresa principalmente junto a consumidores finais. Este segmento do canal responde por 40% da comercialização dos produtos da empresa dentro do estado da Paraíba, sendo composto principalmente por auto-serviço, depósito de bebidas, postos, lojas de conveniências etc. O canal de serviços de alimentação é composto de bares, restaurantes, hotéis, escolas, universidades, academias e outros. Este segmento é extremamente representativo respondendo por 43% do total comercializado pela empresa no mercado da Paraíba. Observa-se ainda através da Figura 25

que a empresa realiza operações de venda direta ao consumidor, no entanto este tipo de operação é inexpressivo se comparado aos demais canais de distribuição.

Para distribuir as bebidas, através dos canais, a empresa também desempenha a atividade de transporte. Para essa operação a empresa na maioria dos casos utiliza sua própria frota de veículos, fazendo uso de terceirização apenas quando a demanda é superior a sua capacidade de transporte ou quando o transporte próprio mostra-se financeiramente desvantajoso. Para a operacionalização da atividade de transporte, a empresa inicialmente verifica o processamento dos pedidos para, com isso, analisar as melhores rotas de transporte com base nas zonas e rotas visitadas pelos vendedores para, a partir disso, montar as cargas conforme os critérios de mínimas distâncias percorridas e a máxima utilização dos veículos.

4.5 Mensurando o Efeito chicote na Cadeia de Suprimentos

Como a empresa possui dois tipos genéricos de produtos, água mineral e refrigerante, foi determinado pelo pesquisador que a investigação teria como foco os principais produtos destas duas linhas, ou seja, os produtos considerados carros-chefes. Isto porque, tais produtos são os que possuem maior expressividade em termos de faturamento e aceitação do mercado, logo os efeitos maléficos do *bullwhip effect* tendem a afetar mais fortemente a competitividade da empresa.

Nesse sentido, a partir dos planos de produção e de vendas disponibilizados foi verificado que os produtos que possuíam maior participação em termos de volume de produção, e, portanto, eram considerados carros-chefes da empresa: 1- **garrafão de 20 litros de água mineral**, com uma participação de 40% do volume total da produção entre os produtos de água mineral e 2-**refrigerante 2 litros sabor guaraná**, com uma representatividade de 24% do volume total de refrigerantes produzidos pela empresa.

Dessa forma, a fim de quantificar o efeito chicote nas cadeias de suprimentos nas quais a empresa de bebidas está inserida, bem como analisar esses produtos específicos, foram coletados dados históricos relativos à sinalização de demanda recebida, demanda sinalizada para compra de matéria-prima, volumes reais de compra de matéria-prima e volumes de vendas realizadas dos produtos acabados. Estas variáveis foram observadas, uma vez que, a ferramenta escolhida por esta pesquisa, a metodologia desenvolvida por Fransoo e Wouters (2000) já apresentada no capítulo 2 (vide pag. 53) analisa e quantifica o efeito chicote na

cadeia de suprimento pelo nível de dispersão existente entre os fluxos logísticos de informação e demanda que percorrem a cadeia de suprimentos a montante e a jusante respectivamente.

Em sendo assim, dentro de um contexto mercadológico e de produção, seguem-se com a apresentação da seqüência histórica das demandas sinalizada e vendas realizadas dos elos da cadeia para os produtos: 1- **garrafão de 20 litros de água mineral** e 2-**refrigerante 2 litros sabor guaraná**. De posse destes valores, segue-se com a aplicação do método de Fransoo e Wouters (2000), de onde se obteve a quantificação do efeito chicote para cada um desses produtos. Por fim, segue-se com a explanação das análises preliminares frente à realidade encontrada na empresa.

4.5.1 O Efeito chicote na cadeia de suprimento da água mineral

O processo produtivo para o engarrafamento de água mineral é relativamente simples, composto de poucas etapas produtivas, conforme descrito no item 4.3 deste capítulo. Em vista disso, registram-se um grande número de empresas nesse ramo de atividade. Neste escopo, a Associação Brasileira das Indústrias de Água Mineral – ABINAM (2007), aponta que o interesse por este ramo industrial foi amplificado em decorrência da estabilização da economia do País, que também é a justificativa principal para o aumento do consumo da água mineral no Brasil.

Nesta perspectiva, o Brasil posiciona-se como o sexto maior produtor de água mineral no mundo, com produção aproximada de 3,5 bilhões de litros em 2001. Neste período, o consumo *per capita*, que era de 17,67 litros em 1999 saltou para 24,9 litros em 2001, tendo registrado um aumento de 104% entre 1997 e 2001. (ABINAM, 2008). Ainda segundo esta associação, o grande destaque do ano ficou com a região Nordeste, que vem ampliando sua produção em mais de 40%, comparando a produção de 1999 em relação ao ano de 1998, chegando aos 754 milhões de litros.

Nesse cenário, destaca-se o crescimento no potencial produtivo do Estado da Paraíba, que ampliou sua produção em 343% em relação a 1998. De modo análogo, outros estados da Federação merecem destaque, tais como: Alagoas, Bahia e Santa Catarina que apresentaram crescimento de 119%, 75,3% e 75,4%, respectivamente. Todavia, os maiores produtores de água mineral em volume, no entanto, são respectivamente: São Paulo (1,1 bilhão), Minas

Gerais (255 milhões), Pernambuco (249 milhões), Rio de Janeiro (177 milhões), Paraná (159 milhões), Bahia (123 milhões) e Rio Grande do Sul (117 milhões). (ABIMAN, 2008)

No que tange ao potencial consumidor de água mineral, o Brasil mostra-se como um mercado em pleno desenvolvimento, uma vez que, ano a ano os níveis de consumo de água mineral vêm crescendo. Nesse sentido, a Organização Não Governamental SOS Águas Brasileiras (2007), aponta que, o consumo de água mineral ou potável de mesa no Brasil, chegou a 2,5 bilhões de litros em 1998, crescendo 18% em relação ao ano anterior e ampliando o consumo *per capita*, em 1998, para 15,13 litros. Todavia, o Brasil ainda tem um consumo muito restrito se comparado à média *per capita* dos países da Europa (100 litros anuais). Essa realidade também é observada quando se compara o consumo de água mineral do Brasil com países da América Latina, como a Argentina, por exemplo, que em 1998 registrou um consumo *per capita* de 18 litros anuais.

Nesse contexto, é importante ressaltar que uma forte justificativa para o reduzido consumo dos produtos de água mineral do País advém da instabilidade econômica vivenciada mais fortemente até os primeiros anos da década de 1990. Com o início da estabilização da economia do Brasil, observou-se que o consumo interno de água mineral iniciou um crescimento que se mantém até os dias de hoje. De forma tal que, espera-se pela manutenção desse comportamento crescente no ramo industrial de água mineral pelos anos seguintes, isto porque, atualmente, o País experimenta um período de estabilidade econômica.

Inserido nesse mercado, um dos principais produtos comercializados é a água mineral em garrações de 20 litros. De toda a produção do País, 57% da água mineral produzida é comercializado nesse tipo de embalagem. (ABINAM, 2008). Essa também é uma realidade na empresa pesquisada, posto que, esse produto corresponde a 40% de todo volume produzido, sendo, por isso, considerado o carro-chefe da empresa entre os produtos de água mineral. Em vista disso, esse produto em particular foi escolhido para ter sua cadeia de suprimentos analisada, bem como, o efeito chicote quantificado através do método escolhido. Para este produto, é possível identificar a seguinte cadeia de suprimento:

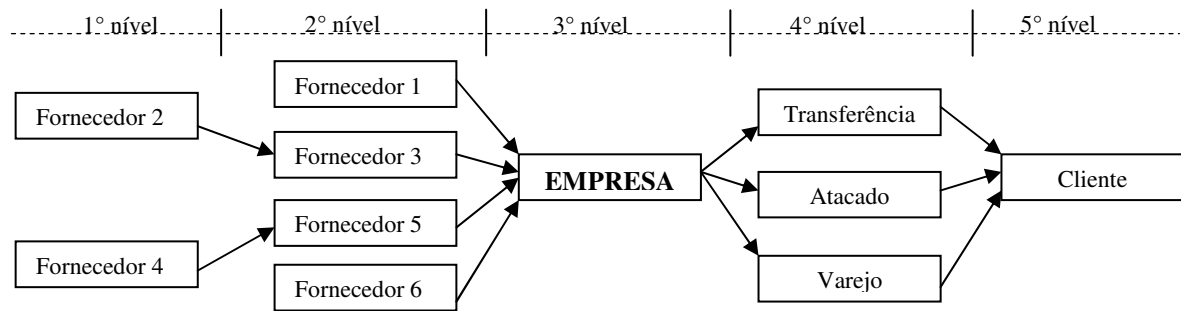


Figura 26: Cadeia de suprimento para a água mineral
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

A estrutura analítica do produto é representada na figura 27. Por esta, é possível observar que a empresa adquire dos seus fornecedores todos os produtos que compõem o 3º nível da estrutura analítica apresentada, ou seja, os pigmentos, o polietileno, o policarbonato, os rótulos, lacres e adesivos. Tem assim que, a empresa a partir da manipulação destes insumos produz as tampas e as garrafas em seu processo produtivo, para posteriormente, seguir para o engarrafamento da água mineral em seu processo produtivo normal, conforme descrito no item 4.3.4.



Figura 27: Fluxograma da água mineral de 20 litros
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Dentre os insumos que compõe a estrutura analítica da água mineral em garrafões de 20 litros, foi definido que a cadeia de suprimentos que seria analisada era a composta pelo fornecedor de polietileno. Isto porque, foi informado pelo setor de Logística da empresa que este juntamente com o policarbonato são considerados os principais insumos comprados para

a produção do produto água mineral de 20 litros. No entanto, conforme se pode observar na figura 26, enquanto o polietileno compõe a estrutura das tampas, o policarbonato compõe a estrutura analítica das garrafas de 20 litros. Todavia, como os garrafões (embalagens) de 20 litros são retornáveis e reaproveitados no processo de envase, os dados de produção de garrafas de 20 litros e o número de vendas dos produtos acabado (água mineral de 20 litros) apresentam distorções que não representam as distorções derivadas da variação na sinalização da demanda. De tal modo, a fim de obter dados mais confiáveis, optou-se pela análise da cadeia de suprimentos da qual faz parte o fornecedor do insumo polietileno que segue identificado na pesquisa como fornecedor 1. De tal forma, a mensuração do efeito chicote foi realizada para a cadeia de suprimento recortada (Figura 28).

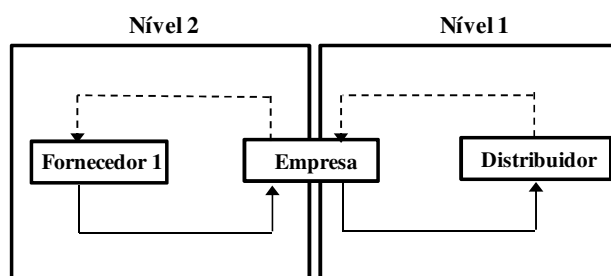


Figura 28: Recorte da cadeia de suprimentos de polietileno
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

A quantificação dos fluxos logísticos que fluem a montante (demanda) e a jusante (produtos) da cadeia segue apresentada na tabela 4 que apresenta a seqüência histórica do produto, em unidades de garrafas de 20 litros para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007. Esse histórico refere-se à demanda e as vendas para os dois níveis da cadeia, nível 1 (distribuição - fabricação) e nível 2 (fabricação - fornecimento).

Pelos dados apresentados na tabela 4, observa-se que, existe muita variabilidade nos dados de D_{out2} , principalmente no intervalo compreendido entre 92006 (setembro/2006) e 22007 (fevereiro/2007). Nesse período, o volume de vendas realizadas pelo fornecedor de polietileno para a empresa de bebidas oscilou entre zero e 464.063 unidades, sendo que a média de vendas é de aproximadamente 170.000 unidades. Neste mesmo período, observa-se que houve variação na sinalização da demanda para o fornecedor de polietileno, fato este que, implica na variabilidade dos níveis de compras deste insumo.

ÁGUA MINERAL

A. MINERAL 01 X 20L S/G

Nº de amostras	Período	Nível 1		Nível 2	
		Previsão de Vendas $D_{in 1}$	Volume de Produção $D_{out 1}$	Previsão de Compras $D_{in 2}$	Volume de Vendas $D_{out 2}$
1	22006	100.000	85.795	147.000	154.688
2	32006	100.000	108.161	189.000	154.688
3	42006	100.000	86.514	168.000	154.688
4	52006	90.000	49.409	168.000	154.688
5	62006	72.878	72.397	168.000	342.188
6	72006	80.000	58.148	147.000	156.250
7	82006	70.092	79.184	126.000	154.688
8	92006	100.000	81.427	231.000	0
9	102006	80.896	90.748	84.000	309.375
10	112006	80.896	36.830	189.000	309.375
11	122006	96.000	85.658	210.000	0
12	12007	84.483	102.092	126.000	464.063
13	22007	80.900	89.130	168.000	0
14	32007	100.274	97.098	231.000	154.688
15	42007	85.582	95.949	210.000	171.875
16	52007	90.009	85.258	189.000	154.688
17	62007	77.019	77.651	210.000	154.688
18	72007	84.343	78.648	168.000	171.875
19	82007	85.912	78.648	105.000	171.875
20	92007	85.912	80.342	189.000	257.813

Tabela 4: Histórico da demanda e venda da água mineral 20 litros

Através desses dados foi possível mapear o comportamento dos fluxos logísticos para os dois níveis da cadeia de suprimentos. (Figuras 29 e 30)

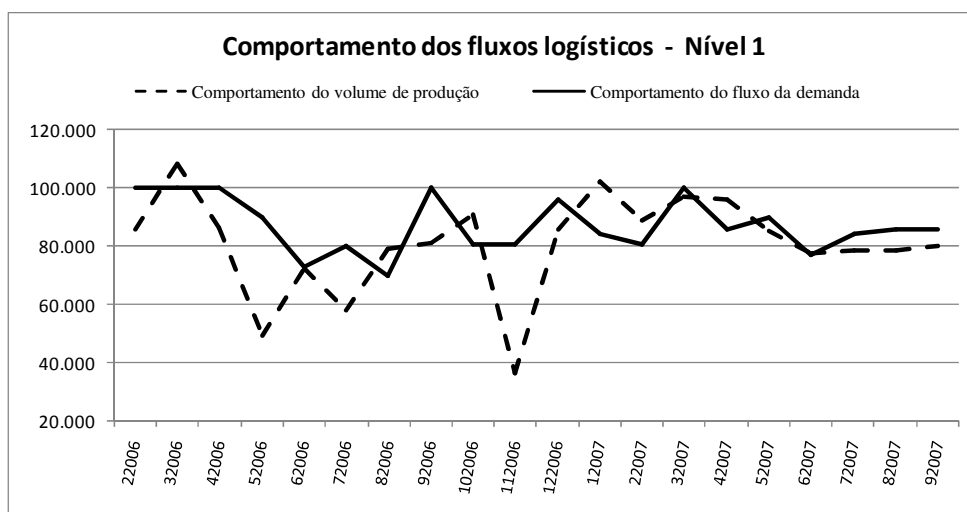
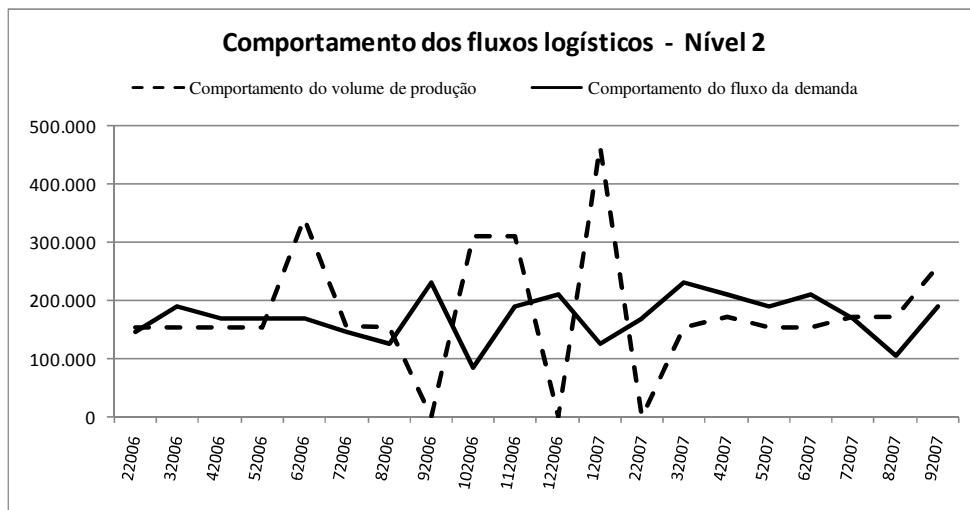


Figura 29: Demanda e produção para o nível 1(água mineral 20 litros)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)



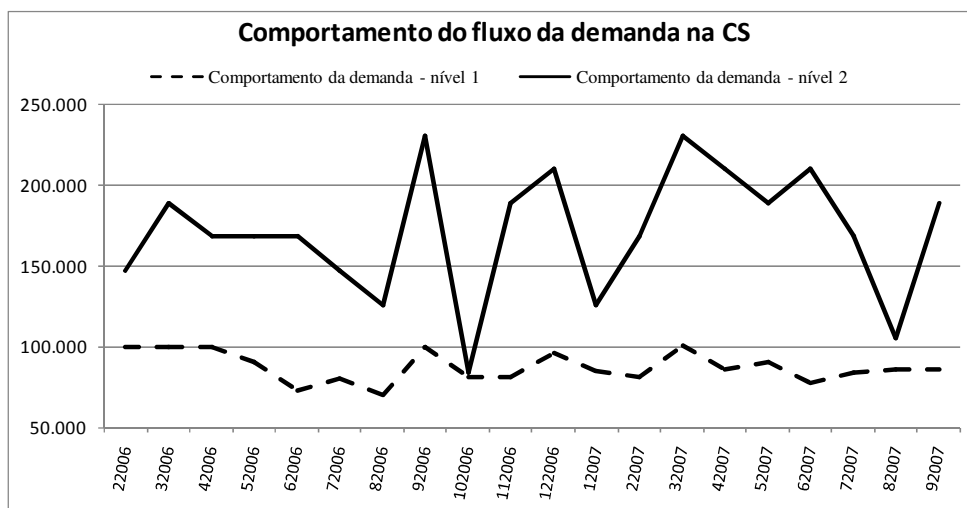


Figura 31: Variação do fluxo da demanda na CS (água mineral 20 litros)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Visualizando o gráfico ilustrado na figura 31, é possível observar a amplificação que ocorre na informação da demanda quando esta segue a montante da cadeia de suprimento. Enquanto a demanda do nível 1 apresenta menores valores, a demanda representada pela curva do nível 2 apresenta valores bem superiores. Afora isto, observa-se ainda que as variações que ocorrem na demanda do nível 2 são notadamente maiores do que as variações que ocorrem no primeiro elo da cadeia de suprimento. Neste aspecto, visualiza-se que, uma pequena variação na curva da demanda do nível 1 corresponde a uma grande variação na curva da demanda do nível 2, de modo que, as variações na curva da demanda no nível 2 apresenta maior variabilidade, sendo estas variações amplificadas. Esta característica em particular no comportamento do fluxo da informação denota a ocorrência do efeito chicote na cadeia de suprimento do produto em análise.

De modo análogo, visualizando o gráfico ilustrado na figura 32, é possível observar claramente a distorção existente no fluxo de produtos ao longo do tempo quando se compara os dois níveis na cadeia de suprimento. Por este aspecto, existem indícios de que a empresa fornecedora vem produzindo uma quantidade superior à quantidade necessária para suprir a necessidade de produção da empresa responsável pela fabricação. Esta distorção nos volumes produzidos decorre da alta variabilidade que ocorre no fluxo de informação quando este se propaga a montante da cadeia de suprimento. Isto porque, pode-se observar que ocorre uma maior variabilidade na curva de produção do nível 2, onde observam-se oscilações representadas por picos e vales, que denotam períodos de superprodução e ociosidade da

capacidade fabril. Tais percepções reforçam a hipótese de que haja a ocorrência do *bullwhip effect* nesta cadeia de suprimento.

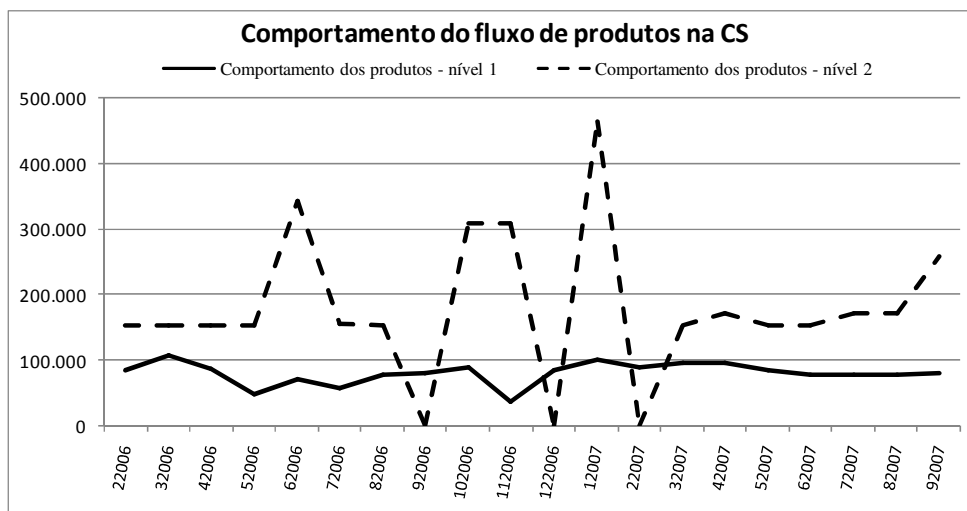


Figura 32: Variação do fluxo dos produtos na CS (água mineral 20 litros)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Deste modo, diante destas análises preliminares, constata-se que, existem prerrogativas suficientes para afirmar que nesta cadeia de suprimentos ocorre o efeito do chicoteamento. Entretanto, para confirmar a existência deste fenômeno é importante comparar o volume de produção no nível 2 com a demanda sinalizada no nível 1, de modo que, se observe a existência e o grau de distorções que ocorre entre a demanda “real” e o volume de produção do fornecedor de polietileno para o atendimento desta demanda. Esta comparação é possível através do gráfico ilustrado na figura 33.

Analisando o gráfico esboçado na figura 33, confirma-se que a demanda original sinalizada para o elo mais a jusante da cadeia de suprimento no nível 1 não é igual a demanda que norteia as atividades de planejamento da produção da empresa fornecedora de polietileno localizada mais a montante da cadeia produtiva. Isto faz com que a empresa fornecedora produza uma quantidade diferente, na maioria das vezes superior, à quantidade necessária para satisfazer a “real” demanda. Em função disto, caso a empresa fornecedora de polietileno não consiga repassar seus produtos para outras empresas haverá a formação de estoques de produtos acabados ao final do processo, problemas na atividade de planejamento da capacidade e da produção, bem como, baixa eficiência dos recursos produtivos, fatores estes que, combinados aumentam os custos operacionais da empresa fornecedora e cadeia de

suprimentos e a torna menos competitiva em termos de custos e qualidade do nível de serviço ao cliente.

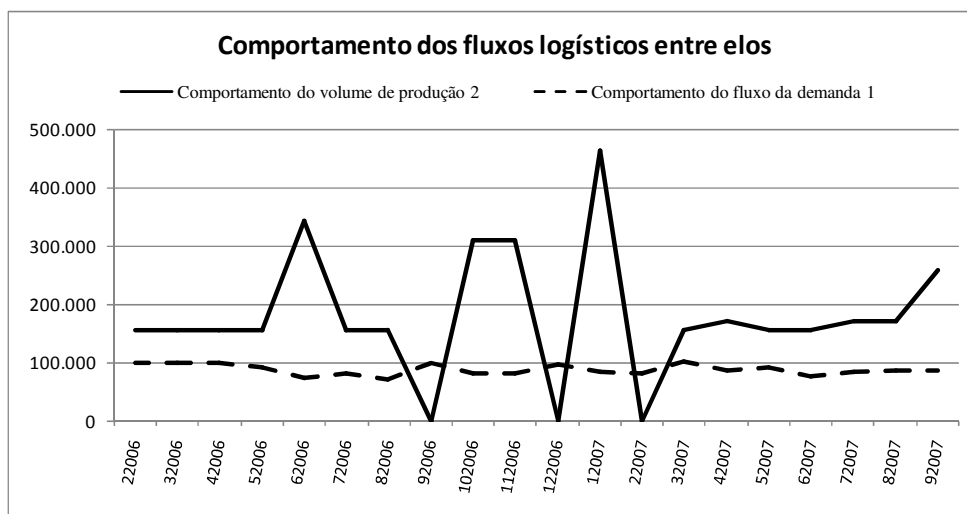


Figura 33: Demanda- nível 1 versus produção- nível 2 (água mineral 20 litros)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

De tal modo, comprova-se que para o recorte da cadeia de suprimentos analisada há de fato a ocorrência do efeito do chicoteamento no fluxo da demanda à medida que este se propaga a montante da cadeia, fato este que, distorce o fluxo de produtos que em seqüência segue a jusante da cadeia de suprimento.

Para a determinação da intensidade do efeito chicote desta cadeia de suprimentos foi aplicada o método desenvolvido por Fransoo e Wouters (2000). Para tal, de posse da seqüência dos dados históricos disponibilizada pela empresa que representam os valores de D_{in} e D_{out} para os dois níveis da cadeia de suprimentos (Tabela 4), inicialmente determinou-se o grau de dispersão e o valor médio para a amostra de dados⁵. Em posse disso, calculou-se o C_{in} e o C_{out} para os dois níveis analisados, onde “C” representa o quociente entre a variabilidade e o valor médio da amostra, conforme as equações (7), (8), (9) e (10) apresentadas no capítulo anterior. A partir disso, executou-se o cálculo final do efeito chicote para cada nível da cadeia, de onde se determina o efeito chicote para toda cadeia, de acordo com as equações (5) e (6). Os resultados dessas variáveis são apresentados na tabela 5.

⁵ Para esta determinação foi utilizado o *software Microsoft Excel 2007*, que compõem o pacote da *Windows Microsoft* ®

A. MINERAL 01 X 20L S/G				
Variáveis	Nível 1		Nível 2	
	Previsão de Vendas D_{in1}	Volume de Produção D_{out1}	Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Vendas D_{out2}
MÉDIA MENSAL	87.260	80.954	171.150	179.609
DESVIO PADRÃO	9.496	17.000	39.888	114.619
C_{in}	0,1088		0,2331	
C_{out}	0,2100		0,6382	
ω	1,9296		2,7382	

Tabela 5: Efeito chicote para a CS (água mineral)

Pelos cálculos apresentados na tabela 5, tem-se que o *EC* para o nível 1 é igual a 1,9296, enquanto que para o nível 2 é igual a 2,7382. De tal modo, determina-se que o efeito chicote para o recorte da cadeia analisada é igual ao produto entre os efeitos chicotes calculados, ou seja, $\omega_T = \omega_1 * \omega_2 = 5,28$.

Diante desses resultados, confirma-se a ocorrência do efeito chicote na cadeia de suprimento, uma vez que, quantifica-se este fenômeno nos três elos da cadeia de suprimento. O grau do *EC* determinado pelo método de Fransoo e Wouters (2000) e apresentado pela tabela 5, indica que, que se a sinalização da demanda que chega ao nível 1 for de 1000 unidades, quando esta demanda chegar ao nível 2 sofrerá uma amplificação de 5,28, ou seja, o valor da demanda passará a ser percebido erráticamente como sendo igual a 5280 unidades, acarretando custos elevados de manutenção de estoque para esse nível. Afora isto, confirma-se o aspecto amplificador que existe no fenômeno do *EC*, uma vez que, observa-se que o grau de variabilidade é maior no nível 2 (2,7382) se comparado ao efeito chicote mensurado para o nível 1 (1,9296).

Ilustrando a amplificação de 1,9296 que ocorre quando a informação da demanda é repassada do distribuidor para a empresa (fabricação), segue esboçado no gráfico (figura 33) as curvas da demanda sinalizada no nível 1 da cadeia, a demanda amplificada pelo efeito chicote e a demanda sinalizada para o nível 2.

Através deste gráfico é possível observar que a demanda informada para o nível 2 é bastante aproximada da demanda amplificada por um fator de variabilidade igual a 1,9296. Em sendo assim, em decorrência desta distorção amplificada identificada na cadeia de suprimentos analisada, tem-se que as empresas com a função de fornecer insumos produtivos, ou seja, as empresas localizadas a montante da cadeia, em decorrência do efeito chicote no

fluxo de demanda podem apresentar maiores níveis de estoque e planejamento da produção e da capacidade ineficientes, posto que, projetam suas unidades produtivas para atenderem uma demanda cerca de três vezes maior do que a real demanda de mercado.

Nesse momento, é importante advertir para o fato de a ocorrência destas conseqüências e o grau em que elas ocorrem dependerem do relacionamento e do EC da empresa produtora de polietileno com as demais empresas as quais ela desempenha o papel de fornecedora. Assim, tem-se que os efeitos supracitados só são uma verdade absoluta se a empresa fornecedora de polietileno atendesse apenas a empresa produtora de bebidas desta pesquisa. Em todo caso, é possível inferir que o efeito chicote ocasiona na empresa fornecedora de polietileno dentre outros problemas dificuldade nas atividades de planejamento da produção e da capacidade, bem como formação de estoques e baixa eficiência da planta fabril.

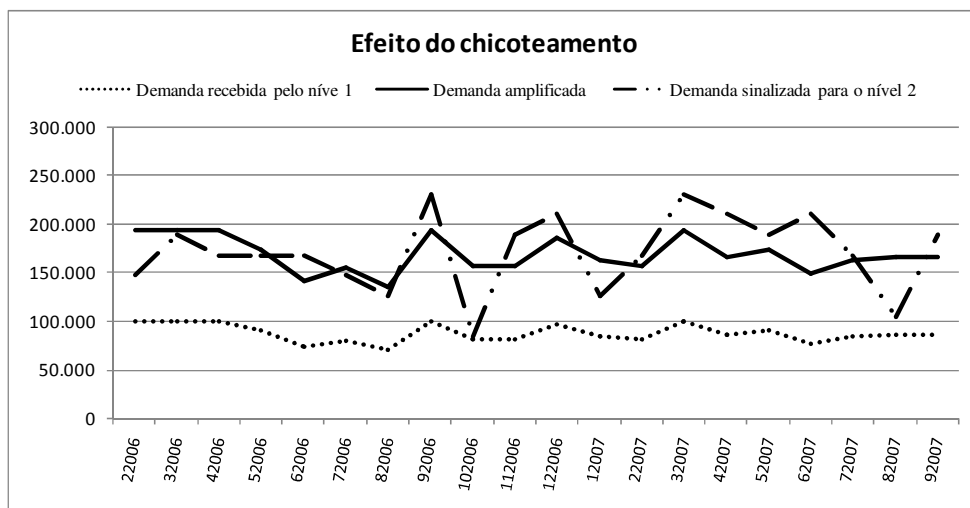


Figura 34: Representação do Efeito do Chicoteamento na CS (água mineral 20 litros)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Diante da constatação do *EC* na cadeia de suprimentos na qual estão inseridas a empresa produtora de bebidas e a empresa fornecedora de polietileno, é importante identificar as causas, quer seja, de natureza comportamental ou não comportamental, de modo que, possa ser repensada a política de relacionamento das empresas que compõem a cadeia de suprimentos. Neste contexto, destacam-se alguns pontos, que foram observados, e que podem justificar a ocorrência do efeito do chicoteamento nesta da cadeia de suprimento. Todavia, a discussão das causas do efeito chicote na cadeia de suprimentos da água mineral de 20 litros é apresentada ao fim deste capítulo.

4.5.2 O Efeito chicote na cadeia de suprimento do refrigerante

O refrigerante dentro do grupo de bebidas não-alcoólicas é a bebida mais consumida no País, segundo informações da Associação Brasileira da Indústria de Bebidas - ABIR (2007). Segundo esta associação, em 2004, foram produzidos aproximadamente 12 bilhões de litros de refrigerantes no Brasil, que gerou uma receita líquida de R\$ 14,2 bilhões, um montante 15,5% superior ao registrado no ano de 2003. Essa tendência de crescimento manteve-se ao longo dos anos, tendo-se registrado uma produção de 13,6 bilhões de litros de refrigerantes em 2007, volume 5% maior do que o registrado em 2006.

Nesse contexto, observa-se uma importante particularidade no setor de refrigerantes do País. Do volume total de produção, tem-se que cerca de 80% consistiam em refrigerantes em embalagens PET de 2 litros. Afora isto, da totalidade dos refrigerantes produzidos nesse tipo de embalagem, tem-se que a maior parcela correspondia ao refrigerante sabor cola. Sobre este último aspecto, a ABIR informa que aproximadamente 50% da produção total anual de refrigerantes de 2 litros nos anos de 2004 e 2005 corresponde a este sabor específico. (ABIR, 2007). A participação dos diversos sabores na produção total dos refrigerantes com embalagens tipo PET 2 litros, para o período de 1999 a 2005, segue ilustrado no gráfico abaixo. (Figura 35).

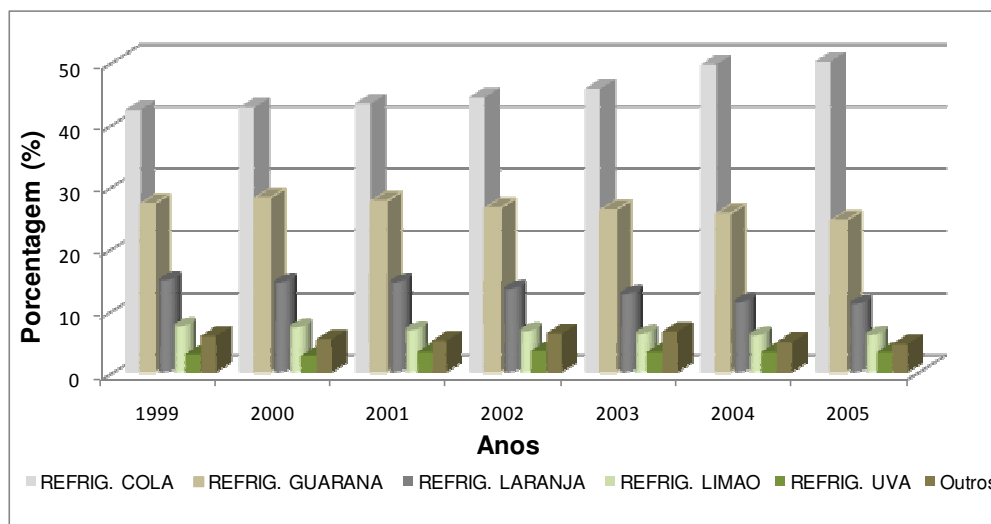


Figura 35: Participação dos refrigerantes por sabor (1999 a 2005)
Fonte: ABIR (2008)

Por esta figura, observa-se a importante e crescente representatividade do refrigerante sabor cola ao longo do tempo. Este sabor corresponde a aproximadamente 50% de todo volume de refrigerantes de 2 litros comercializados no País. De modo análogo, observa-se que o sabor tipo guaraná corresponde ao segundo sabor mais aceito pelo mercado consumidor, apresentando variações ao longo dos anos, alcançando em média 25% do mercado. De modo que, estes dois sabores (cola e guaraná) representam 75% do total da produção de refrigerantes de 2 litros do País.

Diante de tal constatação, pode-se afirmar que o refrigerante mais aceito pelos consumidores no Brasil é o refrigerante sabor cola comercializado na embalagem PET de 2 litros. Essa realidade assemelha-se parcialmente à realidade encontrada na empresa avaliada. Nesta, aproximadamente 71% de todo volume de refrigerantes produzido foi comercializado em embalagens PET de 2 litros, seguindo assim, a mesma tendência de mercado identificada pela ABIR. A estratificação da produção por tipo de embalagem é demonstrada na Tabela 6.

Produtos da empresa (refrigerantes)	Participação (%)
Embalagem de 2000 ml	71%
Embalagem de 330 ml	20%
Embalagem de 250 ml	9%
Total	100%

Tabela 6: Estratificação dos refrigerantes por tipo de embalagem

Entretanto, em contra senso ao que se percebe no setor de refrigerantes do Brasil, na empresa pesquisada o sabor que apresenta maior participação no volume total de produção é o refrigerante de 2 litros sabor guaraná, representando 33% de todo volume de produção da empresa para a linha de produtos de 2 litros, contrapondo-se aos 23% registrado para o sabor tipo cola. (Figura 36). Através deste gráfico, observa-se que, enquanto os refrigerantes com sabor de cola e sabor de laranja correspondem cada um a 23% do total de produção, o refrigerante sabor guaraná corresponde a 33% de todo volume de produção da empresa para a linha de produtos de 2 litros. De modo que, o produto considerado carro chefe da empresa na linha dos refrigerantes é o refrigerante de guaraná 2 litros. Em sendo assim, esse produto em particular foi escolhido para ter sua cadeia de suprimentos analisada, bem como, o efeito chicote quantificado através do método escolhido.

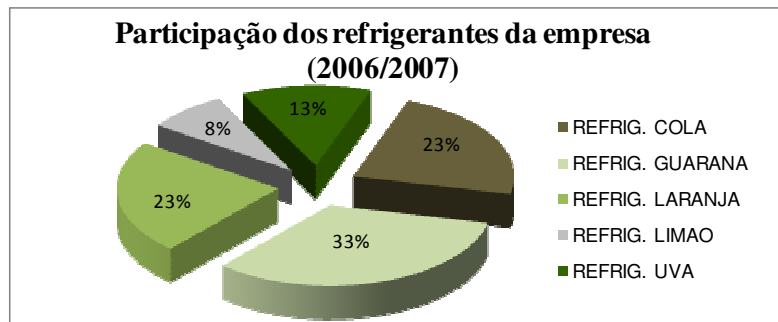


Figura 36: Participação dos sabores no volume total da empresa (2006/2007)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Para este produto, é possível identificar a seguinte cadeia de suprimento:

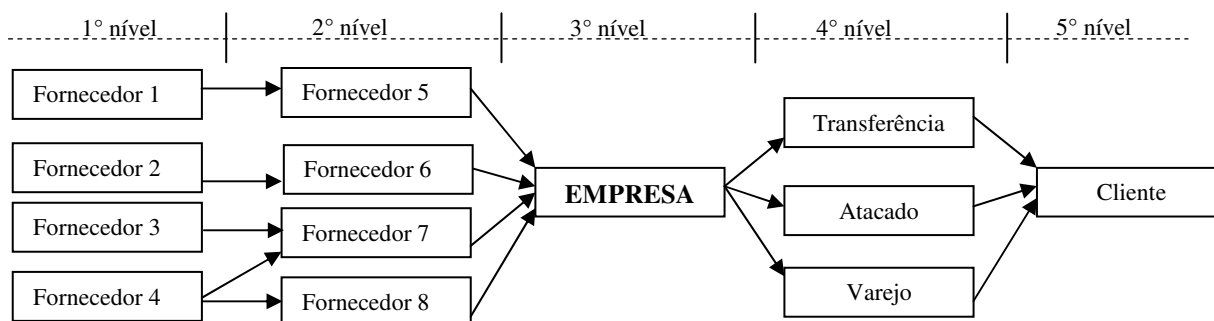


Figura 37: Cadeia de suprimento para o refrigerante guaraná de 2 litros
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Analisando a estrutura do produto tem-se que:

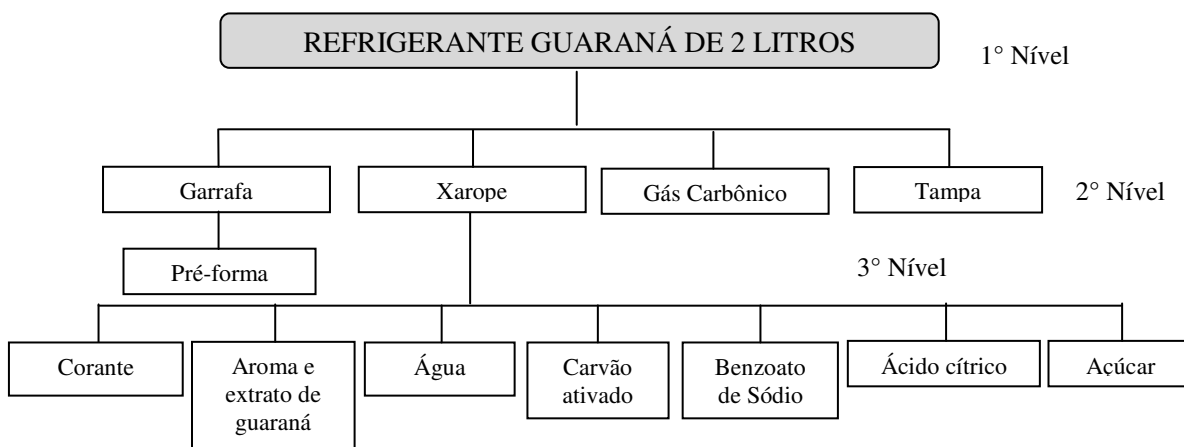


Figura 38: Fluxograma do refrigerante guaraná de 2 litros
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Diante da Figura 38, é possível observar que a empresa adquire dos seus fornecedores quase todos os produtos que compõem o 3º nível da estrutura analítica apresentada, ou seja,

as pré-formas, o corante, o aroma e o extrato de guaraná, o benzoato de sódio, o ácido cítrico, o carvão ativado e o açúcar. Dentro desta estrutura, apenas a água não é comprada, uma vez que a empresa utiliza a água mineral proveniente de poços artesianos da própria empresa. Dessa forma, a empresa a partir da manipulação destes insumos no seu processo produtivo fabrica as garrafas e o xarope (vide itens 4.3.1.1 e 4.3.3), para posteriormente, seguir para o engarrafamento do refrigerante em seu processo produtivo normal, conforme descrito na sessão 4.3 deste capítulo.

Dentre dos insumos que compõe a estrutura analítica do refrigerante sabor guaraná de 2 litros, foi informado pelo Departamento de Logística da empresa que, as principais matérias-primas são o açúcar, a tampa *roll on* e a pré-forma. Essa importância se dá pelo binômio consumo *versus* preço destes insumos. Em vista disso, estes insumos específicos foram escolhidos para terem sua cadeia de suprimentos analisada, posto que, em havendo a ocorrência do efeito chicote nessas cadeias de suprimento, os efeitos relativos aos custos em decorrência à acumulação desnecessária de estoques e mesmo obsolescência destes, terão maior intensidade no desempenho financeiro destas cadeias por se tratar de insumos que empatam maior quantidade de capital.

De tal forma, para que possa discutir tais efeitos na cadeia produtiva analisada é importante inicialmente determinar a ocorrência do EC, bem como, a intensidade deste fenômeno na cadeia de suprimentos específica, através da análise dos fluxos logísticos ao longo dos níveis da cadeia produtiva. Dessa forma, para o refrigerante de 2 litros sabor guaraná, foram avaliadas as cadeias de suprimentos das quais faziam parte: 1- **fornecedor de pré-formas** – fabricação de refrigerantes – distribuição; 2- **fornecedor de açúcar** – fabricação de refrigerantes – distribuição; e 3- **fornecedor de tampas** – fabricação de refrigerantes – distribuição. Estas cadeias seguem apresentadas nas figuras 39, 40 e 410.

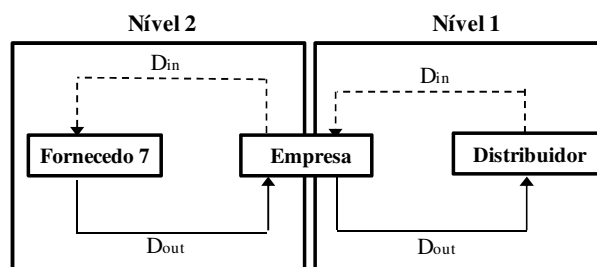


Figura 39: Recorte da cadeia de suprimentos de pré-formas

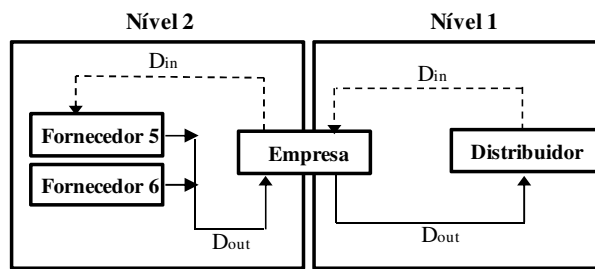


Figura 40: Recorte da cadeia de suprimentos de açúcar

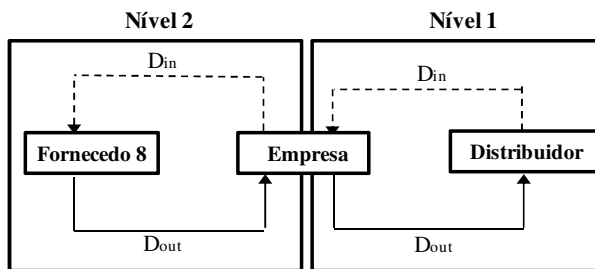


Figura 41: Recorte da cadeia de suprimentos de tampas

Conforme pode ser observado, as três cadeias apresentadas possuem a mesma estrutura nas fases de fabricação-distribuição (nível 2), diferindo apenas na fase suprimento-fabricação (nível 1). Em sendo assim, os fluxos de informação e de produtos que seguem no nível mais a montante das cadeias são similares, uma vez que, representam a sinalização da demanda do elo distribuidor para o elo fabricante e as vendas realizadas do elo fabricante para o elo distribuidor. Dessa forma, o efeito chicote para o primeiro nível é o mesmo para as três cadeias apresentadas. Em vista disso, segue-se inicialmente com as análises do nível 1 da cadeia. Em seguida, são apresentadas as análises e os efeitos chicotes para os níveis 2 de cada cadeia representadas nas figuras acima: fornecedor (7) de pré-formas – empresa de bebidas, fornecedores (1 e 3) de açúcar – empresa de bebidas e fornecedor (8) de tampas – empresa de bebidas.

4.5.2.1 O Efeito chicote no nível 1 da CS (refrigerante)

Os elos que se localizam mais a jusante da cadeia de suprimentos são os que estão mais próximos do mercado consumidor, de modo que, são as empresas que podem estabelecer maior contato com o cliente final. De tal modo, estas empresas exercem um papel estratégico dentro das cadeias de suprimentos as quais pertencem, posto que, conhecem com maior acurácia as necessidades do mercado, bem como, podem determinar com maior precisão a demanda de mercado a ser atendida. Nesse escopo, para as cadeias de suprimentos

delimitadas (figuras 38, 39 e 40), na qual está inserida a empresa do ramo industrial de bebidas, a demanda de mercado está sendo sinalizada para a cadeia produtiva pela empresa responsável pela distribuição das bebidas, a partir dos pedidos de vendas que esta recebe diretamente de empresas de varejo ou de atacadistas.

Neste contexto, o elo distribuidor sinaliza para a empresa produtora de refrigerantes uma demanda de mercado, denominada pela metodologia de Fransoo e Wouters (2000) como D_{in1} . Em resposta a esta sinalização de demanda a empresa de bebidas programa seus recursos produtivos sua produção para, a partir disso, executar vendas de seus produtos acabados como forma de satisfazer a demanda sinalizada. O volume de vendas é definido por Fransoo e Wouters (2000) como sendo D_{out1} e através da análise do comportamento dessas duas variáveis (D_{in1} , D_{out1}) ao longo do tempo em termos de variabilidade e oscilação é possível inferir a despeito da ocorrência do fenômeno do chicoteamento na cadeia analisada.

Dessa forma, para que seja possível a avaliação deste recorte da cadeia de suprimentos (nível 1), e necessário inicialmente possuir uma seqüência de D_{in1} e D_{out1} . Esta seqüência é apresentada na Tabela 7, na qual, são informados dados de demanda e vendas em unidades de garrafas de 2 litros do refrigerante sabor guaraná para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007.

Observando os dados expostos na tabela 7, observa preliminarmente que há muita oscilação nos dados que representam D_{out1} . Este fato pode ser notado, no período de 52006 (maio/2006) a 12007 (janeiro/2007), onde o nível de vendas oscilou entre zero e 342.894 unidades. Para que fosse possível fazer uma avaliação mais completa desses dados, bem como fosse possível analisar o comportamento dos fluxos logísticos (demanda e vendas) existentes entre os dois elos da cadeia de suprimentos (fabricação-distribuição) no espaço de tempo avaliada, foi esboçado um gráfico ilustrado na figura 42.

Pelo gráfico que demonstra o comportamento dos fluxos logísticos no nível 1 da cadeia (figura 42) observa-se a grande divergência que há entre a previsão de demanda sinalizada e a produção realizada. Neste aspecto, observa-se que a demanda sinalizada para o elo localizado mais a montante da cadeia é superestimada em relação à demanda de mercado, não correspondendo assim, a real demanda. Esta afirmativa é justificada pela ocorrência de períodos onde se registrou nível zero de produção (abril/2006, junho/2006, julho/2006, novembro/2006 e junho/2007). Especificamente para estes meses, observou-se que a empresa

não produziu refrigerantes tipo guaraná de 2 litros, mas atendeu sua demanda com o estoque gerado nos meses anteriores, de modo que, oscilou entre períodos de superprodução com períodos de ociosidade da planta fabril.

REFRIGERANTE			
Pré-formas			
Nº de amostras	Período	Nível 1	
		Previsão de Vendas	Volume de Vendas
		$D_{in\ 1}$	$D_{out\ 1}$
1	22006	275.820	222.624
2	32006	287.220	349.734
3	42006	269.400	237.054
4	52006	259.800	0
5	62006	239.400	293.604
6	72006	259.800	0
7	82006	259.800	0
8	92006	269.400	230.820
9	102006	310.800	342.894
10	112006	335.652	167.958
11	122006	313.800	0
12	12007	325.134	348.534
13	22007	276.006	276.864
14	32007	295.500	426.258
15	42007	280.782	224.994
16	52007	301.320	333.948
17	62007	275.622	391.896
18	72007	235.854	0
19	82007	311.088	287.052
20	92007	311.088	431.202

Tabela 7: Histórico da demanda e venda do refrigerante para o nível 1

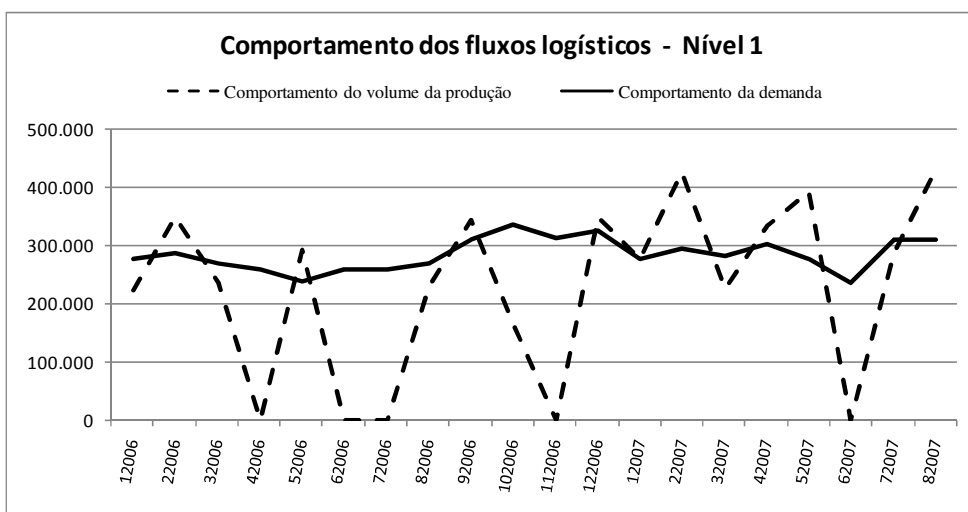


Figura 42: Demanda e vendas para o nível 1 (refrigerante guaraná)

Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Este fato sugere que, o fluxo de informação correspondente à demanda, recebido pela empresa de bebidas, sofreu um processo de amplificação ao passar do consumidor final até a empresa analisada. Em vista disso, a empresa fabricante dos refrigerantes recebe uma previsão de demanda superestimada, que não corresponde ao volume de vendas realizado, o que proporciona entre outros efeitos à acumulação de estoques de produto acabado, dificuldades no processo de planejamento da capacidade e da produção, bem como, geração de estoques ao final do processo, uma vez que a empresa de bebidas adota a política de produzir para estoque e vender posteriormente essa produção excedente.

Por outro lado, a elevada diferença entre os fluxos de demanda e vendas no nível 1 da cadeia, pode também advir do fato da empresa de refrigerantes não realizar um procedimento formal, através de métricas de previsão de demanda, para determinar a demanda a ser atendida. Como o setor comercial através do departamento de vendas do grupo, faz uso de metas de vendas a serem cumpridas pelos vendedores, sem que se analise a real necessidade do mercado, é provável que a demanda sinalizada para o PCP da empresa não corresponda à demanda real de mercado.

Observa-se assim, que os fluxos logísticos neste nível da cadeia caracterizam-se por uma forte divergência, acompanhados de muita variabilidade, especificamente no fluxo de produtos a jusante da cadeia. Afora isto, percebe-se que a curva de demanda é, em grande maioria, superior a curva de vendas, fato este que, sugere que a demanda recebida seja amplificada em relação à demanda real de mercado. Diante deste cenário, afirma-se haver indícios suficientes para afirmar que na relação produção-distribuição haja a ocorrência do fenômeno do chicoteamento no fluxo de informação a montante da cadeia de suprimentos

Apesar de tais percepções denotarem a ocorrência do *bullwhip effect* nos elos a jusante da cadeia produtiva para o refrigerante guaraná de 2 litros, faz-se necessário constatar que tais prerrogativas sejam verdadeiras. Para tal, a fim de confirmar a existência deste fenômeno é importante aplicar a metodologia de Fransoo e Wouters (2000) para a metrificação do efeito chicote no recorte da cadeia analisada.

Assim, segue-se com a apresentação do cálculo efetuado para a mensuração do *EC* através do método escolhido. Obedecendo as etapas e as equações esboçadas por Fransoo e Wouters (2000), demonstradas no capítulo anterior (vide pag. 64) determinou-se o efeito chicote entre estes elos, conforme se apresenta na Tabela 8.

REFRIGERANTE GUARANÁ 2 LITROS		
Variáveis	Nível 1	
	Previsão de Vendas D_{in1}	Volume de Vendas D_{out1}
MÉDIA MENSAL	228.272	284.664
DESVIO PADRÃO	151.321	27.691
C_{in}	0,0973	
C_{out}	0,6629	
ω (efeito chicote)	6,813	

Tabela 8: Efeito chicote para o nível 1 da CS (água mineral)

Através da metodologia dos autores supracitados, obteve-se que, para o nível da cadeia analisado há a ocorrência do efeito chicote com uma intensidade de 6,813. De tal modo, confirma-se a ocorrência do efeito chicote neste recorte da cadeia de suprimento, uma vez que, quantifica-se este fenômeno como sendo superior a um (1). O *EC* quantificado indica que se a sinalização da demanda de mercado for de 1000 unidades, a previsão de demanda recebida pela empresa produtora de refrigerantes sofrerá uma amplificação de 6,813, ou seja, o valor da demanda passará a ser percebido erratically como sendo igual a 6813 unidades, podendo acarretar, problemas de planejamento e gestão, custos e eficiência, conforme ressaltado anteriormente.

Diante da constatação do efeito do chicoteamento na cadeia de suprimentos do refrigerante, considerando a relação fabricação-distribuição, é importante identificar os fatores, quer seja, de natureza comportamental ou não comportamental, que causem esta distorção. Nesse sentido, destacam-se alguns pontos, que foram observados, e que podem justificar a ocorrência do efeito do chicoteamento nesta da cadeia de suprimento. Todavia, a discussão das causas do efeito chicote na cadeia de suprimentos refrigerante guaraná de 2 litros é apresentada ao fim deste capítulo.

4.5.2.2 O Efeito chicote no nível 2 da CS (pré-formas)

As pré-formas são matérias-primas semi-processadas, na forma de tubos de ensaios, que após os processos de injeção e sopro através de um jato quente da forma a embalagem PET como esta é conhecida popularmente. (vide item 4.3.1.1). A empresa fabricante de refrigerantes adquire tais insumos de um fornecedor único localizado no Estado do Ceará que fabrica tanto pré-formas como as garrafas de PET (*polietileno tereftalato*) para mercados

especializados, tais como: empresas de refrigerantes, água mineral, óleo comestível, sucos, bebidas alcoólicas, chás e outras aplicações. Todavia, para a empresa estudada são fornecidas apenas as pré-formas em seu estado bruto, ou seja, pronta para entrar no processo de injeção/sopro.

Para a mensuração do efeito chicote, levando-se em consideração este insumo, a partir do método de Fransoo e Wouters (2000), inicialmente é necessário saber como se comporta o as variáveis D_{in2} e D_{out2} ao longo de um determinado intervalo de tempo. Para tal, apresenta-se na tabela 9, a seqüência histórica de D_{in2} e D_{out2} para a matéria-prima pré-forma. Assim, estão seqüenciados os valores representativos D_{in2} e D_{out2} para 20 meses, onde D_{in2} corresponde à sinalização da demanda recebida pelo fornecedor de pré-formas repassada pelo fabricante de bebidas, enquanto, D_{out2} representa o valor real de compras efetuado pela empresa produtora de refrigerantes.

REFRIGERANTE			
Pré-formas			
Nº de amostras	Período	Nível 2	
		Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Vendas D_{out2}
1	22006	336.000	243.360
2	32006	336.000	243.360
3	42006	336.000	324.480
4	52006	288.000	280.800
5	62006	336.000	243.360
6	72006	0	405.600
7	82006	288.000	330.720
8	92006	240.000	324.480
9	102006	336.000	402.960
10	112006	336.000	320.544
11	122006	384.000	362.880
12	12007	336.000	342.404
13	22007	336.000	379.600
14	32007	251.200	213.200
15	42007	288.000	249.600
16	52007	288.000	374.400
17	62007	240.000	436.800
18	72007	336.000	248.560
19	82007	480.000	279.760
20	92007	384.000	667.680

Tabela 9: Histórico da demanda e venda das pré-formas para o nível 2

Através dessa seqüência histórica dos dados fez-se o mapeamento do comportamento dos fluxos logísticos (demanda e vendas) para este nível da cadeia produtiva (fornecedor – fabricação) na janela de tempo avaliada com o intuito de identificar a ocorrência ou não do fenômeno do chicoteamento neste nível específico da cadeia. Este mapeamento é ilustrado na figura 42. Observando-se essa figura, é possível visualizar que não existem diferenças significantes entre as curvas de demanda e de vendas para este nível, exceto para o mês 62006 (junho/2006). Em comparação à figura 42 (pag. 121), observa-se que as curvas representativas dos fluxos logísticos do segundo nível apresentam uma variabilidade menos freqüente e com menor intensidade quando comparada às variações que ocorrem nos fluxos do nível 1. Segundo este aspecto, na relação entre fornecimento e produção, conclui-se que o efeito de chicoteamento da demanda é inferior ao identificado no nível 1 desta mesma cadeia de suprimentos.

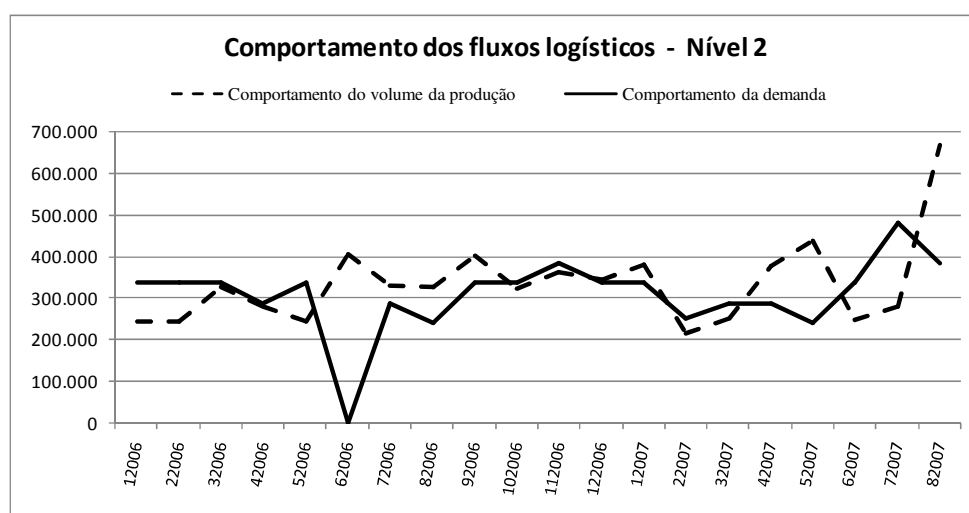


Figura 43: Demanda e produção para o nível 2 (pré-formas)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Frente à diferença nos comportamentos dos fluxos de demanda e de vendas para os dois níveis da cadeia analisada, houve a necessidade de confrontar as seqüências de D_{in} e D_{out} para os dois níveis da cadeia. Isso é feito através dos gráficos ilustrados nas figuras 45 e 46.

Em observação à figura 45, percebe-se inicialmente que as curvas representativas das demandas para os dois níveis apresentam comportamentos assemelhados, exceto no mês de julho/2006, onde a demanda foi nula. Observa-se ainda que, a curva da demanda do nível 2 apresenta uma oscilação pouco amplificada se comparada à demanda do nível 1. Deste modo,

uma pequena variação que ocorre no valor de demanda do nível 1, corresponde a uma variação de maior intensidade no valor da demanda 2. Este fato específico, indica a ocorrência da amplificação na informação da demanda à medida que esta segue a montante da cadeia de suprimento denota a ocorrência do efeito do chicoteamento da demanda.

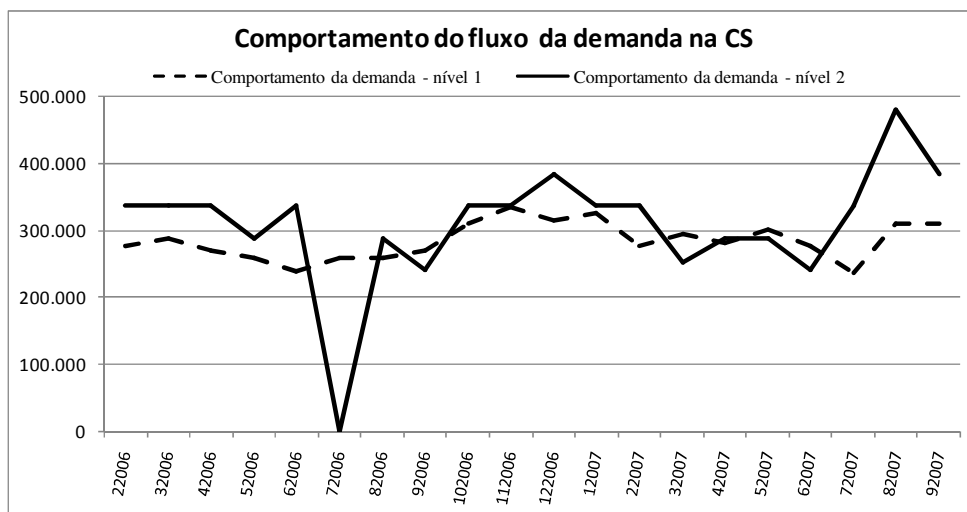


Figura 44: Variação do fluxo da demanda na CS (pré-formas)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

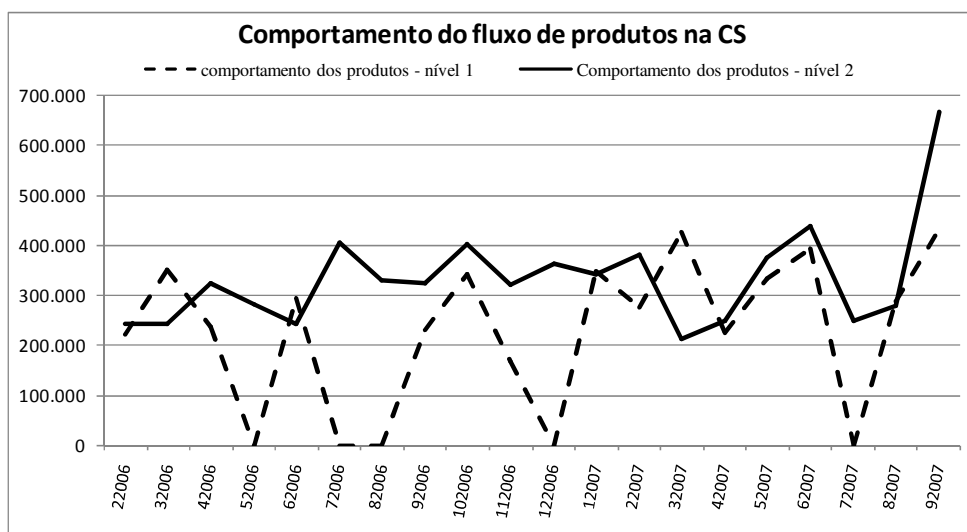


Figura 45: Variação do fluxo dos produtos na CS (pré-formas)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Em relação ao comportamento dos fluxos de produtos nos dois níveis da cadeia de suprimento analisada (Figura 45), observa-se que, contrariamente ao que ocorre no fluxo da demanda, as taxas de produção dos elos apresentam profundas diferenças em termos de intensidade e frequência. Afora isto, observa-se ainda que as variações que ocorrem na

produção do nível 1 são notadamente maiores do que as variações que ocorrem no segundo nível da cadeia de suprimento. Este último fato indica a não amplificação da demanda neste nível da cadeia, ou seja, denota a não ocorrência do *bullwhip effect* no segundo nível da cadeia analisada.

Assim, pelo conjunto das análises realizadas, conclui-se que, no segundo nível da cadeia de suprimentos não se identificam profundas divergências entre a demanda sinalizada e a demanda real de compra de matéria-prima entre a empresa de refrigerantes e a fornecedora das pré-formas. Da mesma forma, não se observa indícios de que haja o efeito amplificador na sinalização da demanda.

Essa realidade é confirmada pelo gráfico seguinte, onde são contrapostas a curva de demanda que chega à empresa de bebidas com a curva representativa das compras de pré-formas (Figura 46). Em análise a esta figura, visualiza-se claramente que não há profundas divergências entre as curvas esboçadas. Ao contrário disso, observa-se que o volume de vendas realizadas no nível 2 da cadeia possui comportamento similar ao que indica a curva de demanda do nível 1. De modo que, pode-se reforçar a hipótese de que a demanda que chega à empresa de bebidas é repassada com pouca distorção ou amplificação para o fornecedor. Em sendo assim, pode-se inferir que no recorte da cadeia (fornecedor - fabricação), considerando-se o fornecedor de pré-formas, não ocorra o efeito chicote.

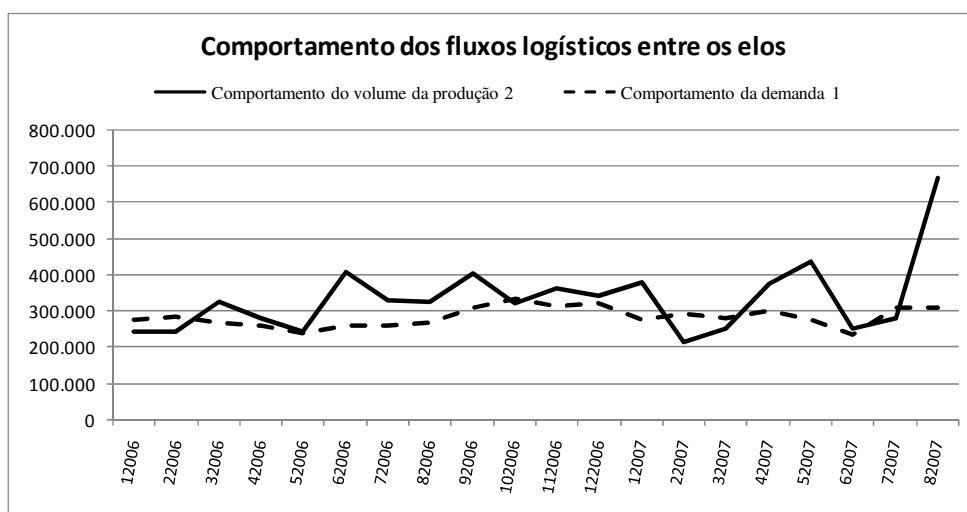


Figura 46: Demanda- nível 1 versus produção- nível 2 (pré-formas)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Entretanto, para confirmar tais análises, é necessário, aplicar a metodologia de Fransoo e Wouters (2000) para quantificar o EC para este nível da cadeia produtiva. Assim, segue-se com a apresentação do cálculo efetuado para a mensuração do *bullwhip effect* através do método escolhido.

PRÈ-FORMAS		
Variáveis	Nível 2	
	Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Vendas D_{out2}
MÉDIA MENSAL	333.727	307.760
DESVIO PADRÃO	101.622	90.939
C_{in}	0,2955	
C_{out}	0,3045	
ω (efeito chicote)	1,0305	

Tabela 10: Efeito chicote para o nível 2 (pré-formas)

Pelos resultados apresentados na Tabela 10, observa-se que conforme as análises indicavam, para a relação entre a empresa fornecedora de pré-formas e a empresa produtora de refrigerante não se quantifica a ocorrência do *bullwhip effect*. Isto porque, foi quantificado um EC de aproximadamente igual a um (1). Isto significa que se a sinalização da demanda de mercado recebida pela empresa de refrigerantes for de 1000 unidades, a previsão de demanda recebida pela empresa fornecedora de pré-formas é igual a 1030 unidades. Ou seja, há um aumento de 30 unidades, na passagem dessa informação através dos elos da cadeia.

Observa-se assim que, no nível 1 desta cadeia de suprimentos foi quantificado um *EC* com intensidade de 6,813. Valor este, bastante superior ao identificado no nível 2 da cadeia de suprimentos, analisado fornecedor de pré-formas e fabricante de bebidas. Diante deste cenário, é importante identificar os fatores, quer seja, de natureza comportamental ou não comportamental, que causem a amplificação da demanda no nível da cadeia e os motivos que impedem que esta distorção amplificada siga a montante da cadeia de suprimento. Nesse sentido, destacam-se ao final deste capítulo alguns pontos que foram observados e, que podem justificar tais fenômenos.

4.5.2.3 O Efeito chicote no nível 2 da CS (açúcar)

O açúcar dentro do processo produtivo de fabricação dos refrigerantes é considerado uma importante matéria-prima, visto, o elevado consumo deste na composição do produto

final. Segundo dados da empresa de refrigerantes estudada cerca de três bilhões de quilos de açúcar foram consumidos no processo de fabricação de refrigerantes no ano de 2006. Para o suprimento de todo esse volume de açúcar a empresa dispõe de dois fornecedores ambos da Região Nordeste do País, um localizado no estado do Pernambuco, outro localizado no estado de Alagoas. Dessa forma, para a análise da cadeia de suprimento da qual faz parte o fornecedor de açúcar, serão avaliados os dois fornecedores de açúcar. De forma que, os dados de D_{in2} e D_{out2} representam os volumes de demanda e de vendas para estes dois fornecedores.

A quantificação dos fluxos logísticos, em termos de demanda e produtos, que correspondem às variáveis D_{in2} e D_{out2} para a matéria-prima açúcar é apresentada na Tabela 11. Nessa tabela, estão seqüenciados os valores representativos D_{in2} e D_{out2} para 20 meses, onde D_{in2} corresponde à sinalização da demanda recebida pelos fornecedores de açúcar que é repassada pelo fabricante de bebidas, enquanto, D_{out2} representa o valor real de compras efetuado pela empresa produtora de refrigerantes. A Tabela 11 apresenta a seqüência histórica do produto, em kg de açúcar para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007.

REFRIGERANTE			
Açúcar			
Nº de amostras	Período	Nível 2	
		Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Compras D_{out2}
1	22006	60.000	25.271
2	32006	60.000	45.489
3	42006	50.000	50.543
4	52006	50.000	60.651
5	62006	50.000	35.380
6	72006	50.000	56.346
7	82006	50.000	59.903
8	92006	40.000	40.434
9	102006	60.000	68.139
10	112006	60.000	68.326
11	122006	60.000	55.036
12	12007	70.000	65.144
13	22007	60.000	58.031
14	32007	60.000	55.784
15	42007	40.000	42.681
16	52007	50.000	50.543
17	62007	50.000	65.706
18	72007	40.000	45.489
19	82007	60.000	55.597
20	92007	60.000	60.651

Tabela 11: Histórico da demanda e venda do açúcar para o nível 2

Através desta seqüência histórica é possível mapear o comportamento dos fluxos logísticos (demanda e vendas) para os dois elos da cadeia de suprimentos na janela de tempo avaliada (20 meses) com o intuito de identificar a ocorrência ou não do fenômeno do chicoteamento nesta cadeia específica. Tal mapeamento é esboçado na figura 47.

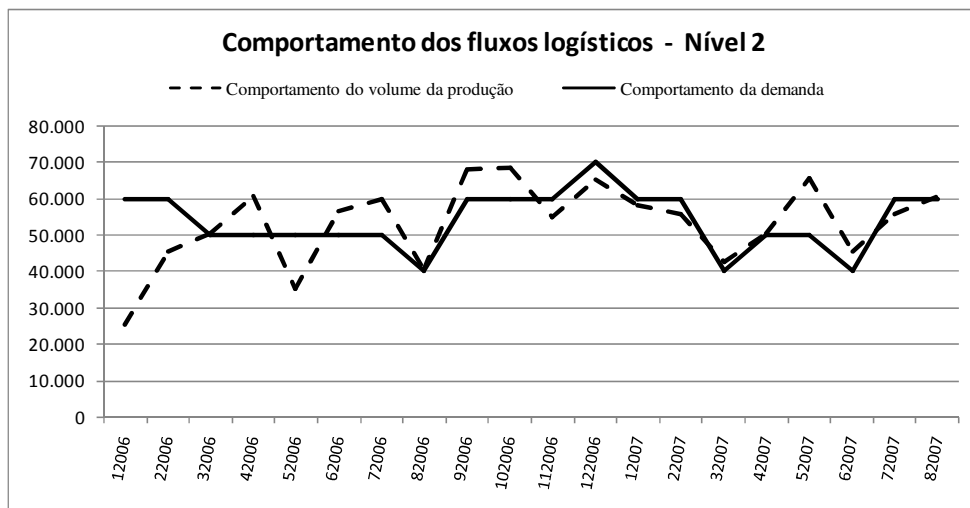


Figura 47: Demanda e produção para o nível 2 (açúcar)

Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Pelo gráfico que demonstra o comportamento dos fluxos logísticos do segundo nível do recorte da cadeia (figura 47) observa-se que, conforme foi identificado na cadeia de suprimentos das pré-formas há pouca diferença entre as curvas de demanda e produtos, ainda mais se estas curvas forem comparadas com os fluxos logísticos do nível 1 da cadeia.(figura 42 pag. 121). Fazendo esta comparação, observa-se que as curvas representativas dos fluxos logísticos do segundo nível apresentam uma variabilidade menos freqüente e com menor intensidade quando comparada às variações que ocorrem nos fluxos do nível 1. Nesse sentido, é possível visualizar que as empresas fornecedoras de açúcar utilizam a sinalização da demanda recebida pelo elo mais a montante da cadeia para programar sua produção. Logo, segundo este aspecto, na relação entre fornecimento e produção, conclui-se que o efeito de chicoteamento da demanda é inferior ao identificado no nível 1 desta mesma cadeia de suprimentos.

Mais uma vez, frente à diferença entre o comportamento dos fluxos logísticos dos níveis da cadeia de suprimento, torna-se necessário observar o comportamento da curva de demanda para os dois níveis, bem como o comportamento dos fluxos de produtos para as

empresas que compõem a cadeia de suprimentos analisada. O confronto entre as seqüências de D_{in} e D_{out} para os dois níveis da cadeia é esboçado nas figuras 48 e 49.

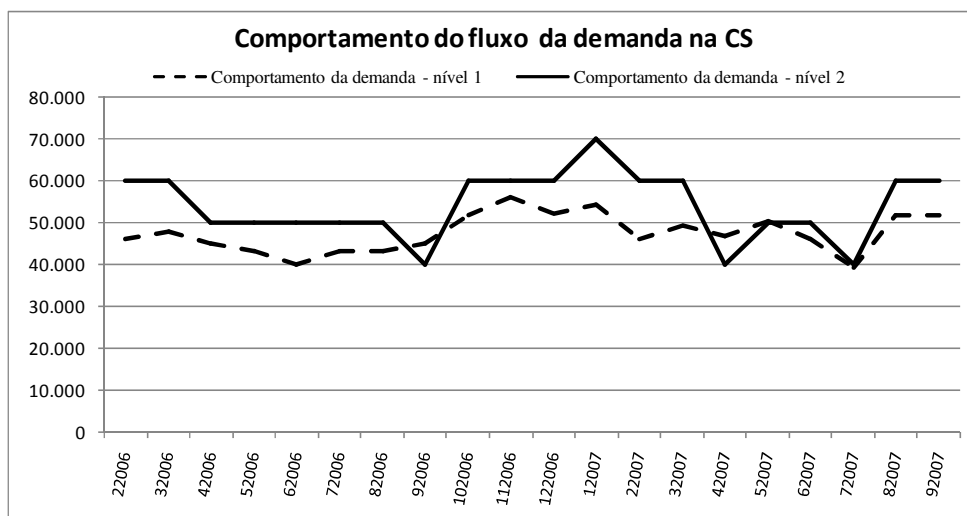


Figura 48: Variação do fluxo da demanda na CS (açúcar)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

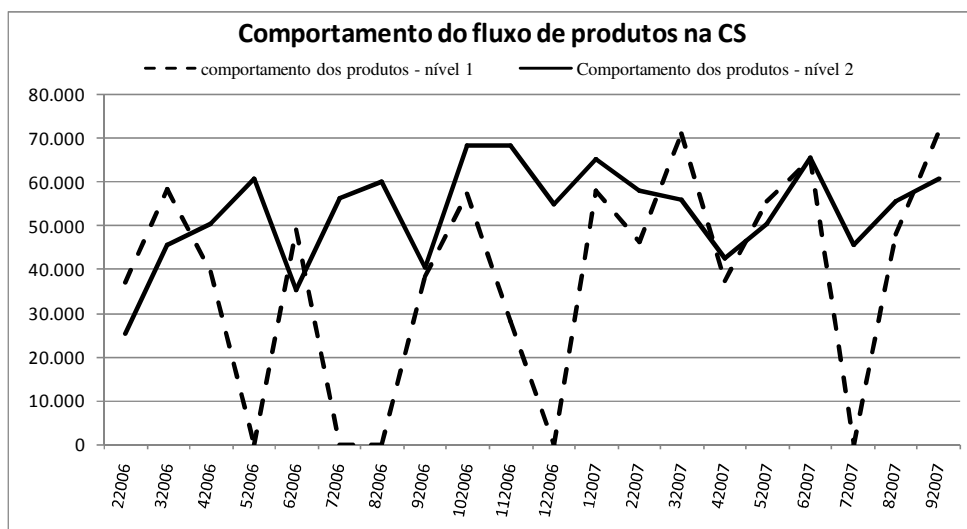


Figura 49: Variação do fluxo dos produtos na CS (açúcar)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Em observação à Figura 49, nota-se que as curvas da demanda para os dois níveis de toda cadeia de suprimentos apresentam-se com pouca divergência. Nota-se, entretanto, que a curva representativa do nível 2 apresenta mais oscilações do que a curva da demanda 1, do mesmo modo que, no segundo nível da cadeia analisada observa-se que a previsão de demanda apresenta valores superiores à demanda sinalizada aos primeiros elos da cadeia de suprimentos. De modo que, a demanda do nível 2 apresenta um caráter amplificado se

comparado à previsão de demanda do nível 1. Este fato denota a ocorrência do efeito chicote em pequeno grau nesta cadeia de suprimento.

Em relação ao comportamento dos fluxos de produtos nos dois níveis da cadeia de suprimento analisada (Figura 49), observa-se que, contrariamente ao que ocorre no fluxo da demanda, as taxas de produção dos elos apresentam profundas diferenças em termos de intensidade e frequência. Afora isto, observa-se ainda que as variações que ocorrem na produção do nível 1 são notadamente maiores do que as variações que ocorrem no segundo nível da cadeia de suprimento. Este último fato indica a não amplificação da demanda ao longo da cadeia. Logo, denota a não ocorrência do *bullwhip effect* no segundo nível da cadeia.

Em sendo assim, pelo conjunto das análises realizadas, conclui-se que, no segundo nível da cadeia de suprimentos não se identificam profundas divergências entre a demanda sinalizada e a demanda real de compra de matéria-prima entre a empresa de refrigerantes e os fornecedores de açúcar. Da mesma forma, não se observa indícios de que haja o efeito amplificador na sinalização da demanda.

Todavia, para se constatar as prerrogativas quanto ao fato de a propagação na amplificação da demanda não fluir a montante da cadeia de suprimentos é importante comparar o volume de produção no nível 2 com a demanda sinalizada no nível 1, de modo que, se observe a existência e o grau de distorções que ocorre entre a demanda “real” e o volume de produção do fornecedor para o atendimento desta demanda. Esta comparação é possível através do gráfico ilustrado na figura 50.

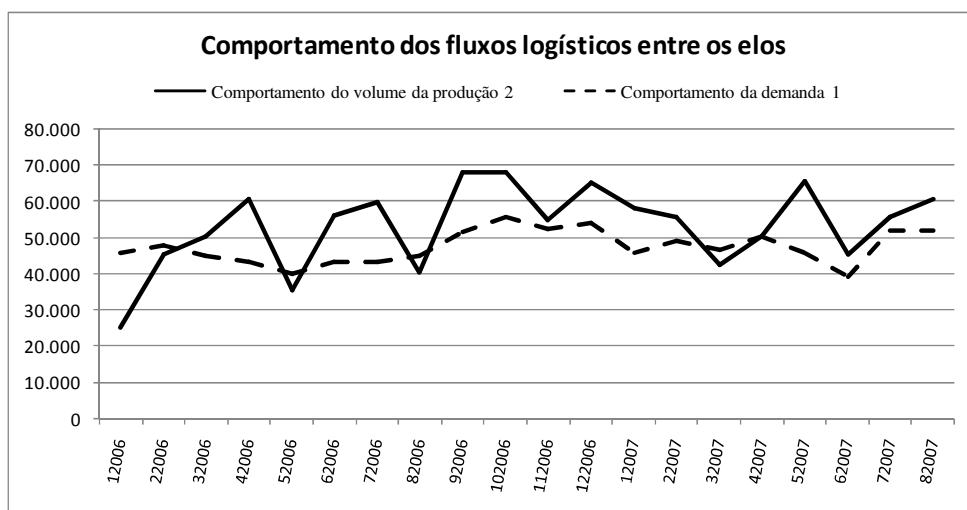


Figura 50: Demanda- nível 1 versus produção- nível 2 (açúcar)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Analisando este gráfico esboçado, confirma-se que existe pouca diferença entre a curva da demanda sinalizada pelo distribuidor em relação à curva de vendas realizadas pelos fornecedores de açúcar, de modo que, a empresa produtora de refrigerantes tenha suas necessidades de produção atendidas. Nessa perspectiva, observa-se que o volume de vendas realizadas no nível 2 da cadeia possui comportamento similar ao que indica a curva de demanda do nível 1. De modo que, pode-se reforçar a hipótese de que a demanda que chega à empresa de bebidas é repassada com pouca distorção ou amplificação para o fornecedor. Em sendo assim, pode-se inferir que no recorte da cadeia (fornecedor - fabricação), considerando-se os fornecedores de açúcar, não ocorra o efeito chicote, ou ocorra com pouca intensidade.

Entretanto, para confirmar tais análises, aplica-se a metodologia de Fransoo e Wouters (2000) para quantificar o *EC* para este nível da cadeia produtiva. Assim, segue-se com a apresentação do cálculo efetuado para a mensuração do *bullwhip effect* através do método escolhido.

AÇÚCAR		
Variáveis	Nível 2	
	Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Vendas D_{out2}
MÉDIA MENSAL	54.000	53.257
DESVIO PADRÃO	8.208	1.379
C_{in}	0,1520	
C_{out}	0,2137	
ω (efeito chicote)	1,406	

Tabela 12: Efeito chicote para o nível 2 (açúcar)

Pelos resultados apresentados na Tabela 12, observa-se que conforme as análises indicavam, para a relação entre as empresas fornecedoras de açúcar e a empresa produtora de refrigerante não se quantifica a ocorrência de um *bullwhip effect* com grande intensidade. Isto porque, foi quantificado um *EC* igual a 1,4. Isto significa que se a sinalização da demanda de mercado recebida pela empresa de refrigerantes for de 1000 unidades, a previsão de demanda recebida pelas empresas fornecedoras de açúcar é igual a 1406 unidades. Ou seja, há um aumento de 406 unidades, na passagem dessa informação através dos elos da cadeia.

Comparativamente ao resultado obtido na cadeia de suprimento das pré-formas, tem-se que a cadeia de suprimento, na qual estão sendo analisados os fornecedores de açúcar, apresenta um *EC* com maior intensidade. Uma justificativa para tal, pode ser o fato de haver

uma maior variabilidade na informação da demanda do açúcar à medida que esta segue para os elos a montante da cadeia de suprimentos. Ademais, os resultados sumarizados na tabela 12, demonstram que de fato registra-se a ocorrência do fenômeno do chicoteamento na cadeia analisada, contudo, o *EC* tem uma maior intensidade no nível 1 da cadeia de suprimentos, devido sobretudo, à variabilidade e oscilação na curva de produção.

De forma análoga ao que ocorreu na cadeia de suprimentos das pré-formas, tem-se que, no nível 1 desta cadeia de suprimentos foi quantificado um *EC* com intensidade de 6,813. Valor este, bastante superior ao identificado no nível 2 da cadeia de suprimentos, analisado os fornecedores de açúcar e a empresa fabricante de bebidas. Diante deste cenário, é importante identificar os fatores, quer seja, de natureza comportamental ou não comportamental, que causem a amplificação da demanda no nível da cadeia e os motivos que impedem que esta distorção amplificada siga a montante da cadeia de suprimento. Nesse sentido, destacam-se ao final deste capítulo alguns pontos que foram observados e, que podem justificar tais fenômenos.

4.5.2.4 O Efeito chicote no nível 2 na CS (tampas)

O processo produtivo da empresa possui uma característica peculiar quanto à escolha entre comprar ou produzir as tampas de seus produtos. Conforme anteriormente descrito (vide item 4.3.1.1), a empresa fabrica em seu processo produtivo apenas as tampas para os garrafões de 20 litros, optando assim, por comprar as tampas dos demais produtos. As tampas utilizadas por todos os produtos da empresa, seja água mineral ou refrigerante, são do tipo *roll on*, e são adquiridas de um fornecedor localizado em Pernambuco, do qual são adquiridos em média 39 milhões de tampas/ano. Em vista deste vultoso montante, compreende-se o fato, deste insumo ter sido considerado pelo Departamento de Logística como sendo uma das principais insumos dentre os produtos componentes da estrutura analítica do refrigerante.

Para a mensuração do efeito chicote na cadeia de suprimentos do qual faz parte o fornecedor de tampas, a partir do método de Fransoo e Wouters (2000), inicialmente é necessário saber como se comporta as variáveis D_{in2} e D_{out2} ao longo de um determinado intervalo de tempo. Para tal, foi coletada na empresa uma seqüência histórica de D_{in2} e D_{out2} para a matéria-prima tampa *roll on*. (Tabela 13). Nesta tabela, estão seqüenciados os valores representativos D_{in2} e D_{out2} para 20 meses, onde D_{in2} corresponde à sinalização da demanda

recebida pelo fornecedor das tampas repassada pelo fabricante de bebidas, enquanto, D_{out2} representa o valor real de compras efetuado pela empresa produtora de refrigerantes. Esta tabela apresenta a seqüência histórica do produto, em unidades para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007.

REFRIGERANTE			
Tampas roll on			
Nº de amostras	Período	Nível 2	
		Previsão de Compras $D_{in\ 2}$	Volume de Vendas $D_{out\ 2}$
1	22006	360.000	158.400
2	32006	360.000	388.800
3	42006	300.000	460.800
4	52006	300.000	619.200
5	62006	300.000	532.800
6	72006	300.000	302.400
7	82006	300.000	374.400
8	92006	240.000	532.800
9	102006	360.000	748.800
10	112006	360.000	561.600
11	122006	360.000	413.760
12	12007	420.000	601.920
13	22007	360.000	374.400
14	32007	360.000	576.000
15	42007	240.000	345.600
16	52007	300.000	567.663
17	62007	300.000	532.800
18	72007	240.000	460.800
19	82007	360.000	691.200
20	92007	360.000	301.800

Tabela 13: Histórico da demanda e venda de tampas para o nível 2

Através desta seqüência histórica é possível mapear o comportamento dos fluxos logísticos (demanda e vendas) para os dois elos da cadeia de suprimentos na janela de tempo avaliada (20 meses) com o intuito de identificar a ocorrência ou não do fenômeno do chicoteamento nesta cadeia específica. Tal mapeamento é esboçado na Figura 51.

Pelo gráfico que demonstra o comportamento dos fluxos logísticos do segundo nível do recorte da cadeia (figura 51) observa-se que, contrariamente ao que foi identificado nas cadeias de suprimentos das pré-formas e do açúcar, há uma considerável diferença entre as curvas de demanda e produtos. Todavia, neste caso, a curva de vendas realizadas é superior à curva de demanda. Ainda nessa perspectiva, observa-se a presença de muitos picos e vales na

curva de vendas, o que representa muita variabilidade no volume de compras realizadas pela empresa de bebidas. Nesse aspecto, tem-se que os pontos de picos representam o dobro do indicado na previsão de demanda, sendo que os pontos de mínimos por diversas vezes é equivalente a um ponto da curva de demanda.

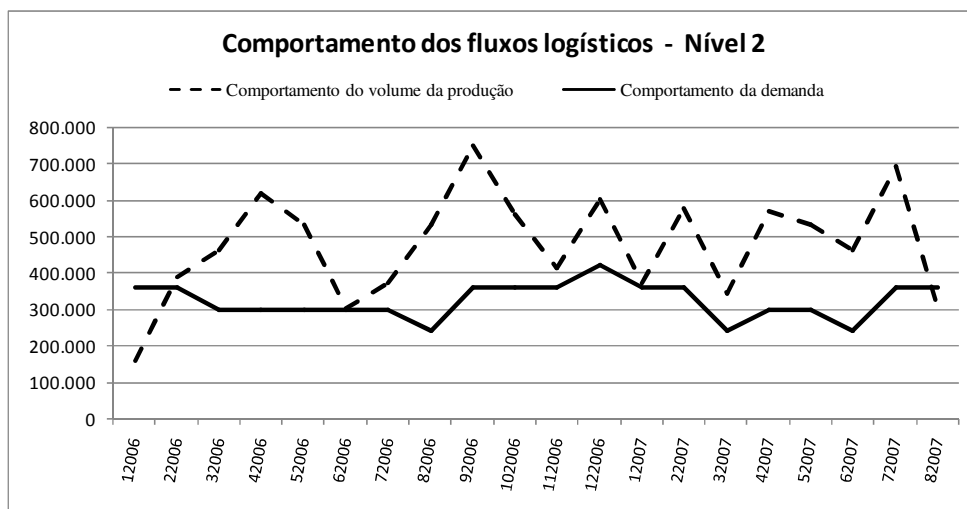


Figura 51: Demanda e produção para o nível 2 (tampas)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Com o intuito de verificar o comportamento dos fluxos logísticos (demanda e vendas) à medida que esta flui a montante da cadeia de suprimentos foram esboçados dois gráficos (Figura 52 e 53) no qual fossem comparadas as curvas de demanda e de vendas nos dois níveis da cadeia.

Em observação à figura 52, nota-se que as curvas da demanda para os dois níveis da toda cadeia de suprimentos apresentam-se com pouca divergência. Nota-se, entretanto, que a curva representativa do nível 2 apresenta mais oscilações do que a curva da demanda 1, do mesmo modo que, no segundo nível da cadeia analisada observa-se que a previsão de demanda apresenta valores superiores à demanda sinalizada aos primeiros elos da cadeia de suprimentos. De modo que, a demanda do nível 2 apresenta um caráter amplificado se comparado à previsão de demanda do nível 1. Este fato denota a ocorrência do efeito chicote na demanda desta cadeia de suprimento.

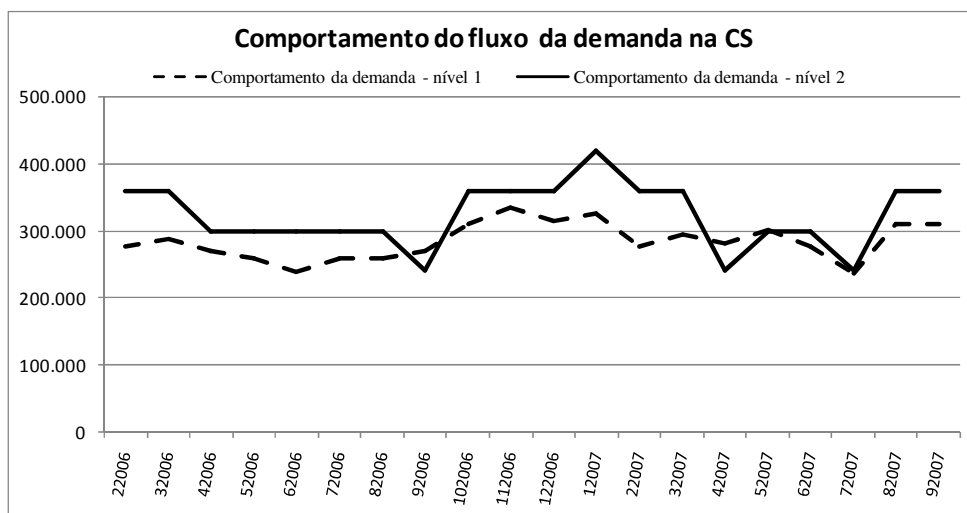


Figura 52: Variação do fluxo da demanda na CS (tampa)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

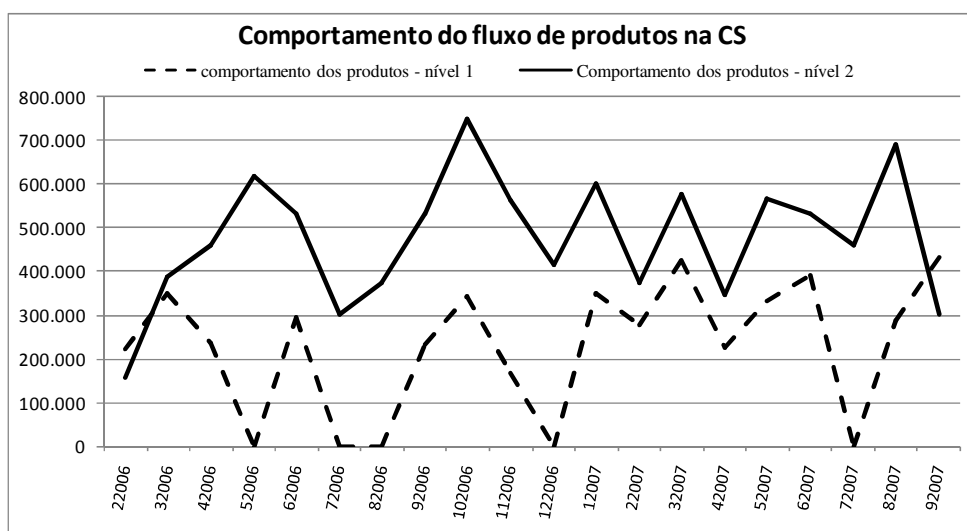


Figura 53: Variação do fluxo dos produtos na CS (tampas)
 Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Em relação ao comportamento dos fluxos de produtos nos dois níveis da cadeia de suprimento analisada (Figura 53), observa-se que, contrariamente ao que ocorre no fluxo da demanda, as taxas de produção dos elos apresentam profundas diferenças em termos de intensidade e frequência. Pode ser notado ainda que, o volume de vendas realizado pelo fornecedor das tampas é superior ao volume de vendas de refrigerantes realizado pela empresa de bebidas. Logo, similarmente ao que ocorre no fluxo de demanda, observa-se que o fluxo de produtos também sofre amplificação, em resposta à amplificação que a demanda sofre.

Em sendo assim, pelo conjunto das análises realizadas, conclui-se que, no segundo nível da cadeia de suprimentos identifica-se considerável divergência entre a demanda

sinalizada e a demanda real de compra de matéria-prima entre a empresa de refrigerantes e o fornecedor das tampas *roll on*. Em vista disso, observam-se indícios de que haja o efeito amplificador na sinalização da demanda.

Todavia, para se constatar as prerrogativas de que há propagação amplificada na demanda que flui a montante da cadeia de suprimentos é importante comparar o volume de produção no nível 2 com a demanda sinalizada no nível 1, de modo que, se observe a existência e o grau de distorções que ocorre entre a demanda “real” e o volume de produção do fornecedor para o atendimento desta demanda. Esta comparação é possível através do gráfico ilustrado na Figura 54.

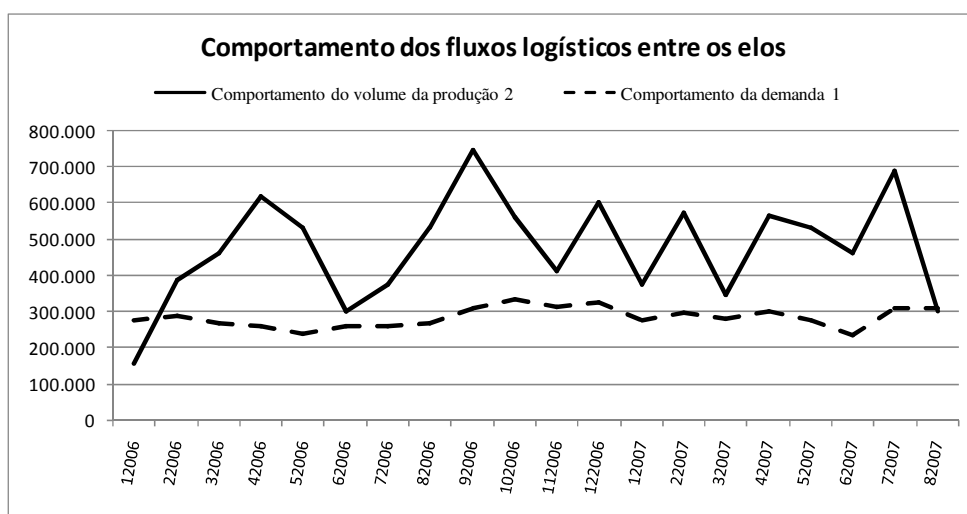


Figura 54: Demanda- nível 1 versus produção- nível 2 (tampas)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Analisando este gráfico esboçado, confirma-se que a demanda original sinalizada para o elo mais a jusante da cadeia de suprimento no nível 1 não corresponde à demanda que norteia as atividades de planejamento da produção da empresa fornecedora localizada mais a montante da cadeia produtiva. Nesta perspectiva, observa-se que existe diferença considerável entre a curva da demanda sinalizada pelo distribuidor em relação à curva de vendas realizadas pelos fornecedores de tampas, de modo que, a empresa produtora de refrigerantes tenha suas necessidades de produção atendidas. Nessa perspectiva, observa-se que o volume de vendas realizadas no nível 2 da cadeia é bem superior ao que indica a curva de demanda do nível 1. De modo que, pode-se reforçar a hipótese de que a demanda que chega à empresa de bebidas é repassada com distorção ou amplificação para o fornecedor. Em sendo assim, pode-se inferir

que no recorte da cadeia (fornecedor - fabricação), considerando-se os fornecedores de tampas, ocorra o efeito do chicoteamento.

Entretanto, para confirmar tais análises, aplica-se a metodologia de Fransoo e Wouters (2000) para quantificar o *EC* para este nível da cadeia produtiva. Assim, segue-se com a apresentação do cálculo efetuado para a mensuração do *bullwhip effect* através do método escolhido.

TAMPAS		
Variáveis	Nível 2	
	Previsão de Compras D_{in2}	Volume de Vendas D_{out2}
MÉDIA MENSAL	324.000	477.297
DESVIO PADRÃO	49.247	145.712
C_{in}	0,1520	
C_{out}	0,3053	
ω (efeito chicote)	2,0085	

Tabela 14: Efeito chicote para o nível (fornecedor – fabricação)

Pelos resultados apresentados na Tabela 14, observa-se que conforme as análises indicavam, para a relação entre a empresa fornecedora de tampas e a empresa produtora de refrigerante quantifica-se a ocorrência de um *bullwhip effect* com intensidade relativa. Isto porque, foi quantificado um *EC* igual a 2. Isto significa que se a sinalização da demanda de mercado recebida pela empresa de refrigerantes for de 1000 unidades, a previsão de demanda recebida pelas empresas fornecedoras de tampas é igual a 2000 unidades. Ou seja, há um aumento de 1000 unidades, na passagem dessa informação através dos elos da cadeia.

Comparativamente ao resultado obtido na cadeia de suprimento de pré-formas e de açúcar, tem-se que a cadeia de suprimento, na qual está sendo analisado o fornecedor de tampas, apresenta um *EC* com maior intensidade, isto porque, há uma maior variabilidade na informação da demanda à medida que esta segue para os elos a montante da cadeia de suprimentos. Ademais, os resultados sumarizados na Tabela 14, indicam que de fato registra-se a ocorrência do fenômeno do chicoteamento na cadeia analisada, contudo, o *EC* tem uma maior intensidade no nível 1 da cadeia de suprimentos, devido sobretudo, à variabilidade e oscilação na curva de produção.

De forma análoga ao que ocorreu na cadeia de suprimentos das pré-formas e o açúcar, tem-se que, no nível 1 desta cadeia de suprimentos foi quantificado um *EC* com intensidade

de 6,813. Valor este, bastante superior ao identificado no nível 2 das cadeias de suprimentos para as matérias-primas analisadas (pré-forma, açúcar e tampas). Todavia, para este último caso, observa-se que, na relação entre o fornecedor de tampas e a empresa produtora de bebidas, quantifica-se um *EC* superior no segundo nível da cadeia de suprimentos.

Diante deste cenário, é importante identificar quais os fatores, quer seja, de natureza comportamental ou não comportamental, que causem a amplificação da demanda nos níveis da cadeia e os motivos pelos quais esta amplificação tem maior intensidade na cadeia de suprimentos do fornecedor de tampas. Nesse propósito, destacam-se ao final deste capítulo alguns pontos que foram observados e, que podem justificar tais fenômenos.

4.6 Análise dos Efeitos Chicote mensurados

Nas sessões 4.5.1 e 4.5.2 foram quantificados os efeitos chicotes para as cadeias de suprimentos analisadas. Essa quantificação foi determinada para os recortes das cadeias de suprimentos, de modo que, reforça-se o fato de o *EC* mensurado não representar o efeito chicote para a cadeia de suprimento completa com todos seus níveis e elos, mas apenas para os elos avaliados. A Tabela 15 sumariza os resultados alcançados.

CADEIAS DE SUPRIMENTOS		Θ (nível)	Θ (final)
Água mineral 20 litros	Nível 1	1,929	5,28
	Nível 2	2,738	
Refrigerante guaraná 2 litros (pré-formas)	Nível 1	6,813	7,01
	Nível 2	1,030	
Refrigerante guaraná 2 litros (açúcar)	Nível 1	6,813	9,57
	Nível 2	1,406	
Refrigerante guaraná 2 litros (tampas)	Nível 1	6,813	13,62
	Nível 2	2,008	

Tabela 15: *Bullwhip effect* para as cadeias de suprimentos analisadas
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Conforme se pode observar, para as cadeias de suprimentos desta pesquisa foram quantificados *ECs* que variam numa escala de intensidade cinco (5) para a cadeia representativa da água mineral de 20 litros até um *EC* de grau 13 para a cadeia de suprimentos do refrigerante guaraná 2 litros. Dessa forma, através destes resultados foi diagnosticada a ocorrência do efeito do chicoteamento em todas as cadeias de suprimentos analisadas, algumas com maior intensidade e outras em menor grau.

Em sendo assim, mediante a tais resultados é possível inferir, baseando-se nas considerações de diversos autores, tais como, Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Machuca e Barajas (2003) e Alvim, (2005), que as empresas que compõem as cadeias produtivas estudadas recebem uma demanda que sofreu continuamente uma distorção amplificada à medida que fluiu a montante da cadeia de suprimentos, em vista disso, os elos que se localizam mais acima da cadeia devem possuir excesso de capacidade instalada, dificuldades de gestão, elevação dos níveis de estoques e dos custos operacionais. Além disso, em tais empresas é normal a ocorrência de oscilações entre superprodução e ociosidade, uma vez que, recebem uma demanda amplificada que não corresponde a real demanda de mercado.

Nesse sentido, levando-se em consideração os dados repassados pela empresa produtora de bebidas, que se referiam a sinalização da demanda sinalizada para seus fornecedores a partir da demanda recebida pelo distribuidor é esperado que, na cadeia de suprimentos da água mineral o elo produtor e principalmente os fornecedores, diante dos resultados dos *ECs*, apresentem uma capacidade produtiva instalada superestimada. Nesse sentido, infere-se que a capacidade de produção do elo produtor corresponda ao dobro da capacidade necessária para o atendimento da demanda de mercado, enquanto que, a empresa fornecedora de polietileno possua uma capacidade instalada que é quase cinco vezes maior do que a capacidade necessária para o atendimento da demanda de mercado. Tal inferência exprime que, as empresas desta cadeia possuem excesso de capacidade instalada, posto que, a demanda que chega a elas apresenta-se amplificada se comparada à demanda real de mercado.

De forma análoga, têm-se os resultados encontrados nas cadeias de suprimentos do refrigerante guaraná 2 litros. Para estes casos, foi observado que o efeito da distorção amplificada ocorre com maior intensidade entre a empresa produtora de bebida e o elo distribuidor. Para este nível foi quantificado um efeito chicote aproximadamente igual a 7, o que indica que, a empresa fabricante do refrigerante deva possuir um processo produtivo com capacidade de produzir sete vezes mais do que o necessário para atender a demanda real sinalizada pelos consumidores. Em contrapartida, nos níveis em que se relacionavam o elo produtor e elo-fornecedor foi constatado que o fenômeno da distorção amplificada da demanda não ocorre de maneira tão intensa. Em tais casos, foram mensurados três *ECs* (1,03; 1,4 e 2,0). Estes resultados indicam que o fluxo de demanda praticamente não sofre amplificação quando repassado para a empresa fornecedora de pré-formas. No entanto, para a

cadeia de suprimentos do açúcar, observou-se que, quando da sinalização da demanda para as empresas fornecedoras de açúcar, a informação da demanda é distorcida de maneira amplificada a uma intensidade de 1,4. Ou seja, a empresa produtora de refrigerantes quando sinaliza a demanda para seus fornecedores de açúcar amplificam a informação da demanda em 40%. Neste escopo, diagnosticou-se que, o pior cenário encontrado foi na cadeia de suprimentos de tampas *roll on*. Neste caso, foi verificado que a empresa produtora de refrigerantes sinaliza para seu fornecedor de tampas uma demanda que corresponde ao dobro da demanda recebida do elo-distribuidor. Nesta conjuntura, conclui-se que o fluxo da demanda que flui a montante das cadeias de suprimentos avaliadas sofre continuamente distorções amplificadas. Este fato é ilustrado na figura 55.

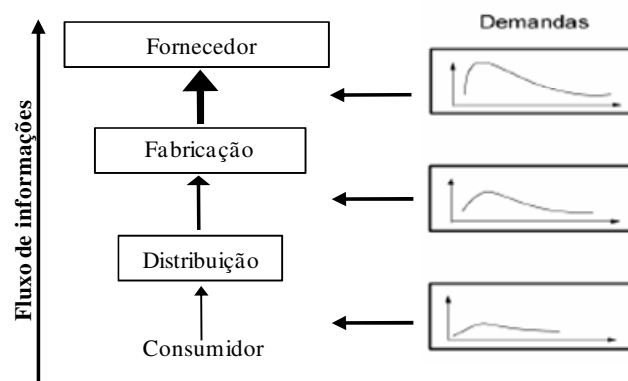


Figura 55: Distorção amplificada da demanda

Tais cenários mostram que as empresas que pertencem às cadeias de suprimento avaliadas apresentam grande oscilação no fluxo de demanda que percorre a cadeia de suprimentos, o que ocasiona períodos de superprodução acompanhados por fases de grande ociosidade fabril. Tal fato é percebido nos gráficos ilustrativos apresentados na sessão anterior (figuras 32, 45, 49, 53) onde é possível observar a grande variabilidade existente nos fluxos de suprimentos existente nos dois níveis da CS, caracterizada pela presença de grandes picos e vales de produção. Nesse escopo, as empresas fornecedoras, bem como a empresa produtora de bebidas tendem a gerar grandes volumes de estoque, quer seja de produtos acabados ao fim do processo, quer seja pela manutenção de elevados níveis de estoque de segurança frente à elevada variabilidade e incertezas quanto à demanda recebida.

Por tais fatos, estima-se que os custos operacionais destas empresas, principalmente às localizadas mais a montante da cadeia de suprimentos (empresas fornecedoras), sejam

elevados. Esta elevação dos custos operacionais das empresas advém do alto investimento de capital, seja pela acumulação de estoques, pela manutenção desnecessária de uma estrutura operativa ociosa, como máquinas e equipamentos, bem como, pela ineficiência da planta fabril. Neste contexto, caso estes altos custos sejam repassados para o consumidor final, tem-se que esses irão adquirir produtos finais a um preço maior. Isto faz com que toda a cadeia produtiva perca competitividade em termos de custos.

Este fato específico confronta-se com as afirmações de Taylor (2005), para o qual a competição no atual modelo de economia globalizada se dá não entre empresas individuais, mas entre cadeia de suprimentos.

A despeito ainda dos efeitos chicotes mensurados através da metodologia de Fransoo e Wouters (2000), pode-se identificar a existência de dois cenários distintos nas cadeias de suprimentos nas quais o elo central é a empresa produtora de bebidas. O primeiro é referente à cadeia de suprimentos da água mineral em embalagem de 20 litros, na qual, o elo fornecedor analisado foi a empresa produtora de polietileno, insumo básico para a fabricação das tampas deste produto. Neste caso, foi mensurado um *bullwhip effect* com grau 1,929 para o nível 1 e 2,738 para o nível 2 da cadeia, onde o $\omega_{(final)} = 5,28$. Neste recorte de cadeia foi observado de forma clara o caráter amplificador característico do efeito chicote, onde o fluxo da demanda era não somente distorcido, mas, sobretudo, amplificado em maior grau à medida que passava para cada elo da cadeia. Ou seja, quanto mais à montante maior o grau de amplificação da distorção relativa à demanda.

Em contrapartida, para as três cadeias de suprimentos recortadas do refrigerante guaraná na embalagem de 2 litros, obteve-se um fato atípico. Isto porque, foi identificada a ocorrência do efeito do chicoteamento em todas as cadeias, todavia, no nível 1 das cadeias, que representa a relação distribuidor – produtor de bebidas, o *EC* quantificado foi consideravelmente superior ao *EC* mensurado nos níveis 2 das cadeias. Nesses casos, na relação elo-distribuidor e elo-produtor de refrigerante guaraná 2 litros foi quantificado um *EC* de 6,813, que representa um valor muito superior aos *ECs* mensurados para os níveis 1 das cadeias de pré-formas, açúcar e tampas que foram 1,030; 1,406 e 2,008, respectivamente.

Este último fato, indica a ocorrência dos efeitos da amplificação da demanda é mais contundente no nível 1 da cadeia, ou seja, a partir do elo-produtor de bebidas o efeito da propagação amplificada das distorções na sinalização da demanda é reduzido, ou mesmo,

eliminados quando o fluxo da informação segue a montante da cadeia de suprimento. Afora isto, entre as três cadeias analisadas para os fornecedores das pré-formas, açúcar e tampas, obteve-se como resultado: um efeito chicote quase inexistente no nível 2 da cadeia de suprimento das pré-formas; um efeito chicote com grau maior no nível 2 da cadeia de suprimentos do açúcar e; por fim, um efeito chicote com intensidade significativa no nível 2 da cadeia de suprimento das tampas *roll on*.

Este acontecimento específico indica que, a ocorrência do efeito de amplificação das distorções da demanda independe do produto em uma cadeia produtiva, mas está relacionado à adoção de práticas e procedimentos que os elos da cadeia adotam entre si, no que tange as relações de parcerias, acordos firmados, colaboração, integrabilidade e, principalmente, transparência na informação repassada. De todo modo, em um momento inicial analisando os resultados encontrados para estas três cadeias, acredita-se que haja por parte da empresa de bebidas um comportamento distinto entre esta e seus fornecedores, fato este que justificaria os diferentes resultados encontrados nos elos fornecedores e produtora de refrigerante.

Seguindo esta hipótese, acredita-se que a empresa produtora de bebidas, através de seu relacionamento com suas empresas fornecedoras, possa evitar os efeitos derivados da amplificação distorcida da demanda, como ocorre, por exemplo, na cadeia de suprimentos das pré-formas e do açúcar. Isto porque, foi diagnosticado que a empresa de bebidas, apesar de receber um fluxo de demanda com alto grau de distorção, repassa em alguns casos (demanda de compra de pré-formas) para as suas empresas fornecedoras uma sinalização de vendas com baixo grau de distorção e amplificação, sendo uma informação bastante aproximada da demanda que este elo recebe dos elos a jusante como sendo a demanda de mercado.

Entretanto, para compreender os reais motivadores destes fenômenos, procurou-se identificar em cada cadeia de suprimentos as causas primárias do efeito chicote, conforme aponta Lee, Padmanabhan e Whang (1997). Em referência a esse ponto, foi apresentado no capítulo 2 (vide pag. 58) que as causas para a ocorrência do *bullwhip effect*, segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997) têm natureza não-comportamental, o que denota que, a amplificação que ocorre no fluxo da demanda é causada por decisões tomadas de maneira racional pelos gestores das empresas-elos da cadeia. De modo que, a ocorrência do efeito chicote independe do grau de instrução ou experiência dos gestores, mas concerne no tipo de relacionamento estabelecido entre as empresas da cadeia de suprimento, no que tange o nível

de colaboração, a política de compra das matérias-primas, e, sobretudo, o grau de compartilhamento das informações. Diante desta constatação, estes autores definiram, com respaldo matemático, que as principais causas para a ocorrência do efeito chicote nas cadeias de suprimentos eram a atualização da previsão da demanda, os pedidos em lote, a flutuação do preço e o jogo de racionamento e falta.

A fim de rastrear as causas que originam o efeito chicote, adotando as causas apontadas pelos autores supracitados, bem como, compreender os fenômenos que ocorrem nas cadeias de suprimentos analisadas nesta pesquisa, foram coletadas, junto à gerência da empresa deste estudo de caso, algumas características referentes à política de gestão estoque, notadamente a política de abastecimento da empresa, como também, a política de relacionamento que a empresa adota frente aos elos mais próximos da cadeia de suprimentos. A súmula desta coleta compõe o Quadro 9, que foi elaborado, baseando-se nas informações repassadas pelo Departamento de Logística no momento da aplicação do roteiro de observação. (APÊNDICE A)

Cadeias de suprimentos		Políticas e Procedimentos adotados pela empresa
Água mineral 20 litros	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> • Não há uso de métricas ou procedimentos que determinem a demanda de mercado; • Não há acompanhamento da demanda; • Não há atualização da demanda sinalizada.
	Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> • O polietileno é comprado em lotes definidos pelo fornecedor; • O tempo de ressuprimento é elevado, fazendo com que a empresa mantenha elevado estoque desta matéria-prima; • Na maioria dos casos a empresas de bebidas por receio de falta de matéria-prima, emite ordens de compras superiores à sua necessidade de produção.
Refrigerante guaraná 2 litros (pré-formas)	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> • Não há uso de métricas ou procedimentos que determinem a demanda de mercado; • Não há acompanhamento da demanda; • Não há atualização da demanda sinalizada. • É aplicada a política de menor preço por maior quantidade de produtos vendidos
	Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> • As pré-formas não são compradas por lotes pré-estabelecidos, mas para a emissão de ordens de compras desta MP para o fornecedor a empresa de bebidas deve- se adequar a cotas de pedidos, que são estabelecidas pelo fornecedor. • O tempo de ressuprimento das pré-formas é relativamente baixo, porque o fornecedor desta MP localiza-se no estado do Ceará; • Pela aproximação geográfica, e por seu um fornecedor antigo e único, a empresa de bebidas já estabeleceu uma política de colaboração com este elo-fornecedor. • Em vista disso, há um elevado grau de compartilhamento de informações entre a Matriz de Suprimentos da empresa e o fornecedor das pré-formas.

		<ul style="list-style-type: none"> • Por ser a empresa fornecedora da pré-formas uma grande empresa do setor de embalagens plásticas, as ordens de compras são realizadas por meio eletrônico, através de um SAP. Este fato possibilita o elo fornecedor a fazer um acompanhamento focalizado na demanda que a empresas de bebidas sinaliza.
Refrigerante guaraná 2 litros (açúcar)	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> • Não há uso de métricas ou procedimentos que determinem a demanda de mercado; • Não há acompanhamento da demanda; • Não há atualização da demanda sinalizada. • É aplicada a política de menor preço por maior quantidade de produtos vendidos.
	Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> • O açúcar é comprado em lotes definidos pelos fornecedores; • Como os fornecedores deste insumo estão geograficamente próximos da empresa, o <i>lead time</i> é considerado baixo. • Por se tratar de um produto de fácil aquisição e com preço de venda estabelecido pelo mercado, o fornecedor não aplica a política de desconto pelo volume de vendas. • Por estarem os fornecedores em uma região próxima (Pernambuco e Alagoas), que permite ter um tempo de ressurgimento pequeno, a empresa de bebidas não possui grandes estoques de açúcar na planta fabril. De modo que, as ordens de compra coincidem com a necessidade do processo.
Refrigerante guaraná 2 litros (tampas)	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> • Não há uso de métricas ou procedimentos que determinem a demanda de mercado; • Não há acompanhamento da demanda; • Não há atualização da demanda sinalizada. • É aplicada a política de menor preço por maior quantidade de produtos vendidos.
	Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> • As tampas são adquiridas em lotes de compras definidos pelos fornecedores; • O fornecedor aplica a política de descontos pelo volume de unidades compradas; • O fornecedor deste insumo está geograficamente distante da empresa onde há a fabricação das bebidas. Em vista disso, a matéria-prima antes de ser entregue passa por um centro de distribuição, onde que espera por cargas para a Paraíba para consolidar a carga de tampas. Esta consolidação é necessária em termos de custos, haja vista se tratar de um produto de baixa densidade volumétrica; • Dessa forma, fazer o rastreamento e o acompanhamento desta matéria-prima é mais complicado. • Pelo longo <i>lead time</i>, atrelado ao fato de a empresa receber descontos pelo alto volume de compras, observa-se que a empresa de bebidas emite ordens de compras para quantidades superiores à sua necessidade, ocasionando a formação de elevados níveis de estoques de abastecimento e de segurança na empresa.

Quadro 9: Procedimentos e política da empresa de bebidas com os demais elos mais próximos da CS

Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Examinando tais características da empresa, é possível identificar quais os fatores comportamentais que ocasionam a ocorrência do efeito do chicoteamento nas cadeias de suprimentos, bem como, verificar o porquê das diferentes intensidades para o *bullwhip effect* quantificados e os diferentes comportamentos encontrados nas quatro cadeias de suprimentos

analisadas. Pela caracterização das políticas e procedimentos adotados pela empresa de bebidas, sob os aspectos indicados por Lee, Padmanabhan e Whang (1997), elaborou-se uma matriz, onde são identificadas as causas-primárias do efeito chicote, baseando-se nas informações repassadas pela empresa.

CADEIAS DE SUPRIMENTOS		Causas do <i>Bullwhip effect</i>			
		1. Atualização da previsão da demanda	2. Pedidos em Lote	3. Flutuação do Preço	4. Jogo do racionamento e falta
Água mineral 20 litros	Nível 1	x			
	Nível 2		x		x
Refrigerante guaraná 2 litros (pré-formas)	Nível 1	x		x	
	Nível 2		x		
Refrigerante guaraná 2 litros (açúcar)	Nível 1	x		x	
	Nível 2		x		
Refrigerante guaraná 2 litros (tampas)	Nível 1	x		x	
	Nível 2	x	x	x	

Quadro 10: Identificação das causas do EC segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997)
Fonte: Pesquisa Direta (2007)

Por esta matriz, identificam-se os fatores-chave, segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997) que causam os efeitos chicote nas cadeias de suprimentos. De posse disso, observa-se que, assim como foi demonstrado por Lee, Padmanabhan e Whang (1997), a ocorrência do efeito do chicoteamento nas cadeias de suprimentos tem como origem aspectos não-comportamentais, tais como a atualização da previsão da demanda, os pedidos em lote, a flutuação do preço e o jogo de racionamento e falta. Em sendo assim, esta pesquisa constata o fato de os efeitos da propagação das distorções da demanda nas cadeias de suprimentos terem como causa aspectos de natureza não-comportamental.

Entretanto, examinando o Quadro 10, observa-se que para os níveis onde foram mensurados os maiores *ECs*, foram também os níveis onde se identificaram os maiores problemas em relação à variabilidade e incerteza da demanda e baixo grau de compartilhamento das informações entre os elos da cadeia de suprimentos.

Este fato pode ser observado mais claramente nas cadeias de suprimentos do refrigerante sabor guaraná comercializado na embalagem de 2 litros. Nos níveis 1 destas cadeias, foi mensurado o maior efeito chicote, que apresentou intensidade de 6,813. Este nível

é marcado pelo desconhecimento da real demanda de mercado, acompanhados pela alta variabilidade e incerteza da demanda. Afora isto, entre as empresas deste nível é baixo o grau de comunicação e o compartilhamento das informações. Em contrapartida, contrariamente ao no nível a jusante da cadeia de suprimentos, no nível 2 a montante, foi quantificado um efeito chicote de menor intensidade. Neste caso, observou-se uma menor variabilidade na sinalização da demanda, uma maior troca de informações e um reduzido *lead time*. Em vista disso, foi mensurado um *EC* de menor intensidade, posto que, não há a ocorrência conjunta de distorção e amplificação no fluxo da demanda.

Pelo cenário esboçado, observa-se ainda que, a ocorrência do efeito chicote, bem como, a intensidade com que estas distorções da demanda se propagam de forma amplificada a montante da cadeia de suprimentos apresentam relação de dependência com o grau de comunicação e compartilhamento desta comunicação entre os elos da cadeia. De tal maneira, apesar de não ser citado deliberadamente por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) em suas pesquisas, reconhece-se que tal elemento apresenta-se como sendo a principal causa do efeito do chicoteamento nas cadeias de suprimentos, visto que, a natureza das demais causas tem como elemento comum a falta de confiança, integração e, principalmente o não compartilhamento das informações reais entre as empresas que compõem a cadeia produtiva. Tais aspectos se confrontam com os princípios advogados pelo SCM. Neste escopo, segundo Kuehne Junior (2004), o *Supply Chain Management*, consiste no estabelecimento de relações de parcerias, de longo prazo, entre os componentes de uma cadeia produtiva. Estes componentes passarão a planejar estrategicamente suas atividades e partilhar informações de modo a desenvolverem as suas atividades logísticas de forma integrada, através e entre suas organizações, para melhorar o desempenho pela busca da redução de custos para agregar mais valor ao cliente final. Diante disso, é importante que todas as empresas das cadeias produtivas procurem reduzir ao máximo a incerteza e variabilidade da demanda, bem como procurem melhorar o nível de comunicação e integração em toda cadeia de suprimentos.

Sendo assim, algumas medidas são propostas com a finalidade de minimizar esse efeito, tornando-o menos significativo:

- **Processo de Sinalização da Demanda:** Adotar métricas de previsão de demanda pode ser uma medida inicial, todavia, podem ainda provocar flutuações e distorções na demanda, posto tratar-se de uma previsão. Nesse sentido, a solução ideal é conceder acesso ao

fabricante aos dados de demanda da saída do varejo, o que é conhecido como a simetria ou centralização da informação da demanda.

- **Jogo de Racionamento:** Uma solução eficiente para esse problema vem na forma de um contrato entre as empresas que limita o comportamento dos compradores restringindo desde as quantidades de pedidos até as políticas de cancelamento.
- **Lote de Pedidos:** A distorção na demanda, devido ao processo de revisão periódica, pode ser reduzida através da permissão ao fabricante do acesso aos dados de venda no nível de varejo. O fabricante pode usar essa informação para planejar a produção que é determinada pelas vendas em oposição aos pedidos. Os sistemas de transmissão de pedidos são uma grande ajuda na redução de custos na emissão destes. Como resultado desse sistema é mais freqüente o reabastecimento em pequenos lotes, o qual conduz a uma menor distorção na informação da demanda e uma maior eficiência na entrega dos produtos e no planejamento da produção.
- **Variação de Preço:** Uma solução para reduzir esse efeito é estabelecer contratos de compras entre os fabricantes e os compradores. Esse é um modo dos produtores poderem planejar a produção de maneira eficiente e os compradores poderem praticar as suas estratégias de compra. Ademais é importante executar a estratégia *low price every day* (preço baixo todos os dias) para com os fornecedores mais antigos de forma a estabelecer uma parceria de confiança.

Um meio de mitigar a ocorrência do efeito chicote, bem como, seus efeitos é através da centralização da informação da demanda, ou seja, cada empresa da cadeia de suprimento tem conhecimento da demanda consumidora real e atual sinalizada no nível mais a jusante da cadeia. Desse modo, todos podem utilizar esses dados para criar previsões de demanda mais precisas do que aquelas feitas com base nos pedidos feitos pela empresa mais a jusante. Nesse sentido, os autores Machuca & Barajas (2004) e Ferreira, Alves & Souza (2004) indicam uma ferramenta já bastante disseminada que se baseia na tecnologia colaborativa, o Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI). Esse tem se mostrado uma ferramenta eficaz com a finalidade de compartilhar essa informação, por permitir a troca eletrônica de documentos de negócios (faturas, duplicatas, pedidos de compra, solicitação de material de estoque, ordem de transporte e etc.), de forma padronizada entre duas empresas distintas e independentes as quais podem ter sistemas de informação em diferentes plataformas de *hardware* e *software* e podem estar situadas em diferentes locais. Neste escopo, citam-se ainda ferramentas tais como

Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (VMI – *Vendor Managed Inventory*), a Reposição Contínua (CR– *Continuous replenishment*), o *Just-in-Time Distribution* (JITD) e a Resposta Eficiente ao Consumidor (ECR– *Efficient Consumer Response*), que se baseiam no mesmo conceito de integrabilidade e colaboração por via eletrônica.

Em suma, pode-se concluir que nas cadeias de suprimentos analisadas, nas quais, a empresa produtora de bebidas é o elemento central, verificou-se a ocorrência do *bullwhip effect*, bem como, estes foram quantificados através da metodologia desenvolvida por Fransoo e Wouters (2000). Pelos resultados encontrados, pode-se registrar não apenas a ocorrência do fenômeno do chicoteamento, mas verificar o efeito amplificador que ocorre no fluxo da demanda à medida que este segue a montante da cadeia de suprimento. Além disso, através dos resultados obtidos foi possível analisar as causas que originavam a ocorrência do *bullwhip effect* nas cadeias de suprimentos, além de possibilitar a instigação sobre os diferentes cenários encontrados. Neste último aspecto, foi verificado que a principal causa identificada como agente das distorções amplificadas da demanda foi a falta de conhecimento da real demanda de mercado, associado à ausência de compartilhamento de informações a respeito desta entre os elos da cadeia de suprimentos.

Em vista disso, evidencia-se o falho procedimento utilizado pela empresa de bebidas para previsão da demanda. Sob tal aspecto, acredita-se que o elevado *EC* determinado para o nível 1 da cadeia de suprimentos de refrigerantes advém principalmente do desconhecimento da demanda a ser atendida, posto que a demanda apontada pelo setor comercial é definida não por necessidade de mercado sinalizada pelas empresas de distribuição, mas por metas de produção pré-definidas pelo próprio departamento de vendas da empresa. De modo análogo, conclui-se ainda que, a mais importante causa para a ocorrência do efeito do chicoteamento nas cadeias analisadas, principalmente nas cadeias produtivas do refrigerante concentra-se na falha ou mesmo a falta de compartilhamento de informação entre os elos componentes da corrente de produção. Neste último aspecto, visualizou-se que a propagação amplificada da distorção da demanda sinalizada advém em alto grau do não comprometimento entre as empresas da cadeia, bem como, pela falta de integração, espírito colaborativo e integração, elementos característicos da nova abordagem da gestão da cadeia de suprimentos.

Em sendo assim, os resultados desta pesquisa, apesar de apresentar-se como um estudo de caso, endossam os resultados apontados por Lee, Padmanabhan e Whang (1997)

quanto às causas do efeito chicote nas cadeias de suprimentos. Todavia, apontam que a causa real do efeito do chicoteamento não é a falta de atualização da previsão da demanda, a compra de matéria-prima em pedidos em lote, a estratégia de flutuação do preço nem mesmo o jogo de racionamento e falta para garantia de abastecimento, mas sim, o baixo nível de colaboração, comunicação e compartilhamento das informações entre as empresas que compõem a cadeia produtiva. Nesse sentido, os resultados desta pesquisa também reforçam os princípios defendidos pela abordagem do SCM, que se baseia nas estratégias de colaboração e integração entre os elos da cadeia de suprimentos a fim de reduzir a variabilidade dos fluxos logísticos com vistas a aumentar a eficiência de toda cadeia.

CAPÍTULO 5: Conclusões

O objetivo desta seção é apresentar as considerações finais desta pesquisa, cujo objeto de estudo constitui-se na discussão do efeito chicote e suas possíveis causas na cadeia de suprimentos de uma empresa da indústria de bebidas.

5.1 Considerações finais

Atualmente as organizações são desafiadas a operar de forma eficiente e eficaz para garantir a continuidade de suas atividades. Isso obriga as empresas a desenvolverem constantemente vantagens em novas frentes de atuação. Neste contexto, as organizações empresariais procuram formas de elevar a lucratividade, agregando valor aos olhos dos clientes, ao menor custo possível. Neste contexto, tem sido moldada uma prática denominada de Gestão da Cadeia de Suprimento, ou *Supply Chain Management*. O SCM como ficou mais popularmente conhecido é uma estratégia desenvolvida para alinhar todas as atividades de produção de forma sincronizada, visando reduzir custos, minimizar ciclos e maximizar o valor percebido pelo cliente final por meio da quebra de barreiras entre departamentos e empresas. Nesta perspectiva, tem-se a Gestão da Cadeia de Suprimento como a mais nova concepção no tratamento dos problemas logísticos da atualidade, e que, essa abordagem, busca a integração entre os processos ao longo da cadeia de suprimento, buscando a coordenação dos fluxos de materiais, do caixa e da demanda. Para tal, os agentes participantes atuam de forma estratégica e integrada, buscando os melhores resultados possíveis em termos de agregação de valor para o consumidor final.

Entretanto, tem-se mostrado como um dificultador para tal coordenação alguns aspectos relativos à complexidade e principalmente referentes à variabilidade dos fluxos. Uma das mais importantes problemáticas é o efeito do chicoteamento que acomete o fluxo de informações que percorre a cadeia de suprimentos, onde este sofre ampliações seguidas quando é recebido e sinalizado para um elo mais a montante da cadeia. Em vista disso, tal problemática foi investigada nesta pesquisa.

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que para todas as cadeias de suprimentos analisadas nesta pesquisa foi identificada a ocorrência do efeito da amplificação

no fluxo de demanda na medida em que este percorre a cadeia produtiva, do consumidor final ao fornecedor dos insumos primários. Nesse sentido, através do método de Fransoo e Wouters (2000) para a cadeia de suprimentos da água mineral foi quantificado um *EC* com intensidade de 5,28 e, para as cadeias de suprimentos do refrigerante guaraná 2 litros foram mensurados *ECs* de 7,01 (pré-formas), 9,57 (açúcar) e 13,62 (tampas). Estes valores do efeito chicote para as cadeias de suprimentos apontam o quão amplificado é o valor da demanda quando este é passado pelas empresas, no processo de planejamento e programação da produção.

Esta amplificação distorcida que se propaga pelos elos da cadeia produtiva pode provocar dentre outros malefícios, uma dificuldade adicional nos processos de planejamento e operacionalização dos processos produtivos das empresas destas cadeias, uma vez que, o fluxo de demanda que percorre a cadeia é marcado pela incerteza e variabilidade. Ademais, o efeito do chicoteamento, identificado nas cadeias de suprimentos analisadas, denota que os níveis de estoques das empresas, notadamente os elos fornecedores, seguido do elo produtor de bebidas são elevados, e, maiores do que o necessário para o atendimento da real demanda de mercado. Do modo análogo, para as empresas localizadas mais a montante da cadeia, espera-se pelos resultados obtidos, que estas possuam uma capacidade instalada maior do que a capacidade produtiva necessário para o atendimento da demanda real, além de baixa eficiência produtiva e altos custos operacionais.

Afora o registro da ocorrência do efeito chicote, constatou-se ainda por esta pesquisa, que as causas que provocavam do fenômeno do chicoteamento nas cadeias produtivas da água mineral e de refrigerantes adéquam-se as causas apontadas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) quanto às causas do efeito de amplificação da demanda, ou seja, constatou-se que as causas que promovem o efeito do chicoteamento são principalmente a atualização da previsão da demanda, os pedidos em lote, a flutuação do preço e em menor grau o jogo de racionamento e falta. Todavia, os resultados encontrados na pesquisa apontam que a principal causa do efeito chicote é o desconhecimento sobre a real demanda a ser atendida, bem como, a ausência de compartilhamento de informações a despeito da demanda entre as empresas elos que compõem a cadeia de suprimentos.

De uma forma geral, pelos resultados encontrados e pelas análises possibilitadas, tem-se que esta pesquisa endossou os resultados defendidos por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) quanto às causas do *bullwhip effect*, bem como, reforça as indicações de autores como

Novaes (2001), Cooper (1998), Chopra *et al* (2003), Kuehne Junior (2004) e Taylor (2005) quanto à adoção do SCM como estratégia para melhorar a eficiência de toda cadeia de suprimentos.

Afora isto, conforme ressaltado na sessão da fundamentação teórica, o tema pesquisado é relativamente novo, e por isso, apesar do grande número de pesquisas realizadas a despeito dele, observa-se que é relativamente reduzido o número de aplicações práticas que objetivam a quantificação do efeito chicote nas cadeias de suprimentos. Entretanto, comparando-se os resultados encontrados nesta pesquisa com os apresentados no Quadro 2 (pag. 65) extraído de uma pesquisa desenvolvida por Miragliotta (2006), observa-se que não há registros anteriores de pesquisas dessa natureza na indústria de bebidas, de modo que este estudo apresenta-se como um referencial a ser considerado em pesquisas a serem desenvolvidas no âmbito do efeito chicote, notadamente para a indústria de bebidas em todo mundo. Ademais, comparando-se os resultados apresentados por Miragliotta (2006) com os encontrados com esta pesquisa, verifica-se que assim como nos tipos de indústrias já pesquisados, também é possível afirmar que na cadeia de suprimentos da qual faz parte uma empresa do ramo de bebidas não-alcoólicas identifica-se a ocorrência do *bullwhip effect* com grau de intensidade que depende do tipo de produto, mas que está entre o máximo de 13,62 (CS de refrigerante) e o mínimo de 5,28 (CS da água mineral). Deste modo, para o tipo de indústria pesquisado, tem-se um cenário caracterizado com alto nível de amplificação nos elementos a montante da cadeia e elevado grau de flutuação da demanda nos elos a jusante desta.

Da mesma forma, comparando-se os resultados desta pesquisa com os estudos realizados em outras indústrias nacionais, tem-se que, comparativamente aos resultados encontrados por Vieira, Barbosa e Conceição (2003) que aplicou a metodologia de Fransoo e Wouters (2000) na cadeia de suprimentos de produtos farmacêuticos, foi diagnosticado um grau de amplificação em maior grau na cadeia de suprimentos de bebidas não-alcoólicas, visto que, os autores quantificaram uma distorção amplificada de 2,59 na CS dos produtos farmacêuticos.

Em sendo assim, os resultados da pesquisa não apenas indicam a ocorrência do *bullwhip effect* na cadeia de suprimentos analisada, mas, sobretudo contribui para o fortalecimento da teoria, uma vez que, desconhecem-se registros anteriores de pesquisas que

objetivavam a verificação do efeito chicote na cadeia de suprimentos da indústria de bebidas não-alcoólicas. Assim tal pesquisa, contribui para a teoria já existente, visto que explora um cenário ainda não pesquisado, mas, sobretudo, serve como instrumento de disseminação da temática a nível nacional nos âmbitos acadêmico e empresarial.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Como trabalhos futuros sugerem-se:

1. A aplicação do método de Fransoo e Wouters (2000) em outros ramos industriais, uma vez que, é muito restrito o número de aplicações desta natureza no setor industrial do País.
2. A aplicação do mesmo método nos elos mais a montante das cadeias analisadas, de modo a verificar a propagação do efeito chicote no ponto mais a montante.
3. Uma investigação centrada nas empresas fornecedoras analisadas nesta pesquisa de modo a avaliar os reais impactos do efeito chicote em termos de eficiência produtiva e custos.
4. A aplicação de outras metodologias nas cadeias estudadas de modo a comparar as métricas existentes pelos resultados encontrados e analisar as adequações da cada métrica.
5. A elaboração de estratégias que possam mitigar os efeitos do chicoteamento nas cadeias de suprimentos analisadas.

Referências

- ABIR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES. Disponível em <http://www.abir.org.br/> acessado em 24 de janeiro de 2008.
- ALVARENGA, A. C., NOVAES, A.G.. *Logística Aplicada – Suprimento e Distribuição Física*. São Paulo: Pioneira, 1997.
- ALVIM, Silvio Luiz. *O efeito da propagação de erros da previsão de demanda na cadeia de suprimentos globalizada: Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica*. Dissertação de mestrado da UNICAMP: Campinas, 2005.
- AMARO J. S. *Custeio da cadeia logística: análise dos custos ligados ao comércio exterior*. Dissertação da UFSC, Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- ARAGÃO, Andréa Barcellos de. *Modelo para SCM baseado em integração de processos, compartilhamento de informação e medidas de desempenho*. Dissertação de Mestrado da PUC - Rio: Rio de Janeiro, 2004.
- ARNOLD, J.R. T. *Administração de materiais*. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. Porto Alegre, Bookman, 2001
- BALLOU, R.H.. *Logística empresarial*. São Paulo: Atlas, 1993.
- BEAMON, B. M. e CHEN, V.C.P. Performance Analysis of Conjoined Supply Chains. *International Journal of Production Research*, Vol. 39, N°. 14, p. 3195-3218, 2001.
- BOWERSOX, D. J. *et al. Leading edge logistics: competitive position for the 1990's*. Oak Brook: Council of Logistics Management, 1989.
- BOWERSOX, Donald; CLOSS, David. *Logistical management: the integrated supply chain process*. New York: MacGraw-Hill, 1996.
- CARBONNEAU, Real; LAFRAMBOISE, Kevin and VAHIDOV, Rustam. Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, Available online, 2007.
- CARLINI, G. *A logística integrada como ferramenta para a competitividade em uma agroindústria*. Dissertação de Mestrado da UFRGS: Porto Alegre, 2002.
- CHATFIELD, D.C., KIM, J.G, HARRISON, T.P. The bullwhip effect – impact of stochastic lead time, information quality and information sharing: a simulation study. *Production and Operations Management*, v. 13, n. 4. p 340 – 353, 2004.

CHECHINATO, Daniela. *Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de sistemas dinâmicos: o caso do jogo da cerveja*. Dissertação de Mestrado da UFSC: Florianópolis, 2002.

CHEN, F *et al.* Quantifying The Bullwhip Effect In A Simple Supply Chain: The impact of Forecasting, Lead Times and Information. *Management Science*, vol. 46, p. 436-443, 2000.

CHING, Yuh Hong. *Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Atlas, 1999.

CHOPRA, S.; MEINDL, P.. *Gerenciamento da cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operação*. São Paulo: Pearson, 2003.

CHOW, G.; HEAVER, T. D.; HENRIKSSON, L. E. Logistics performance: definition and measurement. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Bradford, v. 24, n. 1, p. 17-28, 1994.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custo e melhoria dos serviços*. São Paulo: Pioneira, 1997.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Pioneira, 1999.

COLLINS, J. C.& PORRAS, J. I. Building your Company's Vision. *Harvard Business Review*, p.65-77, September – October. 1996.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira e QUINTÃO, Ronan Torres. Avaliação do Desempenho Logístico da Cadeia Brasileira de Suprimentos de Refrigerantes. *Gestão & Produção*, v.11, n.3, p.441-453, set.-dez. 2004.

CONTADOR, José Celso. *Gestão de operações*. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

COOPER, M. C., Lambert, D. M. Supply Chain Management. *Revista Logística Moderna*, 17-20, jan/fev, 1998.

CORBETT NETO, Thomas. *Introdução à dinâmica de sistemas*. Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.corbett.pro.br.htm>. Acessado em 23 de Janeiro de 2007.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. *Just in Time, MRP II e OPT*. São Paulo, Editora Atlas, 1996.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. *Fundamentos da Administração da Produção*. Porto Alegre, Bookman, 1999.

DEJONCKHEERE, J. *et al.* The impact of information enrichment on the Bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective. *European Journal of Operational Research*, p. 1-24, 2003.

DEJONCKHEERE, J.; *et al.* Measuring and avoiding the bullwhip effect: A control Theoretic Approach. *European Journal of Operational Research*, 2002.

DIAS, Betovem. *Logística Militar: Berço da Logística empresarial*. Disponível em <http://www.guialog.com.br/Y626.htm>. Acessado em 11 de fevereiro de 2007.

DIAS, Marco Aurélio P. *Administração de Materiais Uma abordagem Logística*. São Paulo: Atlas, 1993.

DIAZ, Carlos A. P., PIRES, Sílvio R. I. Variação da demanda ao longo da cadeia de suprimentos: o efeito da amplificação da demanda. *Anais do ENEGEP*, 2003.

FERREIRA, K. A. *et al.* Logistics and electronic information interchange in automotive and food companies. *Revista Produção*, vol.15, no.3, p.434-447, Sept./Dec. 2005.

FERREIRA, K. A, ALVES, M. e SOUZA, L. C. O uso de EDI e Internet na Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estudos de Caso na Indústria de Alimentos. *Anais do ENEGEP*, 2004.

FIALA, P.. Information sharing in supply chains. *Omega*, Volume 33, Issue 5, Pag. 419-423, 2005.

FIORIOILLI, José Carlos e FOGLIATTO, Flávio Sanson. Modelagem estocástica do efeito chicote em cadeias de abastecimento. *Anais do ENEGEP*, 2007.

FLEURY, P. F. *Supply chain management: conceitos, oportunidades e desafios da implementação*. Disponível em <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>. Acessado em 25 de Maio 2006.

FLEURY, P. F., Wank, P., FIGUEIREDO, K.. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.

FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics. *Massachusetts Institute of Technology, Cambridge*, MIT Press, 1965.

FORRESTER, Jay W. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review*, Vol. 36, julho/agosto, p. 37-66, 1958.

FRANSOO, J. C.; WOUTERS, M. J. F.. Measuring the bullwhip effect in the supply chain. *International Journal of Supply Chain Management*, pag. 78 – 89, 2000.

FREIRES, Francisco Gaudêncio Mendonça. *Proposta de um Modelo de Gestão dos custos da Cadeia de Suprimento*. Dissertação de Mestrado da UFSC, Florianópolis, 2000.

GAITHER, N. F. G.. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira, 2002.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1994.

GOLDRAT, Eliyahu M. *Corrente Crítica*. São Paulo, Nobel, 2005.

GOLDRAT, Eliyahu M. e COX, J. *A Meta*. Educator : São Paulo, 1993

- GOLDRAT, Eliyahu M. *Não é Sorte. Um processo de Raciocínio da Teoria das Restrições*. São Paulo: Nobel, 2004.
- HANDFIELD, R.B.; NICHOLS, E.L. *Introduction to supply chain management*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1999.
- HWARNG, H. Brian and XIE, Na. Understanding supply chain dynamics: A chaos perspective. *European Journal of Operational Research*. Available online, 2006.
- JAKSIC, M.& RUSJAN, B. The effect of replenishment policies on the bullwhip effect: A transfer function approach. *European Journal of Operational Research*. 2007.
- KELLE, P. & MILNE, A.. The effect of (s, S) ordering policy on the supply chain. *International Journal Production Economics*, 59, pag. 113-122, 1999.
- KIM, J. G. *et al.* Quantifying the bullwhip effect in a supply chain with stochastic lead time. *European Journal of Operational Research*. 173, pag. 617–636, 2006.
- KUEHNE JÚNIOR, Mauricio. *Planejamento e acompanhamento logístico-industrial como diferencial competitivo na cadeia de logística integrada*. Tese de Doutorado da UFSC, Florianópolis, 2004.
- LAMBERT, D. M.; et. al. Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities. *International Journal of Logistics Management*, p. 1-19, v.9, n° 2, 1998.
- LEE, H.L PADMANABHAN, V. e WHANG, S. The value of information sharing in a two level supply chain. *Management Science* 46 (5), 628–643, 2000.
- LEE, H.L PADMANABHAN, V. e WHANG, S.. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management Science*, Volume 43, p. 546-558, 1997.
- LEE, H.L PADMANABHAN, V. e WHANG, S. The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, Spring, p.93-102, 1997.
- LIMA, Maurício Pimenta. Custos logísticos na economia brasileira. *Revista Tecnológica*, Janeiro, 2006. Disponível em <http://joomla.coppead.ufrj.br>. Acessado em 31 de janeiro de 2007.
- LUONG, H. T. & PHIEN, N. H. Measure of bullwhip effect in supply chains: The case of high order autoregressive demand process. *European Journal of Operational Research*, 183 pag. 197–209, 2007.
- LUONG, H. T. Measure of bullwhip effect in supply chains with autoregressive demand process. *European Journal of Operational Research*, 180, pag. 1086–1097, 2007.
- MACHUCA, José A. D. and BARAJAS, Rafael P.. The impact of electronic data interchange on reducing bullwhip effect and supply chain inventory costs. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 40, Issue 3, Pag. 209-228, 2004.

MACHLINE, Claude; BARBIERI, J. C & ALVARES, A. C. T. Um Efeito “Chicote” nos Preços da Cadeia Siderúrgica de Suprimentos. *Anais do VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, FGV-EAESP, 2005.

MANGINI, E. R. Análise Investigativa do Efeito Chicote no Desempenho Logístico das empresas do Setor Alimentício. *Dissertação de Mestrado da Universidade Presbiteriana Mackenzie*. São Paulo, 2006.

METTERS, R. Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*, v. 15, n. 2, p. 89-100, Maio 1997.

MIRAGLIOTTA, Giovanni. Layers and mechanisms: A new taxonomy for the Bullwhip Effect. *International Journal of Production Economics*, Volume 104, Issue 2, Pag. 365-381, 2006.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e Operações*. São Paulo: Pioneira, 1996.

NEELY, A; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design - a literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production*, v. 15, n. 4, pp. 80-116, 1995.

NOVAES, A. G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação*. Campus: Rio de Janeiro, 2001.

OUYANG, Y.. The effect of information sharing on supply chain stability and the bullwhip effect. *European Journal of Operational Research*, Vol. 182, Issue 3, Pag. 1107-1121, 2007.

PACHECO, E. O. & OLIVEIRA, G. H. C. Aplicação da Dinâmica de Sistemas na Análise de Cadeia de Suprimentos com Três Níveis Produtivos. *Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, 2005.

PLOWMAN, E. G.. *Elements of Business Logistics*. Stanford CA: Graduate School of Business, 1964.

PORTER, Michael E. *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTER, M.E. *Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

PORTES, Alan N. e VIEIRA, Guilherme Ernani. The impact of vendor managed inventory (VMI) on the bullwhip effect in supply chains. *Anais do Third International Conference on Production Research – Americas’ Region 2006 (ICPR-AM06)*.

QING, Cao; KENG, Siau. Artificial Intelligence Approach to Analyzing the Bullwhip Effect in Supply Chains. *Americas Conference on Information Systems*; Milwaukee, WI, USA, agosto, 1999.

QUINTELLA, Heitor M. e BOGADO, Savio. *Tecnologia de Informação e Competitividade na Indústria de Bebidas Não-Alcoólicas*. Disponível em <http://www.producao.uff.br/rpep/relpesq303>. Acessado em 09 de Fevereiro de 2007.

SANTOS, M. C. A.. A competitividade e a cadeia de agregação de valor. *Cadernos de Pesquisa em Administração*. São Paulo, v° 1, n° 2, 1° Semestre/1996.

SILVA, Washington Luis Vieira. *Estudo sobre os sistemas de distribuição física de gêneros alimentícios como suporte à estratégia competitiva de empresas atacadistas*. Dissertação de Mestrado da UFPB: João Pessoa, 2006.

SLACK, Nigel, et al. *Administração da Produção*: Edição compactada. São Paulo: Atlas, 1999.

STERMAN, J.D. Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment, *Management Science*, Vol. 35, no 3, p.321-339, Março, 1989.

STOCK, James; LAMBERT, Douglas. *Strategic Logistics Management*, 2ª ed. Illinois: Irwin Homewood, 1987.

SVENSSON, G. The bullwhip effect in intra-organizational echelons. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.33, n. 2, p. 103-131, 2003.

TAYLOR, David A.. *Logística na cadeia de suprimento: uma perspectiva gerencial*. Pearson: São Paulo, 2005.

TAYLOR, D. H. Measurement and analysis of demand amplification across the supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 10, pag.55–70, 1999.

TABOADA, Carlos M. *Avaliação do Nível de Desempenho de Sistemas Logísticos*. Dissertação da UFSC, Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

THONEMANN, U.W. Improving supply-chain performance by sharing advance demand information. *European Journal of Operational Research*. 142, pag. 81–107, 2002.

TUBINO, D. F. *O relacionamento fornecedor-cliente dentro da visão estratégica do just-in-time*. Tese de Doutorado da UFSC: Florianópolis, 1994.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas, 1997.

VIEIRA, Clarice da S., BARBOSA, Márcio e CONCEIÇÃO, Samuel V.. O efeito do chicoteamento (bullwhip effect) na cadeia de suprimentos para a empresa FMX de produtos farmacêuticos e cosméticos. *Anais do ENEGEP*, 2003.

VIEIRA, Guilherme E. e PORTES, Alan N. A practical approach to the measurement of bullwhip effect in supply chains. *Anais do Third International Conference on Production Research – Americas' Region 2006 (ICPR-AM06)*.

WU, Diana Yan; KATOK, Elena. Learning, communication, and the bullwhip effect. *Journal of Operations Management*, Volume 24, Issue 6, Pag. 839-850, 2006.

ZHANG, X.. The impact of forecasting methods on the bullwhip effect. *International Journal Production Economics*. pag. 15–27, 2004.

ZHANG, Xiaolong. Delayed demand information and dampened bullwhip effect. *Operations Research Letters*, Volume 33, Issue 3, Pag. 289-294, 2005.

ZHAO, X.; XIE, J.; LEUNG, J. The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO

1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

- 1.1 Tempo de atuação no mercado
- 1.2 Número de empregados
- 1.3 Segmentação e parcela de mercado
- 1.4 Área geográfica de atuação
- 1.5 Produtos, matérias-primas e clientes
- 1.6 Organograma

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

- 2.1 Descrição do processo de fabricação de bebidas
- 2.2 Caracterização das etapas de produção, funções e formas de monitoramento
- 2.3 Organização do galpão fabril: jornada de trabalho e postos de trabalho
- 2.4 Máquinas e equipamentos
- 2.5 Capacidade de produção
- 2.6 Volume de produção
- 2.7 Gargalos de produção
- 2.8 Nível de ociosidade das máquinas, equipamentos e mão de obra

3 CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

- 3.1 Descrição das funções logísticas de suprimento, fabricação e distribuição
- 3.2 Descrição das etapas de planejamento da produção e elaboração do Plano Mestre de Produção
- 3.3 Descrição da política de gerenciamento de estoques
- 3.4 Descrição da estrutura de composição dos produtos
- 3.5 Nível de estoques de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados
- 3.6 Histórico do volume de vendas dos produtos
- 3.7 Histórico do número de pedidos recebidos
- 3.8 Histórico do número de pedidos atendidos
- 3.9 Histórico do volume de compra de matérias-primas
- 3.10 Número de cancelamento de pedidos de compra matérias-primas e de venda de produtos acabados
- 3.11 Porcentagem de obsolescência dos estoques
- 3.12 Método de previsão de demanda utilizada
- 3.13 Revisão do método de previsão de demanda empregado
- 3.14 Acompanhamento do comportamento da demanda
- 3.14 Determinação do tamanho do lote de compra das matérias-primas
- 3.15 Tempo de ressuprimento dos fornecedores
- 3.16 Número de fornecedores
- 3.17 Política utilizada com os fornecedores e clientes para negociação de preço, quantidade e prazos de entrega
- 3.18 Emprego da tecnologia da informação na empresa com algum (s) dos elos da cadeia como base de dados ou para intercâmbio de informações (EDI, ERP, SAP *etc.*)
- 3.19 Porcentagem dos pedidos firmes na formação da carteira de pedidos
- 3.20 Relacionamento entre os departamentos de produção e de vendas

APÊNDICE B – MRP DOS PRODUTOS ESTUDADOS

1. Estrutura Analítica da Água mineral 20 litros

ESTRUTURA ANALÍTICA					
Descrição do Produto	Descrição do Produto	Participação	Descrição do Produto	Descrição do Produto	Participação
A. MINERAL 01 X 20L S/G	TAMPA PLASTICA P/20L	10			
Para cada 1.000 lotes de água mineral de 20 litros, são necessários 10 centos de tampas plásticas			TAMPA PLASTICA P/20L	PIGMENTO	14,50
			TAMPA PLASTICA P/20L	FITA ADESIVA TRANSPARENTE	1
			TAMPA PLASTICA P/20L	POLIETILENO	800
			TAMPA PLASTICA P/20L	SACO PLASTICO	0,48
A. MINERAL 01 X 20L S/G	LACRE ENCOLHIVEL	10			
A. MINERAL 01 X 20L S/G	ADESIVO VEGETAL	0,48			
A. MINERAL 01 X 20L S/G	RÓTULO PARA GARRAFÃO 20L	10			

2. Estrutura Analítica do Refrigerante 2 litros (sabor guaraná)

Descrição do Produto	Descrição do Produto	Participação	Descrição do Produto	Descrição do Produto	Participação
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	XAROPE DE GUARANÁ - AG	12000	XAROPE DE GUARANÁ - AG	CARVÃO ATIVADO	0,08
Para cada 1000 lotes de refrigerante guaraná 2,0 litros, são necessários 12.000 litros de xarope de guaraná	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	TERRA DIATOMÁCEA	0,18
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	BENZOATO DE SÓDIO	0,25
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	ÁCIDO CÍTRICO ANIDRO	1,2
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	CORANTE CARAMELO	0,2
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	AROMA DE GUARANA	0,44
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	EXTRATO DE GUARANÁ	0,3
	XAROPE DE GUARANÁ - AG		XAROPE DE GUARANÁ - AG	AÇÚCAR CRISTAL ESPECIAL	106,84
	REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	GARRAFA 2000ML PET VERDE	60	GARRAFA 2000ML PET VERDE	PRÉ-FORMA VERDE
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	GÁS CARBÔNICO	168			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	ADESIVO	0,360			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	RÓTULO BOPP	60			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	SOLVENTE P/IMPRESSORA	0,06			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	FILME TERMO ENCOLHÍVEL	35			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	TINTA P/IMPRESSORA	0,006			
REFRIG. GUARANÁ 06 X 2,0L	TAMPA PLÁSTICA ROLL ON PET	60			

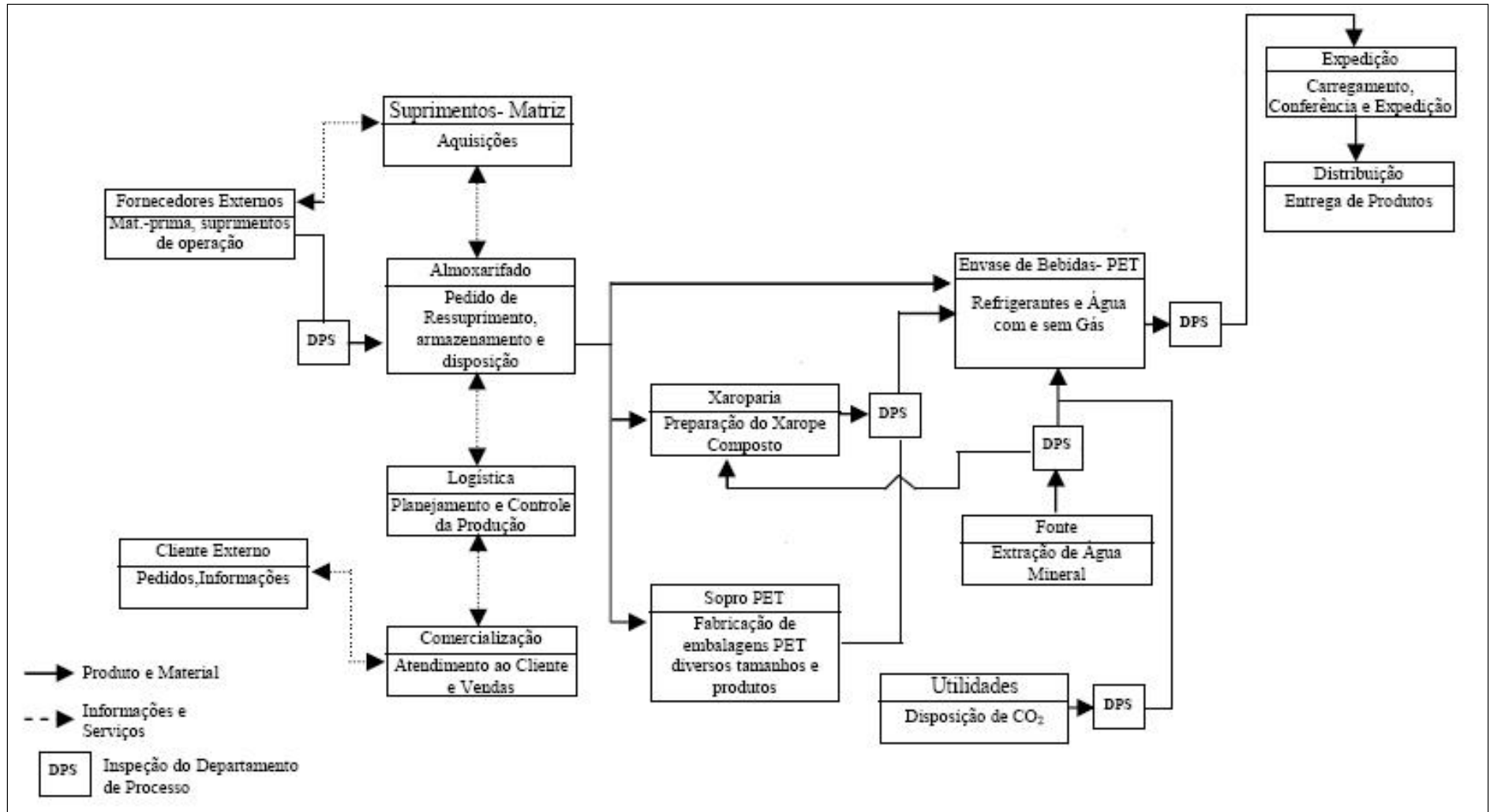
APÊNDICE C – MIX DE PRODUTOS

PRODUTO	Código	Descrição do Produto
ÁGUA MINERAL	1	A. MINERAL 01 X 20L S/G TIPO 1
	2	A. MINERAL 01X10 L - INDAIÁ
	3	A. MINERAL 1 X 20L S/G TIPO 2
	4	A. MINERAL 24 X 300ML C/G VDR TIPO 2
	5	A. MINERAL 24 X 500ML S/G VDR TIPO 1
	6	A. MINERAL 24 X 500ML C/G VDR TIPO 1
	7	A. MINERAL 24 X 300ML C/G VDR TIPO 1
	8	A. MINERAL 01 X 5L S/G TIPO 1
	9	A. MINERAL 01 X 5L S/G PET TIPO 1
	10	A. MINERAL 6 X 1.0L S/G PET TIPO 2
	11	A. MINERAL 12 X 1.5L S/G PET TIPO 2
	12	A. MINERAL 06 X 1,5L S/G PET TIPO 2
	13	A. MINERAL 06 X 2,0L C/G PET TIPO 2
	14	A. MINERAL 12 X 330ML S/G PET TIPO 2
	15	A. MINERAL 24 X 330ML S/G PET TIPO 2
	16	A. MINERAL 06 X 1,0L C/G PET TIPO 2
	17	A. MINERAL 12 X 330ML C/G PET TIPO 2
	18	A. MINERAL 24 X 330ML C/G PET TIPO 2
	19	A. MINERAL 12 X 330ML C/G PET TIPO 1
	20	A. MINERAL 12 X 330ML S/G PET TIPO 1
	21	A. MINERAL 12 X 500ML S/G TIPO 2
	22	A. MINERAL 06X330ML C/G TIPO 2 CLASSIC
	23	A. MINERAL 06X330ML S/G TIPO 2 CLASSIC
	24	A. MINERAL 24 X 500ML S/G PVC TIPO 1
	25	A. MINERAL 6 X 1.5L S/G PP TIPO 1
	26	A. MINERAL 24 X 500ML S/G PET TIPO 1
	27	A. MINERAL 24 X 500ML C/G PET TIPO 1
	28	A. MINERAL 06 X 1,5L S/G PET TIPO 1
	29	A. MINERAL 24 X 330ML S/G PET TIPO 1
	30	A. MINERAL 48 X 200ML S/G COPO TIPO 1
	31	A. MINERAL 24 X 300ML S/G PVC TIPO 1
	32	A. MINERAL 12 X 1.5L S/G PP TIPO 1
	33	A. MINERAL 12 X 500ML S/G PET TIPO 1
	34	A. MINERAL 12 X 600ML C/G PET TIPO 1
	35	A. MINERAL 24 X 330ML C/G PET TIPO 1

PRODUTO	Código	Descrição do Produto
REFRIGERANTE	1	REFRIG. GUARANA 6 X 2.0L TIPO 2
	2	REFRIG. COLA 4 X 330ML TIPO 2
	3	REFRIG. GUARANA 12 X 330ML TIPO 2
	4	REFRIG. UVA 12 X 330ML TIPO 2
	5	REFRIG. GUARANA 06 X 2,0L TIPO 1
	6	REFRIG. COLA 06 X 2,0L TIPO 1
	7	REFRIG. LIMAO 06 X 2,0L TIPO 1
	8	REFRIG. LARANJA 06 X 2,0L TIPO 1
	9	REFRIG. UVA 06 X 2,0L TIPO 1
	10	REFRIG. GUARANA 12 X 600ML TIPO 1
	11	REFRIG. GUARANA LIGHT 12 X 600ML TIPO 1
	12	REFRIG. COLA 12 X 600ML TIPO 1
	13	REFRIG. COLA LIGHT 12 X 600ML TIPO 1
	14	REFRIG. LIMAO 12 X 600ML TIPO 1
	15	REFRIG. LARANJA 12 X 600ML TIPO 1
	16	REFRIG. UVA 12 X 600ML TIPO 1
	17	REFRIG. GUARANA 12 X 330ML TIPO 1
	18	REFRIG. GUARANA LIGHT 12 X 330ML TIPO 1
	19	REFRIG. COLA 12 X 330ML TIPO 1
	20	REFRIG. COLA LIGHT 12 X 330ML TIPO 1
	21	REFRIG. LIMAO 12 X 330ML TIPO 1
	22	REFRIG. LARANJA 12 X 330ML TIPO 1
	23	REFRIG. UVA 12 X 330ML TIPO 1
	24	REFRIG. COLA 12X250 ML TIPO 1
	25	REFRIG. COLA LIGHT 12X250ML TIPO 1
	26	REFRIG. GUARANA 12X250ML TIPO 1
	27	REFRIG. GUARANA LIGHT 12X250ML TIPO 1
	28	REFRIG. LARANJA 12X250ML TIPO 1
	29	REFRIG. LIMAO 12X250ML TIPO 1
	30	REFRIG. UVA 12X250ML TIPO 1
	31	CITRUS 12x330ML FRUTAS CITRICAS
	32	CITRUS 06 x 1L FRUTAS CITRICAS
	33	CITRUS 12x330ML ACEROLA C/LARANJA
	34	CITRUS 06 X 1L ACEROLA C/LARANJA
	35	CITRUS 12x330ML FRUTAS TROPICAIS
	36	CITRUS 06X1L FRUTAS TROPICAIS
	37	NIGHT POWER 06X250ML

ANEXO

ANEXO I – Fluxo produtivo da empresa



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)