



OS REFLEXOS DO EFEITO CHICOTE NOS CUSTOS LOGÍSTICOS DE ESTOQUE: O CASO DE UMA EMPRESA COMPONENTE DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE BEBIDAS

THE REFLEX EFFECT OF CHICOTE LOGISTIC OF STOCK IN COSTS: THE CASE OF A COMPANY SUPPLY CHAIN COMPONENT OF BEVERAGE

Liane Márcia Freitas

Graduação em Engenharia de Produção Mecânica (2005) e Mestre em Engenharia de Produção (2008) pela UFPB. Professora Assistente do departamento de Engenharia de Produção da UFPB.

lianemarcia@hotmail.com

Ana Clécia Medeiros Diniz

Universidade Federal da Paraíba

anacleciamdiniz@yahoo.com.br

Maria Silene Alexandre Leite

Universidade Federal da Paraíba

leite@ct.ufpb.br

Antonio Mello Villar

Universidade Federal da Paraíba

avillar@ct.ufpb.br

RESUMO

O efeito chicote (EC) é um fenômeno que está associado a diversos malefícios e impactos negativos para as empresas que compõem as cadeias de suprimentos nas quais ele é identificado, principalmente, no que se refere aos custos logísticos dos estoques. Nesse contexto, tal artigo, buscou quantificar os reflexos do EC nos custos logísticos de matéria-prima em uma cadeia de suprimento de bebidas. Para tal, acompanhando a matéria-prima polietileno, utilizada no processamento das tampas, no período de fev/2006 a set/2007 em um recorte da cadeia de suprimentos do ramo industrial de bebidas não-alcoólica, pode-se verificar primeiramente a ocorrência do EC, e a associação deste na elevação do inventário da empresa, o que ocasiona alteração nos custos produtivos e redução da eficiência. Os resultados da pesquisa apontam que devido à ocorrência de variações amplificadas de compra e consumo do polietileno houve um acréscimo de custos na ordem de R\$ 40.000,00 chegando a picos de cerca de R\$ 82.000,00 em alguns meses. Estes resultados indicam que o efeito chicote, de fato, influencia negativamente a eficiência das organizações, bem como de toda cadeia de suprimentos, haja vista, propiciar a elevação dos inventários e, com isso, aumentar os custos relacionados aos estoques.

Palavras-chave: Gestão da demanda. Bullwhip effect. Cadeia de Suprimentos. Indústria de bebidas.



ABSTRACT

The bullwhip effect is a phenomenon that is associated with many harmful for supply chain in which is found mainly in regard to logistics costs of inventories. In this context, this article, quantify the effects of EC in logistical costs of raw materials in a supply chain of drinks. So, following the raw material polyethylene the period of feb/2006 the set/2007 a cut in the supply chain of the industry of beverages, can check the occurrence of EC, and the association of this increase in the inventory, which cause changes in production costs and reduced efficiency. The survey results indicate that was an increase in costs in the order of R\$40.000 reaching highs of around R\$250.000 in a few months. These results indicate that the EC negatively influence the efficiency of organizations and across supply chain, since, providing the increase of inventories, thereby increasing the costs related to inventories.

Key-words: Management of demand. Bullwhip effect. Supply Chain. Manufacture of beverages.

1 INTRODUÇÃO

O papel das atividades logísticas vem se tornando cada vez mais importante dentro das empresas, e em vista disso, a gestão destas atividades tem ganhado notoriedade no processo de gerenciamento dos sistemas produtivos e das cadeias de suprimentos. Sob este último foco, delineou-se o conceito de gerenciamento logístico na visão do *Supply Chain Management* (SCM), onde a gestão 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 processo de integração das empresas, conforme advoga a SCM, um elemento crucial e que se apresenta como uma etapa crítica para os membros de uma cadeia de suprimentos devido à complexidade, importância e incertezas intrínsecas é o processo de gestão da demanda.

É reconhecido que o gerenciamento da demanda desempenha um importante papel em diversas áreas da gestão das organizações, quer seja na operacionalização de diversos aspectos da gestão da produção, como no gerenciamento de estoques e no desenvolvimento de planos agregados de produção e de capacidade. Todavia, a previsibilidade da demanda, em termos de acurácia e determinação tem uma dificuldade adicional, que são os erros decorrentes da propagação amplificada da demanda a montante da cadeia de suprimento que é definida como



amplificação da demanda ou efeito chicote (EC). A amplificação da demanda 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, em função, de uma distorção sistemática que é amplificada sob a forma de pedidos, causada dentre outros motivos, pela distorção da informação sobre a sinalização da demanda. (LEE, PADMANABHAN e WHANG, 1997; METTERS, 1997; CHEN *et al* 2000; FRANSOO & WOUTERS 2000; SVENSON (2003, 2005); FIORIOLLI (2007); PAIK & BAGHI (2007))

A identificação dos erros na previsibilidade da demanda e do fenômeno de amplificação foram evidenciados por diversas pesquisas, as quais procuravam demonstrar a magnitude do efeito chicote ao longo da cadeia de suprimento, suas causas e principalmente seus reflexos no gerenciamento e na eficiência das empresas envolvidas. Exemplos de pesquisas realizadas neste tema foram as desenvolvidas por Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Metters (1997), Fransoo & Wouters (2000), Chen *et al* (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Svenson (2003; 2005); Kim e Springer (2006), Paik & Baghi (2007), Luong (2007), e autores nacionais como Vieira (2003), Soares (2006) e Fiorioli (2007).

Segundo tais autores o EC 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. Nesta perspectiva, os autores Alvim (2005), Vieira e Portes (2006) acrescentam como consequência negativa do EC 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.

Numa tentativa de monetarizar os danos decorrentes da propagação de erros na indicação da demanda, os autores Lee, Padmanabhan e Whang (1997) estimaram que, o efeito chicote 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) concluiu que se todas as causas do EC forem eliminadas pode haver um aumento na lucratividade que varia entre 15 e 30%.

Reconhecendo a ocorrência deste fenômeno, suas consequências negativas em relação aos custos, principalmente os de inventário e de ociosidade ao longo de toda a cadeia de suprimento, somada à importância do planejamento 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: **Quais os reflexos do efeito chicote nos custos logísticos das cadeias de suprimentos?** Diante deste questionamento este artigo pretende mensurar os reflexos derivados do efeito chicote nos custos de estoques em uma empresa componente da cadeia de suprimento de bebidas não-alcoólicas. Para tal, esta pesquisa apóia-se em um estudo de caso focado em um recorte de uma cadeia de suprimento, apresentando escopo teórico, por sustentar-se na teoria existente sobre o tema, e caráter exploratório, por apóia-se em dados coletados através de uma pesquisa de campo.

Nesse sentido, inicialmente segue-se com uma exploração conceitual a despeito da Gestão da Cadeia de Suprimentos e do efeito chicote (sessão 2), posteriormente, apresentam-se os procedimentos metodológicos (sessão 3), e por fim os resultados (sessão 4) e as considerações finais (sessão 5).

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Atualmente as organizações são desafiadas a operar de forma eficiente para garantir a continuidade de suas atividades. Isso as obriga 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? Neste contexto, as empresas têm buscado desenvolver competência logística através da gestão dos fluxos de materiais e de informações, como forma de agregar valor e manter a competitividade em longo prazo. Esta procura por maximização da competência logística moldou as formas de gerenciamento das atividades logísticas que atualmente se inserem na conjuntura do *Supply Chain Management* (SCM). Nesta temática, um dos fenômenos mais discutidos tem sido o efeito chicote. Em vista disso, seguiu-se com uma breve exploração conceitual a despeito destes dois temas.

2.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O interesse pela gestão da cadeia de suprimentos se intensificou a partir da década de 90, devido principalmente: à maior verticalização e especialização das empresas; ao aumento



da competitividade nacional e internacional; e ao diferencial competitivo derivado da gestão das cadeias de suprimentos, que proporciona, dentre outras vantagens, reduções de custos e maior agilidade no atendimento do cliente (LUMMUS; VOKURKA, 1999).

No entanto, antes de prosseguir o estudo da gestão da cadeia de suprimentos (SCM), é necessário conceituar o objeto gerido por tais práticas e conceitos, as cadeias de suprimento. Para Chopra e Meindl (2003), uma cadeia de suprimentos engloba todos os estágios (clientes, varejistas, distribuidores, fabricantes e fornecedores) envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido a um determinado cliente. Na visão de Ballou (2001), uma cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo de suprimentos desde a extração de matéria-prima até o usuário final, bem como, os respectivos fluxos de informação.

Desta forma, considerando a inter-relação necessária para a operacionalização das cadeias de suprimentos, a Gestão das Cadeias de Suprimentos é um conceito desenvolvido com enfoque sistêmico, que gerencia além das fronteiras da empresa, reconhecendo que há benefícios significativos a serem ganhos ao tentar dirigir estrategicamente toda uma cadeia em direção à satisfação dos clientes finais.

Diversos autores consideram ou ao menos inferem que o conceito do SCM é uma nova nomenclatura ou uma evolução derivada da logística integrada em um contexto maior (BALLOU, 2006). Nesta perspectiva, Lambert, Cooper e Pagh (1998) definem a Gestão da Cadeia de Suprimentos como sendo um processo de integração dos processos de negócios do usuário final até os fornecedores originais que providenciam produtos, serviços e informações que adicionam valor aos clientes e aos *stakeholders*. Para atingir tal finalidade, foram esboçados os conceitos do SCM, que tem como princípios básicos a integração, a colaboração entre os elos, 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. (CHRISTOPHER, 1997). O quadro 1 apresenta perspectivas conceituais com definições distintas acerca da Gestão da Cadeia de Suprimentos.



Autor	Ano	Conceito
Poirier e Reiter	1996	Sistema que envolve todos os elementos de uma cadeia de produção, cujo objetivo é a otimização de toda cadeia de suprimentos
Bowersox e Closs	1999	Estratégia que envolve todos os elementos de uma cadeia de produção na qual a cooperação entre os membros da cadeia reduzirá os riscos individuais e poderá, potencialmente, melhorar a eficiência do processo logístico, eliminando perdas e esforços desnecessários
Fleury, Wanke e Figueiredo	2000	Representa esforço de integração dos diversos participantes do canal de distribuição por meio da gestão compartilhada de processos-chaves de negócios que interligam as diversas unidades organizacionais e membros do canal, do consumidor final até o fornecedor inicial de matérias-primas.
Mentzer et al	2001	Coordenação estratégica e sistêmica das funções tradicionais de negócios e das táticas em uma organização específica e entre negócios na cadeia de suprimentos, com o objetivo de prover o desempenho em longo prazo das empresas individuais e da cadeia de suprimentos como um todo.
Wood Jr.	2004	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.
Pires	2004	Modelo gerencial que busca obter sinergias através da integração de processos de negócios chave ao longo da cadeia de suprimentos.
CSCMP	2005	Planejamento e gestão de todas as atividades envolvidas na obtenção e fornecimento, conversão e a gestão de todas as atividades logísticas, incluindo coordenação e colaboração com os parceiros do canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços logísticos e clientes. Em essência a SCM integra a gestão do fornecimento e da demanda na cadeia de suprimentos.
Razzolini Filho	2006	Administração sinérgica dos canais de suprimentos de todos os participantes da cadeia de valor, através da integração de seus processos de negócios, visando a agregação de valor ao produto final e gerando vantagens competitivas sustentáveis.
Zakaei e Hines	2007	A satisfação do consumidor como um objetivo a ser compartilhado por toda a cadeia de suprimentos.

Quadro 1: Conceitos SCM. Fonte: Adaptado de Oliveira (2008)

Os conceitos acima apresentados indicam que a gestão da cadeia de suprimentos deve ser tratada sistematicamente, considerando as inter-relações entre os processos, bem como deve considerar o nível de interação entre as organizações que compõem a cadeia, pois no contexto do SCM, a colaboração, a integração e cooperação entre os elos são princípios fundamentais.

Segundo os autores Lambert; Cooper e Pagh (1998), com a implementação da SCM, o foco estreito dos gestores e as relações adversas dos provedores de serviços de logística, fornecedores e consumidores são substituídos por alianças estratégicas e relações cooperativas de longo prazo que conjuntamente tem a meta de maximizar a competitividade e a lucratividade de toda a cadeia de suprimento. Sob tal aspecto, revela-se a atuação sistêmica em rede, conforme advoga o SCM que evidencia a necessidade de coordenação e suporte dos



fluxos logísticos que percorrem toda a cadeia de suprimentos, notadamente o fluxo de informação. Isto porque, para que toda a cadeia de suprimentos tenha um funcionamento eficiente é necessário que esta possua um fluxo de informações bom o suficiente para garantir que problemas em um componente da rede não reflitam nos demais, provocando danos na eficiência global da cadeia.

Todavia, como citado anteriormente, na funcionalidade das cadeias existe uma variabilidade natural, fato que dificulta o eficiente gerenciamento da cadeia logística. De tal modo, tem-se identificado diversos efeitos negativos decorrentes dos fenômenos de variabilidade e complexidade inerentes à funcionalidade das cadeias de suprimentos. 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 fenômeno é apresentado na próxima seção.

2.2 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, de 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 destes fluxos. (TAYLOR, 2005). Quanto ao último aspecto, à variabilidade ao longo das cadeias de suprimento, dentro da sistemática do SCM, um dos assuntos mais discutido na literatura atualmente é relacionado ao efeito chicote (EC).

Segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997); Metters (1997); Chen *et al* (2000); Fransoo & Wouters (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Portes e Vieira (2006) e Fiorioli (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. Assim, o efeito chicote é um fenômeno sob o qual o distanciamento 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 demanda junto ao fornecedor.

O EC, como é conhecido popularmente o efeito chicote, é um fenômeno que produz graves impactos negativos sobre a regularidade e a estabilidade dos pedidos recebidos em todos os níveis de uma cadeia de suprimento, notadamente nas empresas localizadas mais a montante da cadeia. De acordo com Chen *et al* (2003), observa-se a ocorrência do EC quando a variabilidade da demanda aumenta à medida em que esta avança nos níveis *upstair* da cadeia, desde o varejista até os fornecedores. Segundo 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*. Em referência a outras empresas que também diagnosticaram o *bullwhip effect*, o autor Thonemann (2002) aponta a rede *Wal-Mart*, a *Hewlet-Packard* (HP) e a *Bristol-Myers Squibb* (BMS).

No entanto, no mundo acadêmico o primeiro autor a referenciar o EC foi Jay Forrester (1961) em seu livro *Industrial Dynamics*, onde desenvolveu uma teoria para simular sistemas complexos e não-lineares. Posteriormente, apoiado nesta teoria Sterman (1989) relatou e evidenciou o efeito chicote em um jogo simulado em cadeias de suprimentos, denominado “*beer game*” ou “jogo da cerveja”. Além destes autores, diversos economistas também notaram o fenômeno da amplificação distorcida da demanda, à medida que perceberam haver uma variação entre a produção industrial e a variação de vendas. Neste contexto, Lee, Padmanabhan e Whang (1997) citam o nome de alguns economistas, entre os quais Holt *et al* (1960), Blinder (1982) e Blanchard (1983), enquanto Metters (1997) acrescenta a essa lista os economistas West (1986) e Krane & Braun (1991).

A despeito dos primeiros estudos realizados sobre o efeito chicote 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 à gestão do inventário e gerenciamento da cadeia de suprimento. 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. Tais autores demonstraram através de modelos matemáticos, que as causas da amplificação da demanda ao contrário do que se pensava, derivava de decisões tomadas de



maneira racional pelos responsáveis pela sua análise, podendo estas, serem categorizadas em quatro causas genéricas: atualização e previsão da demanda, jogo do racionamento e falta, flutuação do preço e pedidos em lote.

A partir do conhecimento das principais causas do EC muitas pesquisas tem se voltado para a determinação das conseqüências advindas do efeito chicote em termos de eficiência e rentabilidade, bem como no desenvolvimento de métricas a partir das quais seja possível quantificar o EC em uma cadeia de suprimento. Neste contexto, destacam-se autores como Lee, Padmanabhan e Whang (1997), Chen *et al* (2000), Fransoo e Wouters (2000), Dejonckheere *et al* (2003), Warburton (2004), Zhang (2005) e mais recentemente Portes e Vieira (2006) Luong e Phien (2007), Ouyang (2007) e Fiorioli (2007).

De um modo geral, as abordagens para quantificação do EC podem ser categorizadas em três grupos gerais: 1- Cálculo da relação entre variância dos pedidos e a variância da demanda, 2 – Cálculo da relação entre a taxa de pedidos e a taxa da demanda e 3 – Cálculo do quociente entre o coeficiente de variação da demanda gerada por um nível da cadeia de variação da demanda recebida por este mesmo nível. Para efeito desta pesquisa, será apresentado o método desenvolvido pelos autores Fransoo e Wouters (2000), posto que, este método será a ferramenta que indicará a ocorrência do EC, bem como sua intensidade na cadeia de suprimentos analisada.

Os autores Fransoo e Wouters (2000) procuraram explanar a mensuração do efeito chicote em uma cadeia de suprimento tendo como foco de análise três elos produtivos dentro da cadeia de suprimento composta por dois níveis, um nível de distribuição e outro de suprimentos. (Figura 1).

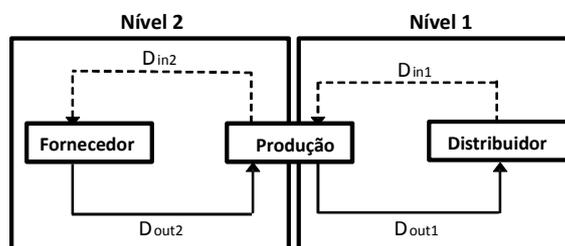


Figura 1 - Fluxos logísticos nos dois elos da cadeia.

Fonte: Vieira, Barbosa e Conceição (2003)

Considerando este recorte na cadeia de suprimentos, para estabelecer o efeito chicote estes autores consideram o EC 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 EC 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}) 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 e D_{out} é o valor dos pedidos atendidos por este membro. Dessa forma, os autores deste modelo qualificam a amplificação da variabilidade da demanda como sendo o quociente entre o coeficiente da variação da demanda gerada em um nível da estrutura e o coeficiente de variação da demanda recebida por este nível, ambos no período correspondente ao lead time. Desta forma, o modelo matemático de mensuração do efeito chicote nas cadeias de suprimento é apresentado nas seguintes equações:

$$\omega = EC = \frac{C_{out}}{C_{in}} \quad (1)$$

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

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

$$\omega = \frac{\sigma [D_{out}(t, t+L)] \mu [D_{in}(t, t+L)]}{\sigma [D_{in}(t, t+L)] \mu [D_{out}(t, t+L)]} \quad (4)$$

$$\omega_{1, k} = \frac{C_{out,1} C_{out,2} C_{out,3} \cdots C_{out,k}}{C_{in,1} C_{in,2} C_{in,3} \cdots C_{in,k}} \quad (5)$$

ω = efeito chicote

k = nível da estrutura hierárquica

T = *lead time* (constante)

$D_{in}(t, t+T)$ = demanda recebida durante o *lead time*

$D_{out}(t, t+T)$ = demanda gerada durante o *lead time*

$\sigma [D_{in}(t, t+T)]$ = desvio-padrão da demanda recebida durante *lead time*

$\sigma [D_{out}(t, t+T)]$ = desvio-padrão da demanda gerada durante *lead time*

$\mu [D_{in}(t, t+T)]$ = média da demanda recebida durante *lead time*

$\mu [D_{out}(t, t+T)]$ = média da demanda gerada durante *lead time*



C_{in} = coeficiente de variação da demanda recebida durante *lead time*

C_{out} = coeficiente de variação da demanda gerada durante *lead time*

$C_{in,k}$ = coeficiente de variação da demanda recebida durante *lead time*, no nível k

$C_{out,k}$ = coeficiente de variação da demanda gerada durante *lead time*, no nível k

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Ambiente de Pesquisa

O processo produtivo para o engarrafamento de água mineral é relativamente simples, composto de poucas etapas produtivas: extração e tratamento da água mineral, produção das embalagens (garrafas e tampas), engarrafamento da água mineral e expedição. 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 (2008) 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. A ABINAM (2008) aponta ainda que 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, tendo registrado entre os anos de 1999 e 2001, um acréscimo no consumo *per capita* de 17,67 litros para 24,9 litros, o que representou um aumento de 104%. Inserido nesse mercado, um dos principais produtos comercializados é a água mineral em embalagens de 20 litros, haja vista que, de toda a produção do País, 57% da água mineral produzida é comercializado nesse tipo de embalagem.

3.2 Coleta e Análise dos Dados

O objetivo desta pesquisa é mensurar as conseqüências derivadas do efeito chicote, notadamente, a alteração dos custos de estoques, em uma empresa componente de uma cadeia de suprimento do ramo industrial de bebidas não-alcoólicas. Frente a tal pretensão, esta pesquisa apóia-se em um estudo de caso focado em um recorte de uma cadeia de suprimento,



responsável pela produção de água mineral, que consiste na fabricação das embalagens (garrações e tampas), extração e tratamento da água mineral e, por fim, o engarraamento e expedição do produto final. Dessa forma, esta pesquisa apresenta um escopo teórico, por sustentar-se na teoria existente sobre o tema pesquisado, bem como, caráter exploratório, por apoiar-se em dados coletados através de uma pesquisa de campo que possibilitou ao investigador realizar inferências a partir do cenário encontrado.

Durante a pesquisa de campo, a fim de obter os dados requeridos, o pesquisador utilizou como instrumento de coleta de dados um roteiro de perguntas semi-estruturadas desenvolvido previamente que foi aplicado em uma entrevista aberta realizada com os gestores responsáveis pela função logística da organização. Nesta etapa de coleta de dados, buscou-se obter dados e informações relativas ao 1- **Fluxos logísticos de suprimento e de demanda entre os elos imediatos da cadeia a montante e a jusante**; 2- **Níveis de estoque do polietileno** e 3- **Valor contábil do polietileno**.

De posse de tais dados, o pesquisador pode identificar a ocorrência e a intensidade do EC no recorte da cadeia de suprimentos analisada para a matéria prima polietileno. A partir da constatação da ocorrência do efeito chicote na cadeia de suprimentos analisada, e de posse das informações sobre os níveis de estoques da empresa, a despeito da matéria-prima analisada e de informações sobre os custos relativos a este nível de estoque, foi possível o pesquisador apontar o reflexo de tal amplificação nos custos logísticos de estoque do polietileno, em virtude das variações da demanda. A figura 2 ilustra o seqüenciamento das etapas que foram seguidas para a realização desta pesquisa.

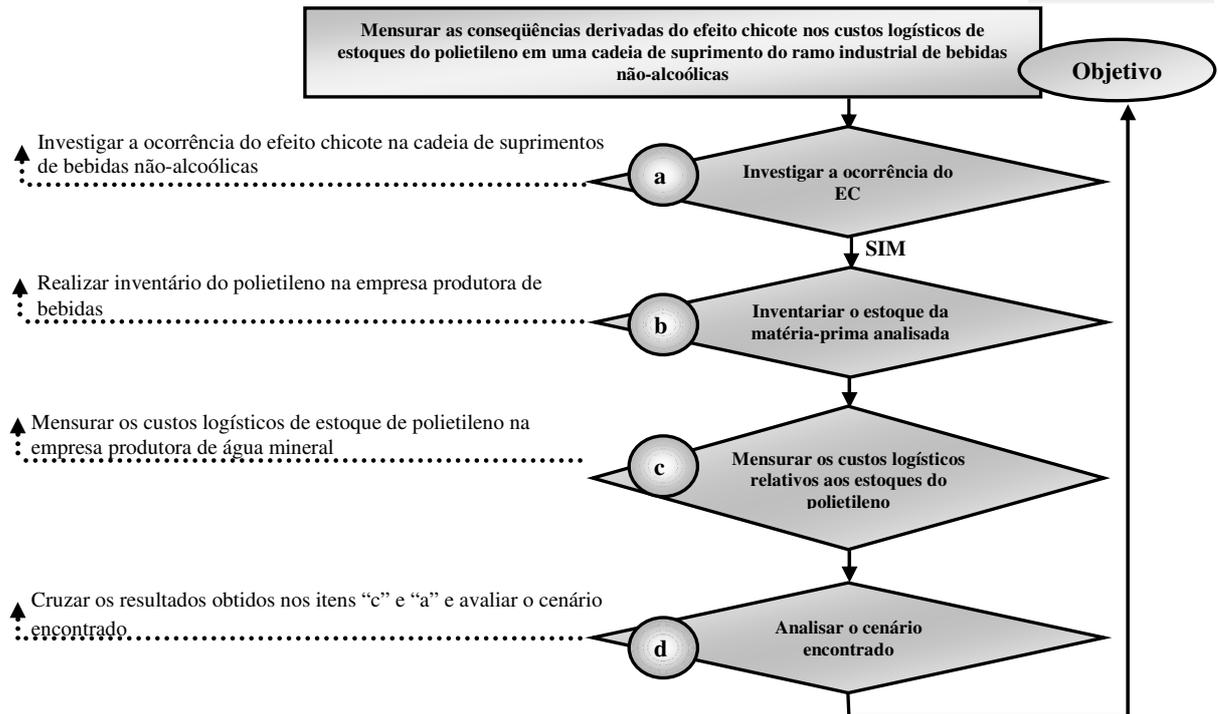


Figura 2: Etapas e fases da pesquisa realizada

Fonte: Pesquisa Direta (2007)

4 ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Mensuração do Efeito Chicote

Através das entrevistas realizadas na empresa junto aos gestores logísticos foram coletados informações e dados referentes à demanda recebida, volume de vendas de água mineral, volume de compras de polietileno e volume de pedidos realizados junto ao fornecedor. A quantificação dos fluxos logísticos que fluem a montante (demanda) e a jusante (produtos) da cadeia compõem a tabela 1 que apresenta a seqüência histórica do produto, em unidades para o período de fevereiro de 2006 a setembro de 2007, compondo 20 meses de acompanhamento. Esse histórico refere-se à demanda (D_{in}) e as vendas (D_{out}) para os dois níveis da cadeia, nível 1 (distribuição da garrafas de água mineral - fabricação da água mineral) e nível 2 (fabricação da água mineral – fornecimento do polietileno).



Tabela 1 - Flutuações dos níveis de produção ao longo da CS

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

Fonte: Pesquisa Direta (2008)

Pelos dados apresentados na tabela 1, observa-se que, existe muita variabilidade nos dados de D_{out2} , principalmente no intervalo compreendido entre 92006 (set/06) e 22007 (fev/07). Nesse período, o volume de vendas realizadas pelo fornecedor para a empresa de água mineral oscilou entre zero e 464.063 unidades. Esta acentuada variabilidade pode representar a ocorrência de uma forte variação entre ociosidade e superprodução na empresa fornecedora do polietileno, característica esta, que indica a ocorrência do fenômeno do chicoteamento na cadeia de suprimentos da qual faz parte a empresa de bebidas e a fornecedora de polietileno. No intuito de observar mais claramente a variação e a amplificação que ocorre nos fluxos da demanda nos dois níveis da cadeia de suprimento foi esboçado o gráfico ilustrado na figura 3.

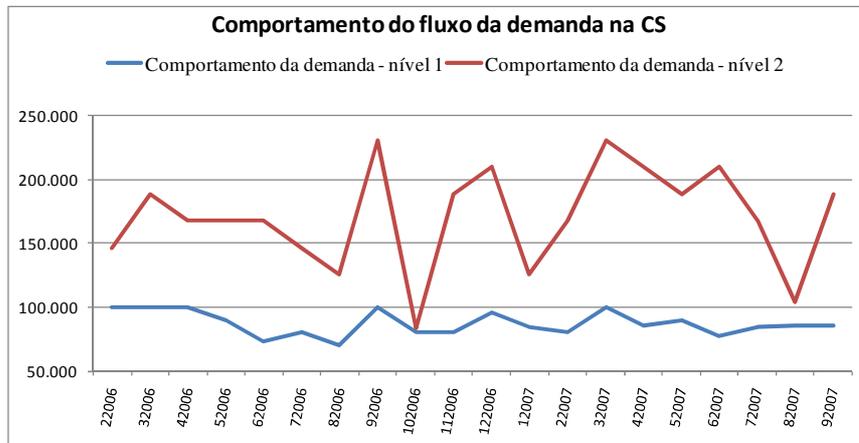


Figura 3 - Variação do fluxo de demanda na CS.

Fonte: Pesquisa Direta (2008)

Visualizando o gráfico ilustrado na figura 3, é possível observar a amplificação que ocorre na informação da demanda quando esta segue a montante da cadeia de suprimento. Isto porque, a curva que define a demanda no nível 2 (suprimento) em todo período analisado posiciona-se acima da curva da demanda que representa a demanda de nível 1 (distribuição). 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. Estas características no comportamento do fluxo da informação denotam a ocorrência do EC na cadeia de suprimentos analisada.

Desta forma, pelas análises realizadas sobre o comportamento dos fluxos logísticos de demanda e de suprimentos que percorrem a cadeia de suprimentos analisada, representadas pela tabela 1 e pela figura 3, é possível concluir a nível qualitativo que para o recorte da cadeia de suprimentos analisada há de fato fortes evidências da 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 segue a jusante da cadeia de suprimento.

Todavia, a fim de comprovar tal assertiva, aplica-se o modelo matemático de Fransoo e Wouters (2000), de modo que se comprove a ocorrência do fenômeno do chicoteamento, bem como seja quantificado sua intensidade entre os elos que compõem o recorte da cadeia analisado. Os resultados são apresentados na tabela 2.



Tabela 2 – Cálculo do Efeito Chicote na cadeia de suprimentos

Variáveis	Nível 1	Nível 2
$C_{in} = \frac{\sigma(D_{in}(t, t+T))}{\mu(D_{in}(t, t+T))}$	0,1088	0,2331
$C_{out} = \frac{\sigma(D_{out}(t, t+T))}{\mu(D_{out}(t, t+T))}$	0,2100	0,6382
$\omega = EC = \frac{\sigma[D_{out}(t, t+L)] \mu[D_{in}(t, t+L)]}{\sigma[D_{in}(t, t+L)] \mu[D_{out}(t, t+L)]}$	1,9296	2,7382
$\omega_T = EC_{total}$	5,28	

Fonte: Pesquisa Direta (2008)

Pelos cálculos apresentados na tabela 2, 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 à acumulação da amplificação entre os dois níveis, ou seja, $\omega_T = \omega_1 * \omega_2 = 5,28$. Diante desses resultados, confirma-se a ocorrência do efeito chicote na cadeia de suprimento analisada, uma vez que, quantifica-se este fenômeno entre os três elos da cadeia de suprimento. Através do valor do EC encontrado através método de Fransoo e Wouters (2000), observa-se que os níveis de estoques das empresas, notadamente os elos fornecedores, tendem a ser maiores do que o necessário para o atendimento da real demanda de mercado. Do modo análogo, para estas empresas, espera-se pelos resultados obtidos, que estas possuam uma capacidade instalada cerca de cinco vezes maior do que a capacidade produtiva necessário para o atendimento da demanda real, além de baixa eficiência produtiva e altos custos operacionais.

A figura 4 ilustra uma aproximação de como seria o comportamento da curva da demanda considerando o efeito amplificador sobre a demanda mensurado através do método Fransoo e Wouters (2000). Comparando as três curvas da demanda, a demanda do nível 1, a demanda do nível 2 e a demanda com 5,28 de efeito amplificador, observa-se que, de fato, a curva da demanda do nível 2 apresenta maior similaridade com a curva da demanda amplificada do que com a curva da demanda do nível 1. Este fato endossa a afirmativa de que nesta cadeia de suprimentos há a ocorrência do efeito de amplificação da demanda. Doravante, este efeito amplificador, assim como presumiu as formulações matemáticas apresentadas na tabela 2 apresenta intensidade de aproximadamente cinco vezes.

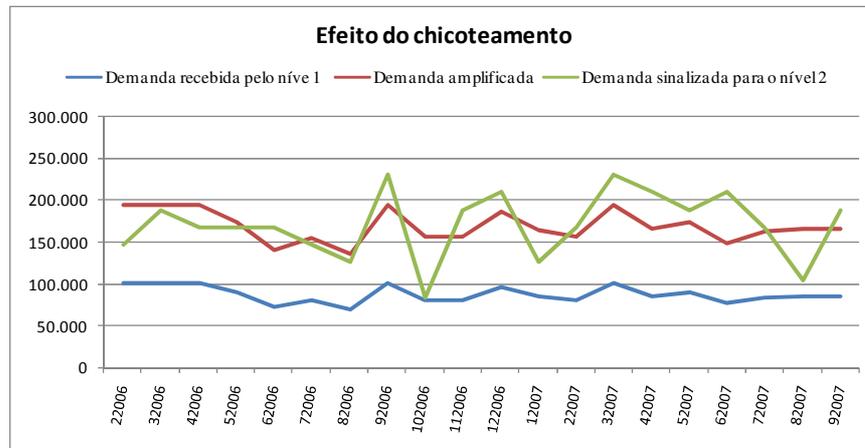


Figura 4 – Simulação do EC no fluxo da demanda

Fonte: Pesquisa Direta (2008)

No intuito de investigar quais as reais conseqüências que o EC encontrado ocasiona na cadeia de suprimentos de bebidas não-alcoólicas, a seguir apresenta-se a análise sobre os estoques do polietileno no período de análise, bem como, apresenta-se a análise de custos realizada sobre os estoques da empresa produtora de água mineral.

4.2 Mensuração dos Custos dos Estoques das Matérias-Primas

O polietileno, matéria-prima analisada nesta pesquisa, é utilizado como insumo principal no processamento das tampas que compõem a embalagem da água mineral. No universo de insumos que compõem o estoque da empresa analisada este insumo é classificado no sistema ABC, como pertencendo à categoria C, ou seja, está classificado nos 80% dos itens que participam de apenas 20% dos recursos investidos pela empresa. No entanto, vale ressaltar que o estoque da empresa é composto por aproximadamente 11.000 itens, sendo que o polietileno é utilizado somente como *input* do processo produtivo das tampas das embalagens de 20 litros, por isso, sua classificação enquadra-se nesta categoria, diferentemente dos demais insumos. Entretanto, a água mineral em embalagem de 20 litros é considerada o produto carro-chefe da empresa, sendo o polietileno um dos insumos mais importantes na estrutura física deste produto, haja vista, a empresa não ter problemas com a capacidade produtiva de obtenção da água necessária para atender sua demanda, e serem as garrafas, em parte retornáveis do mercado, o que faz da produção das tampas o gargalo



produtivo da empresa.

Para mensurar os custos dos estoques das matérias-primas em virtude do fenômeno de amplificação da demanda, anteriormente identificado, foi solicitado junto à empresa dados referentes ao volume de compras do polietileno mês a mês, ao nível de consumo do polietileno mês a mês, bem como seu valor contábil unitário, a fim de permitir o custeio do saldo de estoque existente no período analisado. Tais informações, assim como os dados anteriores, correspondem ao período de fev/2006 a set/2007, a fim de permitir o cruzamento dos dados e a realização de inferências a despeito da variação do estoque em função do EC.

O nível de estoque do polietileno mês a mês é ilustrado na Tabela 3, demonstrando os dados referentes à compra do polietileno, no período de fev/2006 a set/2007, totalizando 20 meses. Em observância a esta tabela, pode-se perceber que comparando o volume de compras do polietileno com o volume real de consumo desta matéria-prima, tem-se que na maioria dos meses a taxa de consumo da matéria-prima é superior à taxa de compra (fev/06, mar/06, abr/06, mai/06, ago/06, set/06, dez/06, fev/07, mar/07, mai/07, jun/07 e jul/07). Pelo fato de a empresa conseguir atender toda sua demanda de mercado, bem como, por conseguir consumir mais do que comprou, pode-se concluir que a empresa produtora de bebidas deva manter algum nível de estoque de polietileno remanescente de meses anteriores. Neste sentido, é possível inferir ainda que, a empresa deva manter altos estoques de segurança no sentido de amortecer a imprevisibilidade da demanda recebida e utilizada como dado de entrada no planejamento das necessidades de materiais.



Tabela 3 – Inventário do estoque de polietileno da empresa

ESTOQUE DO POLIETILENO			CONSUMO		COMPRAS		MOVIMENTAÇÃO	
Período	Unid	Valor unitário (R\$)	Consumo	Valor Total de Consumo (R\$)	Compras	Valor Total de Compras (R\$)	Saldo	Valor Total (R\$)
02/2006	Kg	4,09	15.500	62.310,00	12.375	50.613,75	(3.125)	(11.696,25)
03/2006	Kg	3,98	17.000	68.000,00	12.375	49.252,50	(4.625)	(18.747,50)
04/2006	Kg	3,98	13.500	53.730,00	12.375	49.252,50	(1.125)	(4.477,50)
05/2006	Kg	3,98	15.250	60.695,00	12.375	49.252,50	(2.875)	(11.442,50)
06/2006	Kg	3,98	12.575	49.922,75	27.375	108.952,50	14.800	59.029,75
07/2006	Kg	3,98	12.300	48.954,00	12.500	49.750	200	796,00
08/2006	Kg	4,07	18.050	72.380,50	12.375	50.366,25	(5.675)	(22.014,25)
09/2006	Kg	4,03	11.325	45.639,75	0	0	(11.325)	(45.639,75)
10/2006	Kg	4,45	17.375	77.145,00	24.750	110.137,50	7.375	32.992,50
11/2006	Kg	4,07	14.575	60.632,00	24.750	100.732,50	10.175	40.100,50
12/2006	Kg	4,17	17.550	73.183,50	0	0	(17.550)	(73.183,50)
01/2007	Kg	4,25	17.875	75.790,00	37.125	157.781,25	19.250	81.991,25
02/2007	Kg	4,25	9.975	42.393,75	0	0	(9.975)	(42.393,75)
03/2007	Kg	4,25	0	0	12.375	52.593,75	(12.375)	52.593,75
04/2007	Kg	4,21	12.475	52.644,50	13.750	57.887,50	1.275	5.243,00
05/2007	Kg	4,07	14.000	57.820,00	12.375	50.366,25	(1.625)	(7.453,75)
06/2007	Kg	4,07	16.600	67.894,00	12.375	50.366,25	(4.225)	(17.527,75)
07/2007	Kg	4,07	14.000	56.980,00	13.750	55.962,50	(250)	(1.017,50)
08/2007	Kg	4,07	13.000	52.910,00	13.750	55.962,50	750	3.052,50
09/2007	Kg	4,17	15.225	63.183,75	20.625	86.006,25	5.400	22.822,50
TOTAL			292.225	1.142.208,50	287.375	1.185.236,25	4.373	43.027,75

Fonte: Pesquisa Direta (2008)

Esta inferência pode ser confirmada quando se observam os dados da tabela 3, que a empresa em outros meses apresentou uma taxa de compras superior a taxa de consumo, ocasionando um acúmulo de estoque de polietileno (jun/06, jul/06, out/06, nov/06, jan/07, abr/07, ago/07 e set/07). Especificamente nestes meses, observa-se que o volume de polietileno comprado supera a média mensal de compra, chegando a picos de até 37.125 kg (jan/07) que corresponde ao triplo do volume médio de compras (12.375 kg). Este fato demonstra que a empresa realiza compra de matéria-prima para estocagem, antecipando a compra de insumos em relação à demanda, o que endossa as hipóteses anteriormente lançadas. Analisando o mês de jan/07, observa-se não houve compra de polietileno no mês anterior e nem no posterior, fato este que, indica que a empresa pratica a estratégia denominada “jogo do racionamento e falta” apontada pelos autores Lee, Padmanabhan e Whang (1997) como sendo uma das causas



que levam à ocorrência do efeito chicote no fluxo da demanda.

Comparando ainda o volume de compras com o de consumo mês a mês, observa-se que, as taxas de compras são mais irregulares do que as ordens de consumo, fato que demonstra que a demanda indicada para o fornecedor (elemento mais a montante da cadeia) possui grande variabilidade, chegando a meses onde não há emissão de ordens de compras (set/06, dez/06 e fev/07). Isto denota mais uma vez a presença do *bullwhip effect* na cadeia de suprimentos analisada, endossando o EC mensurado anteriormente.

Apesar de ter sido observado uma superioridade na taxa de consumo mensal do polietileno comparativamente à compra deste insumo na maioria dos meses, analisando o saldo geral ao longo dos 20 meses, observa-se que há um saldo positivo no volume de estoque, o que evidencia que a empresa ao longo dos meses procurou compensar a falta de estoques em alguns meses emitindo ordens de solicitação de compras que superam sua necessidade planejada, de forma a gerar um estoque de segurança para os meses posteriores, assim como indicado anteriormente. Este saldo ao longo dos 20 meses corresponde a 4.373 kg de polietileno, o que equivale a um valor financeiro de R\$ 43.027,75. Ainda sob tal perspectiva, analisando o saldo mensal do estoque do polietileno, observa-se que este valor chegou a ser o quádruplo em alguns meses específicos, como, por exemplo, no mês de jan/07 quando o volume de estoque de polietileno chegou a ser 19.250 kg, o que representou uma imobilidade financeira de R\$ 81.991,25.

No intuito de cruzar os dados e identificar se a formação dos estoques identificada advém do EC anteriormente identificado na cadeia de suprimentos, comparou-se o período em que se observou maior variabilidade entre D_{in} e D_{out} (Tabela 1) com o período em que se observou maior divergência entre consumo e compras do polietileno (Tabela 3).

Nesse sentido, observando-se a tabela 1, tem-se que a maior diferença entre a demanda recebida (D_{in1}) e o volume de suprimentos recebido (D_{out2}) concentra-se entre os meses de set/06 e fev/07, período em que se registra maior variabilidade e irregularidade dos dados apresentados. De forma análoga, observando a Tabela 3, percebe-se que o período em que houve maior discrepância entre o volume de compras e consumo de polietileno concentra-se principalmente no período compreendido entre set/06 e mar/07, período em que se registrou um maior saldo de estoque do polietileno. Em sendo assim, observa-se haver semelhança entre os períodos, fato que indica que a variabilidade e a irregularidade registrada nos fluxos



logísticos, notadamente o fluxo da demanda, ocasionam nas empresas envolvidas alterações e dificuldades que estão diretamente relacionadas aos reflexos do *bullwhip effect*. Assim, pode-se concluir que, a elevação registrada na formação dos estoques de polietileno, e suas consequências em termos de dificuldades de gestão, imobilização de capital e custos logísticos, de fato, estão relacionadas ao efeito de amplificação da demanda, denominado de efeito chicote, e que foi anteriormente mensurado através do modelo matemático dos autores Fransoo e Wouters (2000).

Diante de todas estas análises, é possível formular algumas conclusões. Primeiramente, a evidência do *bullwhip effect* no recorte da cadeia de suprimentos analisada, com uma intensidade de 5,28 na demanda que percorre do elo de distribuição do produto final e chega ao fornecedor do insumo polietileno, sendo um $\omega_1 = 1,9296$ no nível 1 (distribuição-produção) e $\omega_2 = 2,7382$ no nível 2 (produção-suprimento). Esta amplificação indica que as empresas localizadas mais *upstair* da cadeia recebem uma demanda superior, cerca de cinco vezes maior, do que a real demanda de mercado, o que pode fazer com que estas empresas possuam capacidade superior à necessária, dificuldades de gestão e baixa eficiência produtiva.

Na perspectiva de identificar quais as consequências que o EC mensurado provocava na empresa componente da cadeia de suprimentos bebidas, procurou-se analisar o nível e a movimentação do estoque do polietileno, bem como seu impacto financeiro no mesmo período de 20 meses. Nesse sentido, as análises dos dados indicaram que este efeito chicote identificado na cadeia causou algumas consequência indesejáveis tanto em termos gerenciais como financeiros.

Dentre os impactos gerenciais, pode-se observar que o *bullwhip effect* causou principalmente dificuldades no processo de planejamento da necessidade de materiais, uma vez que a empresa de bebidas não utilizou a demanda recebida pelo nível de distribuição como dado de entrada do plano de materiais. Além disso, a demanda recebida também não foi considerada em sua integridade no processo de emissão das ordens de compras das matérias-primas junto aos fornecedores. Em vista disso, a empresa de bebidas obteve elevação de seus estoques de polietileno, o que em um maior escopo, de acordo com a filosofia de produção *Just-in-time* (JIT) reduz a eficiência produtiva pelo aumento dos custos produtivos e dos desperdícios de produção. Todo este cenário causou dentre outras coisas, a elevação dos estoques de polietileno na empresa produtora de bebidas, bem como, causou no fornecedor de



polietileno dificuldades adicionais no planejamento da produção, da capacidade e na gestão dos materiais, à medida que este recebeu uma demanda sinalizada pela empresa de bebidas com amplificação de $\omega_2 = 2,7382$.

Nesta perspectiva, no sentido de mensurar os impactos do efeito chicote nos custos logísticos de estoque, notadamente do polietileno, registrou-se que na empresa produtora de bebidas o efeito amplificador de intensidade $\omega_1 = 1,9296$ causou entre outras conseqüências uma elevação do inventário, o que ocasionou uma imobilização de capital, ao longo do 20 meses analisados, igual a R\$ 43.027,75 tendo, no entanto, registrado picos de custo de capital da ordem de R\$ 81.991,25.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que para a cadeia de suprimentos analisada 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) foi quantificado um EC com intensidade de 5,28. Este valor aponta o quão amplificado é o valor da demanda quando este é passado pelas empresas, perturbando o processo de planejamento e programação da produção, do nível de distribuição até o nível de suprimentos.

Além disso, a amplificação da demanda identificada, que se propaga pelos elos da cadeia produtiva, foi a responsável pela ocorrência de diversos malefícios, dentro os quais, a dificuldade adicional nos processos de planejamento e operacionalização dos processos produtivos das empresas, uma vez que, o fluxo de demanda que percorria a cadeia era marcado pela incerteza e variabilidade. Ademais, o efeito do chicoteamento identificado nas cadeias de suprimentos analisadas ocasionou aumento nos níveis de estoques das empresas, notadamente na empresa de bebidas, que registrou ao longo dos 20 meses acompanhados um saldo positivo de 4.373 kg de estoque de polietileno, o que corresponde a um valor financeiro de R\$ 43.027,75, tendo este valor chegado a ser o quádruplo no mês de jan/07 onde se registrou um nível de estoque de polietileno de 19.250 kg, representando uma imobilidade financeira de R\$ 81.991,25.

De 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, tendo em vista que também recebem uma sinalização de demanda amplificada e acumulada.

Ainda com relação aos resultados encontrados, é possível inferir que entre os elos da cadeia analisada não há conhecimento da real demanda de mercado, bem como não há compartilhamento de informações entre os elos da cadeia de suprimentos. Sob tal aspecto, acrescido à prática de estratégias de compras, tais como, “pedidos em lote” e “jogo do racionamento e falta”, vislumbra-se que o efeito chicote da cadeia de suprimentos advém da ausência de comprometimento entre as empresas da cadeia, bem como, pela falta de integração, espírito colaborativo e integração, elementos característicos da nova abordagem de gestão logística denominada *Supply Chain Management*.

Dessa forma, os resultados apontam ainda para a evidência de que a Gestão de Cadeia de Suprimentos se dá pela coordenação sistêmica dos fluxos logísticos que percorrem as cadeias de suprimentos tal qual afirmou Taylor (2005), sendo que esta coordenação deve ter caráter sistêmico devendo englobar o número máximo de empresas de uma mesma cadeia, onde devem estar bem estabelecidos aspectos ligados à liderança e governança. Assim, pela identificação dos relevantes problemas derivados do efeito chicote em toda cadeia de suprimentos esta pesquisa evidencia a importância dos princípios do SCM, notadamente, a necessidade de integração entre os elementos das cadeias de suprimentos para a maximização da eficiência global da cadeia, em termos de custos e atendimento dos consumidores, sendo uma estratégia eficaz para mitigar o efeito do chicoteamento nas cadeias de suprimento e suas graves conseqüências, especialmente os reflexos nos estoques e nos custos operacionais.

REFERÊNCIAS

ALVIM, S. L. **O efeito da propagação de erros da previsão de demanda na cadeia de suprimentos globalizada**: Estudo de caso de uma indústria eletroeletrônica. Dissertação (Mestrado)- UNICAMP: Campinas, 2005.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre, Bookman, 2001.



- BOWERSOX, D., CLOSS, D. **Logistical management: the integrated supply chain process**. New York: MacGraw-Hill, 1996.
- CHEN, F *et al.* Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times and Information. **Management Science**, v. 46, p. 436-443, 2000.
- CHECHINATO, D. **Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de sistemas dinâmicos: o caso do jogo da cerveja**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson, 2003.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custo e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- 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.
- DIAZ, C. A. P., PIRES, S. 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**, v.15, n.3, p.434-447, Sept/Dec. 2005.
- FIALA, P. Information sharing in supply chains. **Omega**, v. 33, n. 5, p.419-423, 2005.
- FIORIOLO, J. C. **Modelagem matemática do efeito chicote em cadeias de abastecimento**. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- FIORIOLO, J. C. e FOGLIATTO, F. S. Modelagem estocástica do efeito chicote em cadeias de abastecimento. **Anais do ENEGEP**, 2007.
- FORRESTER, J. W. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. **Harvard Business Review**, v.36, p. 37-66, July/august, 1958.
- FRANSOO, J. C.; WOUTERS, M. J. F. Measuring the bullwhip effect in the supply chain. **International Journal of Supply Chain Management**, p. 78 – 89, 2000.
- HWARNG, H. B. e XIE, N. Understanding supply chain dynamics: A chaos perspective. **European Journal of Operational Research**, 2006.
- KIM, J. G., SPRINGER, N. Quantifying the bullwhip effect in a supply chain with stochastic lead time. **European Journal of Operational Research**. 173, p. 617–636, 2006.



- LAMBERT, D. M., COOPER, M. C.; PAGH, J. D. 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. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. **Management Science**, v. 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.
- LUMMUS, R. R.; VOKURKA, R. J. Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. **Industrial Management & Data Systems**, p. 11-17, 1999.
- LUONG, H. T. Measure of bullwhip effect in supply chains with autoregressive demand process. **European Journal of Operational Research**, 180, p. 1086 – 1097, 2007.
- MACHUCA, J.A. D. e BARAJAS, R. P. The impact of electronic data interchange on reducing bullwhip effect and supply chain inventory costs. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 40, n. 3, 209-228, 2004.
- MACHLINE, C.; BARBIERI, J. C e ALVARES, A. C. T. Um efeito “chicote” nos preços da cadeia siderúrgica de suprimentos. SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 3.2005. **Anais...** São Paulo: FGV-EAESP, 2005.
- MANGINI, E. R. Análise investigativa do efeito chicote no desempenho logístico das empresas do setor alimentício. Dissertação (Mestrado) - 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, 1997.
- MIRAGLIOTTA, G.. Layers and mechanisms: a new taxonomy for the bullwhip effect. **International Journal of Production Economics**, v. 104, n. 2, p. 365-381, 2006.
- OLIVEIRA, J. B. Processo de formação de indicadores de desempenho logístico: uma relação necessária entre a abordagem sistêmica e a gestão da cadeia de suprimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2008.
- OUYANG, Y. The effect of information sharing on supply chain stability and the bullwhip effect. **European Journal of Operational Research**, v. 182, n. 3, p. 1107-1121, 2007.
- PAIK, S. e BAGCHI, P. K..Understanding the causes of the bullwhip effect in a supply chain. **International Journal of Retail & Distribution Management**. v. 35, n. 4, 2007.



- POIRIER, C. C.; REITER, S. E. **Supply chain optimization**. San Francisco: Berret-Koehler, 1996.
- PORTES, A. N. e VIEIRA, G.E. The impact of vendor managed inventory (VMI) on the bullwhip effect in supply chains. *In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION RESEARCH – AMERICAS’ REGION*, 3. 2006 . **Anais..(ICPR-AM06)**, 2006.
- SOARES, H. F. **Comportamento da demanda e suas implicações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2006.
- SVENSSON, G. The bullwhip effect in intra-organizational echelons. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.33, n. 2, p. 103-131, 2003.
- SVENSSON, G. The multiple facets of the bullwhip effect: refined and re-defined. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 35, n. 10, 2005.
- TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimento: uma perspectiva gerencial**. São Paulo: Pearson, 2005.
- VIEIRA, C. S. *et al.* O efeito do chicoteamento (bullwhip effect) na cadeia de suprimentos para a empresa FMX de produtos farmacêuticos e cosméticos. *In: ENEGEP*. **Anais** , 2003.

Artigo recebido em 21/07/2009 e aceito para publicação em 29/10/2009.