

O EFEITO CHICOTE: PRINCIPAIS CAUSAS E CONSEQÜÊNCIAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Rita C. S. Marconcini Bittar (UERJ) rita@fat.uerj.br
Paulo Corrêa Lima (UNICAMP) plima@fem.unicamp.br
José Glênio Medeiros de Barros (UERJ) glenio@uerj.br
Luis Heleno Moreira Duque (UERJ) duque@fat.uerj.br

UERJ – Faculdade de Tecnologia – Estrada Resende – Riachuelo s/n Morada da Colina CEP 27521, Resende/RJ

UNICAMP - Faculdade de Engenharia Mecânica, DEF, C.P. 6122, CEP 13083-970, Campinas/SP.

Resumo

O presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o efeito chicote (*bullwhip effect*), que causa o aumento da variação da demanda a montante na cadeia de suprimentos, é provavelmente a mais famosa demonstração de que decisões descentralizadas podem diminuir a performance da cadeia de suprimentos. Serão analisados os principais fatores que ocasionam este efeito como: erros na previsão da demanda, alto lead time, deficiências no fluxo de informação, tamanho do lote, vendas promocionais. Algumas propostas para amenizar este efeito serão apresentadas, tais como: conhecimento da demanda final, redução da variabilidade e do lead time, agilização nas tomadas de decisões, diminuição do número de estágios na cadeia e a formação de alianças estratégicas.

Key words: Efeito chicote (*Bullwhip effect*), Gestão da cadeia de suprimentos, Sistemas dinâmicos (System dynamics)

1. Introdução

Atualmente, por uma questão de sobrevivência, as empresas necessitam tornar-se mais competitivas, a Gestão da Cadeia de Suprimentos do termo em inglês *Supply Chain Management* tornou-se um aspecto muito importante. O conceito da terceirização é muito utilizado, e com isso a cadeia de suprimento está mais complexa a cada dia, e este gerenciamento ainda mais difícil. Torna-se necessário à utilização da Tecnologia da Informação ao longo da Cadeia, pois ela agiliza a troca de informações entre as empresas. As empresas atualmente sentem a necessidade da Gestão da Cadeia de Suprimentos, desde dentro de cada empresa, até a cadeia estendida.

Segundo Zhang, 2004, nos últimos tempos a Gestão da Cadeia de Suprimentos vem chamando a atenção dos pesquisadores e profissionais da área, e dentro deste contexto uma área ativa de investigação é o *bullwhip effect*, que foi descoberto por Forrester (1961) e chamado de efeito Forrester.

Segundo Simchi-Levi et al., 2003, muitos fornecedores e varejistas observaram que enquanto a demanda dos clientes por produtos específicos não variava muito, os estoques e os níveis de reabastecimento flutuavam consideravelmente ao longo de sua cadeia de suprimentos.

Nas empresas que produzem sob encomenda (*Make to Order*) a gestão é facilitada, pois esta empresa trabalha com pedidos em carteira. Já para as que produzem para estoque (*Make to Stock*) a sua gestão se baseia na previsão de vendas (*forecasting*), e, portanto estão sujeitas a todas as desvantagens e riscos inerentes a uma previsão (DIAZ et PIRES, 2003).

O aumento da variabilidade, a amplificação da demanda, como observamos ao longo das cadeias de suprimentos, é referenciado como *bullwhip effect* (Efeito Chicote), também conhecido por *whiplash effect* (LEE et al., 1997 a; LEE et al., 1997b; METTERS, 1997, FIALA 2005).

Este efeito refere-se a observações teóricas e empíricas nas quais a variabilidade da demanda é aumentada desde o sinal do cliente e é transformada e ampliada nos vários estágios da cadeia de suprimentos. A variabilidade é aumentada potencialmente causando instabilidade na cadeia de suprimentos e aumentando o custo do fornecimento ao cliente final (LEE et al. (1997 a, b)).

Outros autores incluindo Blanchard (1983) e Blinder(1982, 1986), também encontraram evidências de volatilidade similar ao *bullwhip effect*.

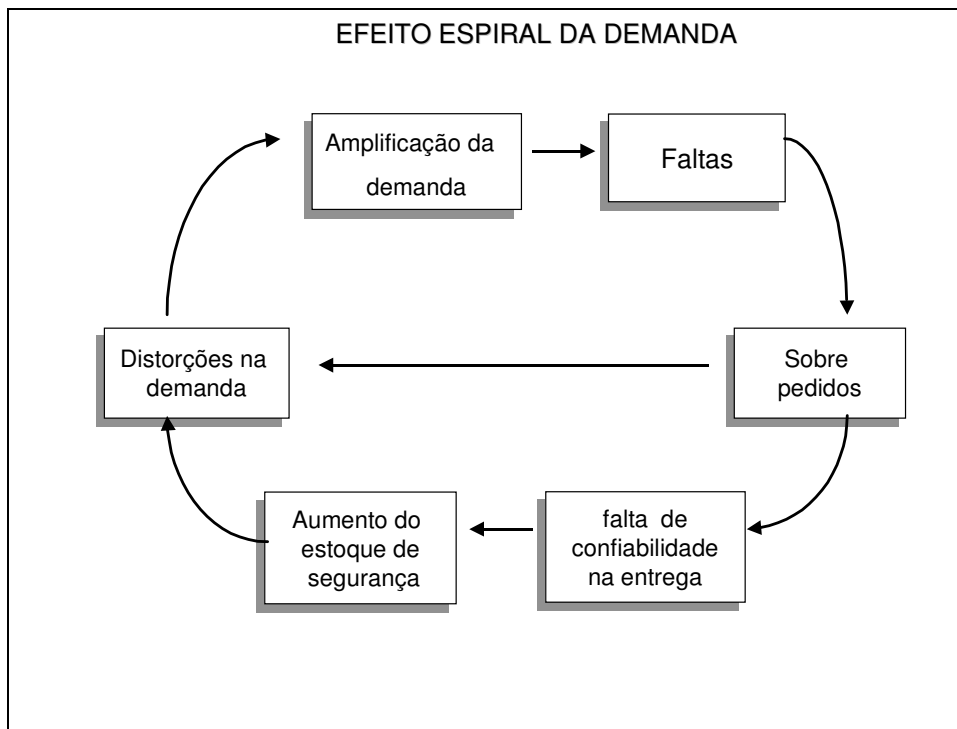
2. Efeito chicote (*bullwhip effect* ou *whiplash effect*)

Freqüentemente no mundo dos negócios, a demanda do consumidor varia e é cíclica mês a mês. Semanas ou meses podem passar entre o primeiro sinal de aumento da demanda no varejista e o momento em que um fornecedor, em um nível abaixo, finalmente toma conhecimento disso na forma de um pedido, digamos que de 30 a 35% acima do último que recebeu. A amplificação das mudanças de pedidos aos fornecedores, constitui-se numa fonte contínua de pedidos tardios, de excesso de estoque e de despesas na indústria (Stalk and Hout, 1993; Towill, 1992). Esta amplificação tem um efeito cascata sobre toda a cadeia.

Houlihan (1985), intuitivamente explicou amplificação da cadeia de suprimentos como um “efeito espiral da demanda” (*flywheel effect*), conforme mostra a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** As empresas tentam suavizar o efeito da amplificação utilizando enormes estoques de segurança tanto no cliente como no fornecedor.

O conceito tradicional de cadeia de suprimentos Naim (1996), deu bases para o fenômeno formulado por Jack Burbidge nos anos 80 como a “Lei da Dinâmica Industrial”, no qual a demanda verdadeira é distorcida e amplificada, na medida em que as ordens são passadas de um nível para outro através da cadeia de suprimentos.

Existem inúmeras razões para o efeito da amplificação de estoques, mas a mais importante é a incerteza, associada a vários fatores da cadeia de suprimentos, incluindo percepção da demanda, qualidade da informação e inerentes atrasos podem ser encontrados dentro da cadeia de suprimentos (Berry et al., 95; Naim, 96). Algumas incertezas afetam os gerentes de logística nas tomadas de decisões. A Simulação pode ajudar para que algumas armadilhas sejam evitadas (NAIM, 96).



Fonte: Houlihan (1985)

Figura 1 - Efeito da Amplificação da Demanda

O atraso na troca das informações torna as mesmas defasadas, e estas perdem seu valor. Isto faz com que o sistema de suprimentos perca tempo e dinheiro. Uma vez que a informação do pedido que flui através da cadeia perde qualquer semelhança com o que é, na realidade, o produto final sob demanda, as ações desenvolvidas com base nessa informação têm cada vez mais custos e efeitos colaterais involuntários. A única maneira de evitar o sistema de suprimentos desajustado é comprimir o tempo de informação, de maneira que seja recente e significativa quando esteja circulando através do sistema (STALK et HOUT, 1993).

O efeito chicote é a definição usada para capturar as percepções por trás do comportamento dinâmico das cadeias de suprimentos. A demanda originada no nível do cliente começa todo o processo. O fato de que há diversos membros na cadeia de suprimentos (por exemplo, fábricas, distribuidores, atacadistas e varejistas) por meio dos quais o processo deve passar antes de chegar aos clientes implica que o processo e coordenação da informação deveriam ser reforçados como um meio para reduzir a variabilidade resultante. Uma pequena variação ou flutuação sazonal na demanda real do cliente pode “bater o chicote” para fornecedores a montante, levando-os a alternar entre situações de superprodução e de ociosidade (Dornier et al. 2000). Conseqüentemente, o efeito chicote refere-se ao fenômeno onde:

- ◀ Os pedidos para o membro a montante na cadeia de suprimentos exibe uma variação maior que os pedidos reais no ponto-de-venda de varejo (distorção da demanda), e
- ◀ A variação dos pedidos aumenta à medida que se move a montante (propagação da variação).

Empresas que utilizam *lean manufacturing* (produção enxuta) minimizam o efeito chicote, pois trabalham com menos incertezas, menos estoques, *lead times* menores e um fluxo de informações mais eficientes.

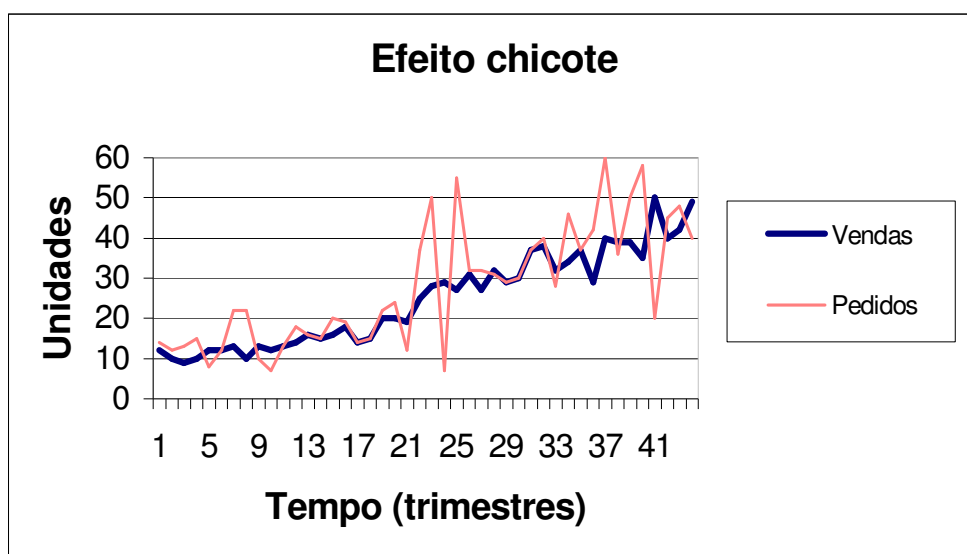
Segundo Holweg et Bicheno (2003), a simulação da cadeia de suprimentos em um ambiente de manufatura enxuta é muito interessante. Devido ao fato da cadeia de suprimentos ser extremamente dinâmica, o autor recomenda a utilização do conceito de sistemas dinâmicos (*System dynamics*) descoberto a partir das pesquisas de Forrester e Burbidge.

Fiala (2005) ressalta a importância da utilização de sistemas dinâmicos para simulação da cadeia de suprimentos, o autor utiliza o *software* Stella para realizar a simulação.

De acordo com Womack et Jones (2002), o mapeamento do fluxo de valor (*Value stream mapping*), umas das ferramentas da produção enxuta, colabora muito para a diminuição do efeito chicote, pois o mapeamento ajuda os usuários a enxergarem melhor o fluxo de informação e materiais. O mapeamento do fluxo de valor tem duas etapas: o mapa do estado atual e o mapa do estado futuro. Antes da implementação do mapa do estado futuro, é de grande importância a simulação.

Esta simulação terá o modelo a partir do mapeamento do fluxo de valor, e a simulação realizada em *softwares* de sistemas dinâmicos tais como o Stella e iThink para a análise dos resultados, antes da implementação real.

A Figura 1 ilustra esse fenômeno descrevendo as vendas de um produto em uma loja de varejo comparadas às ordens colocadas pelo varejista ao fabricante.



Fonte: Dornier et al

Figura 1 – O efeito chicote: pedido versus vendas

3. Causas do *bullwhip effect*

A melhor ilustração do *bullwhip effect* é o conhecido *Beer Game* (Sternan, 1989) usado didaticamente para ensinar o gerenciamento de estoque onde este fenômeno é demonstrado. Neste jogo, os participantes (estudantes, gerentes, analistas e outros) jogam as regras dos quatro estágios da cadeia de suprimentos da fábrica de cerveja: a fábrica, o distribuidor, o atacadista e o varejista. Os participantes não podem se comunicar uns com os outros, e as decisões das ordens deverão basear-se somente nas ordens vindas no próximo jogador. Como os jogadores não se comunicam, ou seja não existe parceria. A amplificação das ordens deve ser atribuída as decisões irracionais feitas pelos jogadores. Segundo Sternan, 1989, o comportamento humano, assim como maus dimensionamentos de inventário e informações da demanda, podem causar o *bullwhip effect*.

Em contraste, percebemos que o *bullwhip effect* é uma conseqüência do comportamento racional dos jogadores dentro da infraestrutura da cadeia de suprimentos. Esta importante distinção implica que as companhias que esperam controlar o *bullwhip effect* devem focar nas modificações na infraestrutura da cadeia de suprimentos e processos relacionados de preferência as decisões baseadas nos comportamentos (LEE et al. , 1997a).

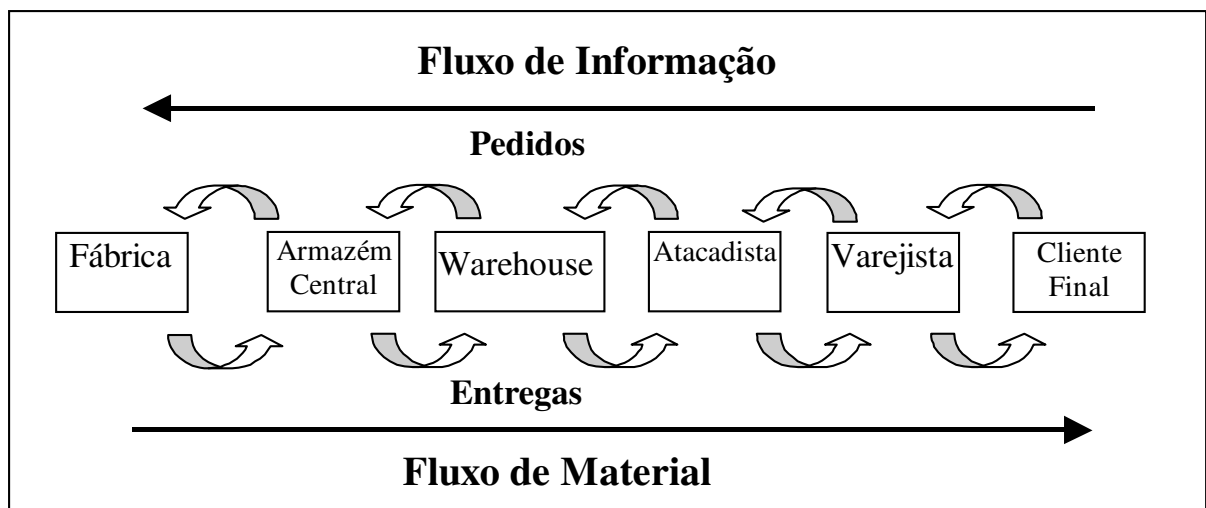
Existem possíveis fontes que geram o *Bullwhip Effect*, (LEE et al., 1997a, LEE et al., 1997b, METERS, 1997, BAGLIN et al. 2001, SIMCHI-LEVI et al., 2003) entre elas:

- ◀ Atualização da previsão da demanda;
- ◀ *Lead time* elevado;
- ◀ Pedidos por lote;
- ◀ Pedidos inchados e
- ◀ Flutuações dos preços e do mercado.

É importante identificar, portanto, técnicas e ferramentas que permitirão controlar o efeito chicote, ou seja, controlar o aumento da variabilidade ao longo das cadeias de suprimentos. Para esse propósito, precisamos compreender, primeiramente, os fatores que contribuem para o aumento da variabilidade, (LEE et al., 1997a, LEE et al., 1997b, METERS, 1997, SIMCHI-LEVI et al., 2003).

4. Exemplo do efeito chicote

Baglin et al. (2001) chegaram a conclusões importantes sobre o efeito chicote, após a pesquisa, coleta de dados e simulações em uma cadeia de suprimentos do ramo de confecções. A Figura 2 representa a referida cadeia de suprimentos simplificada. O processo de estocagem / distribuição está representado em 4 estágios principais: Armazém na fábrica, *Warehouse* regional, Atacadista e o cliente final.



Fonte: Baglin et al. 2001

Figura 2 - Um sistema de produção simplificado

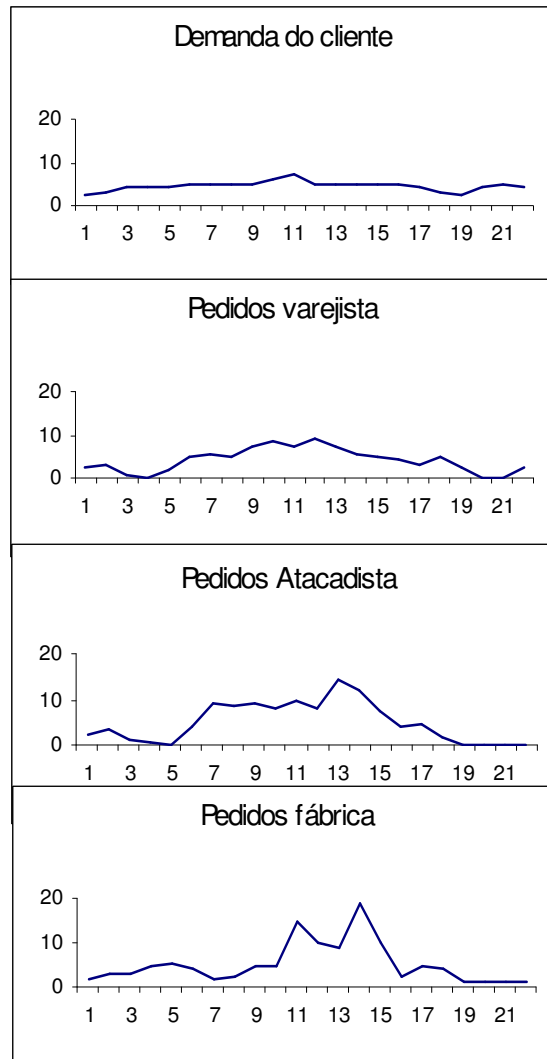
A idéia básica é realizar uma simulação utilizando dados de cada estágio da cadeia de suprimentos vá operar em função da sua percepção da demanda; analisar as conseqüências de cada política de reaprovisionamento sobre seus estoques e como irão satisfazer suas próprias demandas e a de seus clientes. Como exemplo o resultado desta simulação com dados coletados num período de 22 semanas, é mostrado na Figura 3. Estes resultados evidenciam o efeito chicote na cadeia de suprimentos.

A partir dos resultados foram identificadas as seguintes conclusões:

- ◀ Quanto mais se vai a montante da cadeia de suprimentos mais se aumenta a amplificação da demanda;
- ◀ Também verificou-se que a amplificação da demanda aumentou após um período de 4 semanas;

Todas as observações foram feitas considerando uma só entidade por estágio: Naturalmente a amplificação será maior se for considerada uma cadeia de suprimentos com todas as entidades existentes.

4.1 Análise das principais causas



Técnicas tradicionais de gestão de estoques, praticadas em todos os estágios na cadeia de suprimentos, levam ao efeito chicote. Uma característica importante de todas as técnicas de previsão de demanda é que, quanto mais dados observados, mais modificam as estimativas da média e do desvio-padrão (ou variabilidade) na demanda do cliente. Visto que o estoque de segurança assim como o ponto de estoque máximo dependem muito dessas estimativas, o usuário é forçado a mudar as quantidades do pedido, aumentando, assim, a variabilidade.

a. Atualização previsão da demanda final

Normalmente as empresas tomam as decisões independentes das outras empresas da cadeia, não conhecem a demanda final, não trabalham em parceria, e produzem baseados em dados empíricos.

b. *Lead Time* Elevado

É fácil observar que as flutuações ao longo da cadeia são ampliadas com o aumento do *lead time*. Desta maneira, com *lead times* maiores, uma pequena mudança na estimativa da variabilidade da demanda implica uma mudança significativa no estoque de segurança, no nível de reabastecimento e, conseqüentemente, nas quantidades do pedido, o que evidentemente, leva a um aumento na variabilidade.

c. Pedido por lote

O impacto do pedido por lote é muito fácil de compreender. Se o varejista fizer pedido por lote, como acontece quando se utiliza a política de estoque min.- máx., então a fábrica receberá um grande pedido, seguido de vários períodos sem pedidos e, novamente, receberá outro grande pedido, e assim por diante. Assim sendo a fábrica terá um padrão distorcido e altamente variável dos pedidos.

d. Regras de otimização puramente locais

Os pedidos não são repassados com uma periodicidade idêntica em todos os níveis da cadeia de suprimentos e todas as tentativas de uma planificação coordenada entre vários membros da cadeia, normalmente são interditas.

e. Efeito induzido (ou intuitivo) no provisionamento do estágio a jusante

Em certos períodos não é possível fabricar-se as quantidades solicitadas pelos clientes, causando em algumas situações *déficit* de mercadorias para os clientes finais.

Este efeito causa as seguintes consequências:

- ↳ Insatisfação do cliente final;
- ↳ Falta de eficiência da cadeia pela obrigação de gerir entregas parciais devido ao conseqüente aumento do trabalho administrativo correspondente;

f. Pedidos inchados (Jogo de racionamento)

Em muitos setores industriais, certos componentes podem desaparecer do mercado temporariamente (como por exemplo a memória dos computadores pessoais), as aquisições são antecipadas causando a falta do produto no mercado e registrando um aumento de vendas irreal.

Esta situação é também chamada de “jogo de racionamento”. Frente à expectativa de não serem atendidos na íntegra, dada à falta de produtos, por exemplo, as empresas “inflam” seus pedidos, procurando assim aumentar as quantidades efetivamente recebidas. Quando o período de falta termina, os pedidos padrões retornam ao normal, levando as estimativas de demanda a todo tipo de distorções e variações.

g. Incidência de vendas promocionais

A prática de se colocar mercadorias em promoções por tempo limitado. É outro problema encontrado, pois dificulta a previsão das vendas devido as promoções mascararem o mercado devido a vendas antecipadas e em conseqüência teremos o efeito chicote.

O risco é que as empresas pensam que existem mais clientes finais, e devido a deficiências no fluxo de informação, aumentam a produção, pois acreditam que realmente a demanda aumentou, porém as mercadorias ficam encalhadas e sem compradores.

Os preços flutuam, enquanto os preços estão baixos, os estoques aumentam, o que é acentuado pela prática dominante em muitas indústrias de oferecer promoções e descontos em determinados períodos ou para determinadas quantidades. No final do ano de 2002, as montadoras sofreram com o impacto da redução do valor do IPI sobre os automóveis. Pois os veículos mais potentes passaram a ter valor próximo dos veículos 1.0 e em conseqüência os consumidores finais mudaram drasticamente as compras dos automóveis. O que aconteceu foi que a previsão da demanda junto aos fornecedores foi realizada em função das vendas antes da redução do IPI, causando transtornos junto aos fornecedores que não estavam preparados para a situação descrita.

h. Número de estágios na cadeia

Os fenômenos citados anteriormente têm ligação direta com o número de estágios da cadeia logística, quanto maior o número maior a variação.

4.2 Métodos para lidar com o efeito chicote

O efeito da amplificação da demanda é extremamente nefasto em termos de custos pelas variações dos níveis de produção e os riscos de obsolescência, para atenuar este efeito, algumas medidas devem ser tomadas:

a. Conhecimento da demanda final

A amplificação aparece devido à distorção na informação da previsão da demanda através da cadeia de suprimentos. Desta forma, os membros a montante da cadeia, recebem informações que não refletem a real tendência do mercado (DIAZ et PIREs, 2003).

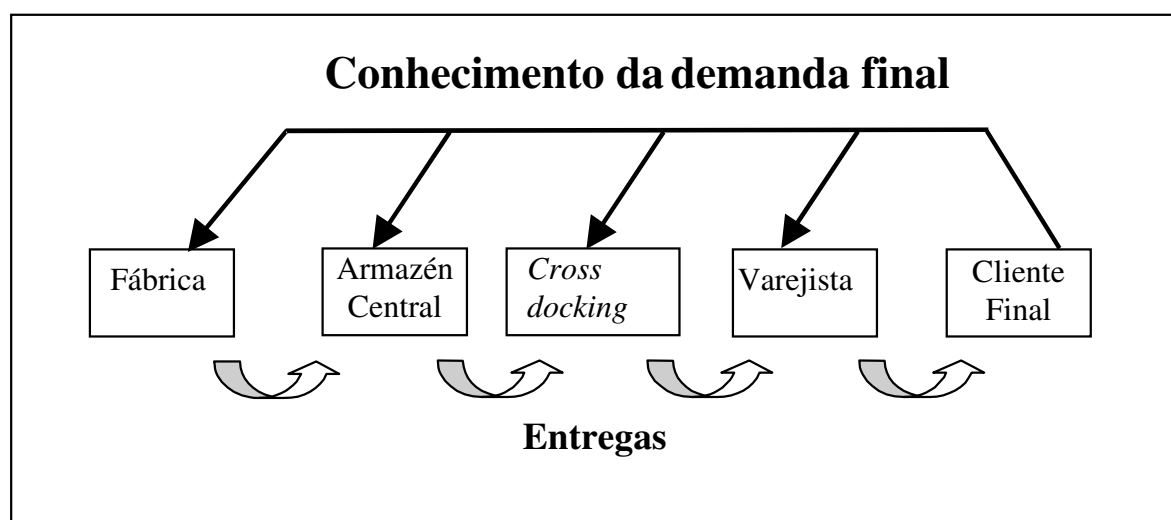
Uma das sugestões mais frequentes para diminuir ou eliminar o efeito chicote consiste em reduzir a incerteza ao longo da cadeia de suprimentos utilizando informações centralizadas de demanda, ou seja, provendo cada estágio com informações completas sobre a demanda real do cliente final. Os resultados apresentados na subseção anterior demonstram que informações centralizadas de demanda podem reduzir o efeito chicote. O compartilhamento das informações através da cadeia reduz as incertezas e torna as informações mais confiáveis.

Isto foi comprovado por Chen et al. (2000), o qual através de modelos matemáticos demonstra que o compartilhamento da informação dentro da cadeia de suprimentos reduz, porém, não elimina completamente o fenômeno da amplificação da demanda ao longo da cadeia. A Figura 4 sugere um modelo para o fluxo de informação.

b. Redução da variabilidade

O efeito chicote pode ser minimizado através da redução da variabilidade inerente à demanda do mercado.

Podemos reduzir a variabilidade da demanda do cliente, por exemplo, da utilização da estratégia de “preço baixo todo dia” – PBTd. Ao eliminar as promoções de preços, o revendedor pode eliminar muitas das alterações drásticas na demanda que ocorrem com estas promoções. Assim sendo, estratégias de preço baixo todo dia podem levar a padrões de demanda do cliente muito mais estáveis – ou seja, menos variáveis.



Fonte: Baglin et al. 2001

c. Redução do *Lead time*

Altos *lead times* amplificam o aumento na variabilidade decorrente das previsões de demanda ao longo das cadeias (LEE et al., 1997b; METTERS, 1997).

É importante ressaltar que os *lead times* geralmente incluem dois componentes: *lead times* do pedido (ou seja, o tempo que leva para produzir e expedir o item) e *lead times* da informação (ou seja, o tempo que leva para processar um pedido). Esta distinção é importante, uma vez que os *lead times* de pedidos podem ser reduzidos através da utilização do intercâmbio eletrônico de dados (EDI).

O uso de sistemas eletrônicos, como o EDI – *Electronic Data Interchange* ou a Internet facilita e agiliza a transmissão de dados ao longo da cadeia de suprimentos. Porém o acesso a um banco de dados comum não garante uma previsão da demanda igual em toda a cadeia de suprimentos. Neste aspecto, é necessário também, que todos os membros da cadeia adotem o mesmo tipo de metodologia para a previsão da demanda (LEE et al., 1997b).

Um problema percebido nas empresas estudadas, é que somente utilizam o EDI com os fornecedores de 1º nível.

d. Agilização nas tomadas de decisões

Freqüentemente, os estoques não são analisados semanalmente, porém mensalmente. E então os pedidos de reaprovisionamento são passados adiante, este tempo provoca uma reação na cadeia. Trabalhando em conjunto com novas tecnologias da informação, como por exemplo, EDI e VMI (*Vendor Managed Inventory*), aumentarão a reatividade do sistema.

e. Diminuição do tamanho do lote e aumentar o número de entregas no cliente

A diminuição do tamanho do lote aumenta a flexibilidade do sistema a mudanças inesperadas e também colabora com a diminuição dos estoques.

Ao invés do volume de pedidos já fabricados serem entregues em caminhões completos (para reduzir o custo do transporte}, que o transporte seja feito em pequenas quantidades utilizando veículos de pequeno porte ou *milk-run*. Permitindo assim aumentar a freqüência de entregas das mercadorias.

f. Redução do número de estágios na cadeia

Como o efeito chicote tende a aumentar com a quantidade de estágios na cadeia, consegue-se uma redução do efeito chicote diminuindo-se o número de estágios na cadeia.

g. Alianças Estratégicas

O efeito chicote pode ser eliminado pelo engajamento em alianças estratégicas na cadeia. Essas alianças estratégicas mudam a maneira pela qual as informações são compartilhadas e os estoques são gerenciados dentro de uma cadeia de suprimentos, possivelmente eliminando o efeito chicote.

5. Conclusões

O efeito chicote sugere que a variabilidade na demanda aumenta à medida que move-se a montante na cadeia de suprimentos, ou seja, em direção oposta ao mercado final. Esse aumento na variabilidade causa ineficiências operacionais significativas (por exemplo, força cada instalação da cadeia a aumentar seus estoques significativamente). É importante salientar a importância da identificação das estratégias para diminuir o efeito chicote.

A produção enxuta aliada a técnicas de simulação e sistemas dinâmicos podem ser valiosas ferramentas para o controle do efeito chicote e da gestão da cadeia de suprimentos.

A informação é a chave de integração dos diferentes estágios da cadeia de suprimentos.

6. Bibliografia

BAGLIN, G., BRUEL, O., GARREAU, A., GREIF, M., VANDELFT, C. (2001) – Management et industriel logistique. 3ª ed. Paris: Economica.

- BERRY, D., NAIM, M.M. and TOWILL, D.R. (1995) - Business process re-engineering an electronic products supply chain. *IEE Proc.-Sci. Meas. Technol.*, v. 142, n. 5, September 1995, p. 195-403.
- BLANCHARD, O. J. (1983) – The Production and Inventory Behavior of the American Automobile Industry. *Journal of Political Economy*, v.91 p. 365 – 400.
- BLINDER, A. S. (1982) – Inventory and stick prices. *American Economic Rev.*, v. 72, p. 334 – 349.
- BLINDER, A. S. (1986) – Can the production model of inventory behavior be saved?. *Quarterly J. Economics*, 101, p. 431 – 454.
- CHEN, F., DREZNER, Z., RYAN, J. K., SIMCHI-LEVI, D. (2000) – Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times, and information. *Management Science*, v. 46, n.3, March 2000, p. 436 – 443.
- DIAZ, C. A P., PIRES, S. R. I. (2003) – Variação da demanda ao longo da cadeia de suprimentos: o efeito da amplificação da demanda. *Anais XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003.*
- DORNIER, P. P, ERNST, R., FENDER, M. & KOUVELIS, P. (2000) – *Logística e Operações Globais: texto e casos*, São Paulo: Atlas.
- FIALA, P. (2005) – Information sharing in supply chains. *The International Journal of Management Science*. Omega 33 (2005) 419 – 423.
- FORRESTER, J. W. (1961) – *Industrial dynamics*, New York: MIT Press:
- HOLWEG, M.; BICHENO, J. (2002) – *International Journal of Production Economics*, 78 (2002) 163 – 175.
- HOULIHAN, J. B.. (1985). *International supply chain management*. *Int. J. Physical Distribution and Mater. Management*, v 19, n. 8, p. 3-8, 1985.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., WHANG, S. (1997 a) – The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, Spring, p. 93 – 102.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., WHANG, S. (1997 b) – Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management Science*, v. 43, n. 4, April, p. 546 – 558.
- METTERS, R. (1997) – Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*, v. 15, n. 2, p. 89 - 100.
- NAIM, M.M. (1996) - Methodology before technology. *Manufacturing Engineering*, v. 75 n. 3 jun 1996, p.122-125.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P. & SIMCHI-LEVI, E. (2003) - *Cadeia de Suprimentos: Projeto e Gestão*, Porto Alegre: Bookman.
- STALK, G., HOUT, T. M. (19993) - *Competindo contra o tempo*. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- STERMAN, J. (1989) – Modeling managerial behavior: misperception of feedback in a dynamic decision-making experiment. *Management Science* 35 (3), p. 321-339.
- TOWILL, D. R. (1992) - Supply chain dynamics - the change engineering challeng of the mid 1990s. *Proceeding of Institute of Mechanical Engineering Part B*, v. 206, p 233-245.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. (2002) - *Seeing the whole: mapping the extended value stream*. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- ZHANG, X. (2004) – The impact of forecasting methods on the bullwhip effect. *International Journal of Production Ecomonomics*, n. 88, p. 15 – 27.