

# O impacto do compartilhamento de informações na redução do efeito chicote na cadeia de abastecimento

Leandro Callegari Coelho

Neimar Follmann

Carlos Manuel Taboada Rodriguez



## Resumo

*O objetivo deste artigo é destacar a importância do compartilhamento de dados em cadeias de suprimentos, como estratégia para reduzir o efeito chicote. Para isso é mostrado o que é esse efeito, suas causas, as formas como ele se apresenta e os meios para combatê-lo. Para facilitar o entendimento sobre os prejuízos causados devido à sua influência, é sugerido um cenário hipotético, em que os componentes de uma cadeia de abastecimento procuram alinhar sua oferta à demanda. Depois, com base numa pesquisa bibliográfica, apresenta-se a solução – o alinhamento estratégico e compartilhamento de dados –, o que cria a sinergia necessária para que a empresa e a rede desenvolvam sua vantagem competitiva. E por fim, para dar suporte à solução mostrada, criou-se um indicador com base em uma cadeia de suprimentos simulada diversas vezes em sala de aula, através de um software, o que veio comprovar os efeitos positivos do compartilhamento de dados.*

**Palavras-chave:** Efeito chicote. Gestão da cadeia de abastecimento. Vantagem competitiva. Indicador de efeito chicote.

## 1 Introdução

O desempenho logístico tem, atualmente, forte influência sobre o desempenho financeiro de empresas industriais e comerciais. Com o seu desenvolvimento, em conjunto com o advento da Tecnologia da Informação – TI, dentre outros fatores, surge a possibilidade de uma cadeia de suprimentos gerenciada, ou como é chamada no contexto atual, *Supply Chain Management – SCM*.

Um dos problemas estudados e enfrentados por uma *SCM* é o efeito chicote. Esse efeito é a variação ou a impossibilidade de alinhamento da demanda à oferta. Ballou (1993, p. xx) já afirmava que o grande desafio da logística é diminuir o hiato existente entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde eles quiserem, e na condição física que desejarem.

Em outras palavras, o efeito chicote é o resultado de uma expectativa de demanda ou oferta que não se realiza, por diversos motivos, entre elas a incapacidade de prever a demanda dos clientes, e que se propaga por todas as empresas da cadeia, influenciando os níveis de estoques, os tamanhos dos pedidos e a produtividade.

Conhecido na literatura internacional como *Bullwhip Effect*, foi inicialmente apresentado por Forrester (1958).

Apesar de o nome utilizado não ter sido o mesmo, a situação era semelhante e até considerada normal para os gestores da época.

Para que seja possível alcançar alta eficiência na cadeia de suprimentos é necessário que sejam identificadas as forças e fatores que modelam o comportamento das empresas e suas interações com os participantes de sua cadeia. Uma vez modelado o sistema empresarial, é possível simular diversas situações e entender as circunstâncias que levam a um bom ou a um mau resultado.

Com base nisso, o objetivo deste artigo é, através da simulação de uma cadeia de suprimentos, mostrar a importância do compartilhamento de dados em cadeias de suprimentos como antídoto para as consequências do efeito chicote. Através da análise desses dados propõe-se um indicador para tornar possível a visualização dos níveis da propagação do efeito chicote na cadeia de suprimentos. Para isso, inicialmente, será apresentado um cenário onde os componentes de uma cadeia procuram alinhar sua oferta à demanda. E no final são apresentados os resultados gerados através da avaliação dos resultados de um simulador, que comprovam a necessidade de comunicação entre os elos de uma cadeia.

## 2 Metodologia

Este artigo apresenta o método de trabalho de natureza aplicada, pois, segundo Silva e Menezes (2001), objetiva gerar conhecimentos para aplicação, abordando os problemas de forma quantitativa, dado que classifica e traduz em números as diferentes informações para sua posterior análise.

Do ponto de vista dos objetivos, segundo a classificação de Gil (1999), é considerada uma pesquisa exploratória visando aumentar o conhecimento acerca do problema pesquisado, assumindo as formas de pesquisa bibliográfica e estudo de caso, voltados à solução de problemas específicos. De acordo com Eisenhardt (1989), o estudo de caso é uma metodologia de pesquisa que visa a compreensão da dinâmica do caso em estudo. Eisenhardt (1989) afirma que esse método combina métodos de coleta de dados como documentos e observações, podendo a evidência ser qualitativa, quantitativa ou ambas; no caso deste trabalho esse método é quantitativo e, segundo Mattar (1999), apresenta dados originários na maioria das vezes de escalas numéricas, sendo então submetidos a análises estatísticas formais. O estudo de caso é usado para fornecer descrição, testar teoria ou gerar teoria, sendo neste artigo utilizado para ilustrar o efeito chicote, bem como testar o uso do indicador.

Dentre os pontos fortes são ressaltados aspectos como a geração de teoria nova, a possibilidade de se testar conceitos e hipóteses. Ainda segundo Eisenhardt (1989), a utilização de estudos de caso é apropriada quando a pesquisa encontra-se em estágio inicial ou quando se deseja fornecer uma nova perspectiva sobre um tema já discutido. O uso desse método se justifica pelos seguintes motivos:

- interpretação do Índice de Efeito Chicote (IEC) proposto, de forma a identificar em qual situação (excesso de demanda ou excesso de estoque) encontra-se a empresa estudada; e
- visualização gráfica da situação presente na cadeia de suprimentos, através de gráficos *boxplot*, para comparação entre antes e depois do compartilhamento de informações como proposta para diminuição do efeito chicote.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados foram utilizados materiais já publicados (essencialmente livros e artigos de periódicos), constituindo assim uma pesquisa bibliográfica e de estudo de caso (GIL, 1999; SILVA; MENEZES, 2001).

## 3 O efeito chicote

Pode-se afirmar que o efeito chicote é resultado da discrepância entre a demanda real e a prevista, unida à intenção das empresas alinharem sua oferta a essa demanda, sem deixar de atendê-la. Dessa forma, as empresas, por não

possuírem a informação correta de seus clientes, buscam se proteger e garantir o estoque para uma possível variação nessa demanda.

São inúmeras as pesquisas nessa área, as mais antigas datando do meio do século passado. Forrester (1958, 1961) detectou amplificações na demanda causadas por falta de visibilidade, informações distorcidas e ajustes nos níveis de estoque, tendo sido o precursor dos estudos do que veio a ficar conhecido como efeito chicote.

Lee et al. (1997) definem o efeito chicote como o fenômeno que ocorre quando as ordens de compra para os fornecedores tendem a uma variância maior do que as vendas do elo mais próximo do consumidor, causando uma percepção de distorção na demanda, onde esta se propaga para os componentes superiores da cadeia de suprimentos com uma variação mais acentuada.

Porém, como a demanda prevista muitas vezes não se concretiza, as organizações acabam com excesso de produtos em estoque, o que as leva, por exemplo, a reduzir suas compras. Ou, numa situação de falta de estoques, as empresas passariam a aumentar seus pedidos, criando nos fornecedores uma falsa impressão de alta demanda (o mesmo ajuste de estoques já detectado por Forrester em 1961). Independente da situação, esse reflexo vai sendo passado de cliente para fornecedor, até o final da cadeia, estabelecendo o efeito chicote.

Lee et al. (2004) perceberam, em pesquisa realizada juntamente com executivos da Procter e Gamble, que em um produto de pequena variação no consumo ocorria grande variação nos pedidos de seus clientes. Essa variação podia ser causada por vários fatores, mas logo constataram que não era devido à variação de consumo no mercado.

Svensson (2005) afirma que o efeito chicote indica que a variabilidade no nível de estoques tende a ser maior ao se afastar do ponto de consumo. Sendo que os fatores que o causam podem ser o compartilhamento de informações deficientes e dados de mercado insuficientes, que geram previsões incorretas.

Como forma de representar o efeito chicote, foi adaptado de Slack et al. (1999) o Quadro 1 – ele está dividido em dez períodos. Em cada um deles foi considerado que o mercado determinaria uma demanda real, então o varejista, com a política de equilibrar seu estoque com a demanda, compra o número de unidades que completam a demanda atual. E assim o distribuidor, a montadora e o fornecedor fazem o mesmo. Ou seja, todos mantêm em estoque uma quantidade igual à demanda do período. O estoque final do período de demanda é igual ao estoque inicial do período seguinte. Leva-se em consideração, ainda, que a compra feita é recebida no mesmo período.

A proposta desta representação é mostrar que uma pequena variação de demanda do mercado pode causar grande variação no fornecedor inicial. A idéia demonstrada é que o fornecedor sempre tentará equilibrar o estoque

final do período com a demanda do mesmo período, pois não possui a informação do mercado, funcionando, assim, como uma espécie de previsão.

Logicamente, nas organizações existem mais fatores que atuam como restrições, que é o caso da capacidade de produção, que neste modelo foi considerada ilimitada ou suficiente para atender a demanda imediatamente, sem *lead times*. Como na grande maioria das empresas existe a sazonalidade, este modelo não a contemplou, aplicando-se uma variação máxima no consumo de 7% nos 10 períodos apresentados.

A Figura 1 é resultado dessa variação na demanda. Por exemplo, se for observada a coluna referente à demanda do mercado, no Quadro 1, é possível perceber que ela varia muito pouco. Porém, conforme os pedidos foram sendo efetuados entre as empresas, distanciando-se do ponto de consumo, a variação foi aumentando, o que representa o efeito chicote.

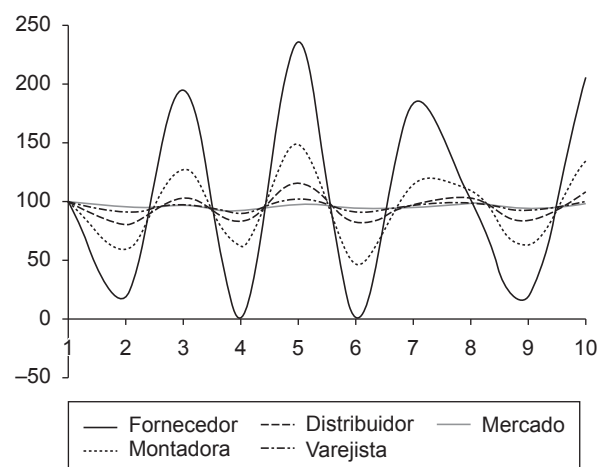
Segundo Warburton (2004), as ordens de compra dos vendedores para os seus fornecedores tendem a ter uma variação maior do que a demanda do consumidor que iniciou o processo, caracterizando o efeito chicote.

Em outras representações semelhantes a esta, observou-se o fato de que se acrescentados mais fatores, como os citados anteriormente, o efeito continua, porém os pontos de pico e declive se deslocam de suas posições. O que pode, por exemplo, dar a impressão de em alguns momentos a demanda estar em alta, mas a produção em baixa.

Acrescentando-se essas restrições, a variação e a incerteza aumentariam. Isso provavelmente causaria maiores impactos

na cadeia, considerando que quanto mais distante a empresa estivesse do ponto de consumo, mais o efeito seria sentido. Ou seja, quanto mais distantes do consumidor final, mais propensas a manter estoques as empresas estariam, para serem capazes de absorver essas variações significativas (LIN, C.; LIN, Y. T., 2006).

Tendo em vista a quantidade de fatores que influenciam essa variação da demanda, torna-se útil elencar alguns dos diversos motivos de incertezas que levam as empresas a manter estoques. O Quadro 2, de Robenson et al. (1994) apud Dias (2003), apresenta os principais.



**Figura 1.** Ilustração gráfica do efeito chicote numa cadeia de abastecimentos fictícia. Fonte: Adaptado de Slack et al. (1999).

**Quadro 1.** Ilustração do efeito chicote numa rede de suprimentos fictícia.

Mês	Fornecedor			Montadora			Distribuidor			Varejista			Mercado Demanda
	Produção	E. inicial	E. final	Produção	E. inicial	E. final	Compra	E. inicial	E. final	Compra	E. inicial	E. final	
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	20	100	60	60	100	80	80	100	90	90	100	95	95
3	196	60	128	128	80	104	104	90	97	97	95	96	96
4	0	128	62	62	104	83	83	97	90	90	96	93	93
5	236	62	149	149	83	116	116	90	103	103	93	98	98
6	0	149	46	46	116	81	81	103	92	92	98	95	95
7	184	46	115	115	81	98	98	92	95	95	95	95	95
8	101	115	108	108	98	103	103	95	99	99	95	97	97
9	18	108	63	63	103	83	83	99	91	91	97	94	94
10	207	63	135	135	83	109	109	91	100	100	94	97	97

Fonte: Adaptado de Slack et al. (1999).

O desequilíbrio entre a expectativa de cada elemento da cadeia e o observado, percebido através dos níveis de estoques ao longo da cadeia de suprimentos, pode ser causado pelo método de agregação de valor nos diferentes processos de negócio das companhias (SVENSSON, 2005). Cabe ressaltar que todos os processos de uma empresa estão ligados ao fato da agregação de valor. Os que não estão encontram-se numa marcha muito forte de terceirização. O fato é que uma forma de se agregar valor ao produto é manter a sua disponibilidade – por exemplo, manter produtos em estoque ou nas prateleiras de um supermercado, como forma de garantir de que o cliente sempre encontrará os produtos desejados, quando quiser.

Porém, a disponibilidade de um produto tem um custo. De acordo com Ballou (1998), o custo de manutenção anual de estoques está entre 20 e 40% do custo do produto. Ou seja, é um valor extremamente alto e que pode ser revertido em lucros para as empresas.

Os custos de estocagem ocasionados pelo efeito, em determinados períodos, e a falta de estoques para atender a demanda, em outros, tendem a ser distribuídos por toda a cadeia, o que pode tornar o produto não competitivo. A visão de conjunto, de compartilhamento de informações, inerente ao conceito da *SCM*, é oportuna para a eliminação do efeito chicote. Mais detalhes serão vistos na seção a seguir.

Dentre várias ações possíveis, nesse sentido, são percebidas algumas com mais clareza. Por exemplo, as empresas têm procurado postergar ao máximo a sua compra. Porém, isso poderia causar a falta de mercadorias nas prateleiras, caso não houvesse uma aproximação, operacional e estratégica, maior entre cliente e fornecedor. Então, o que se vê não é tanto um problema de variação de demanda, mas de política de custos e redução dos níveis de estoques, relacionados à relação entre os membros da cadeia de abastecimento.

## 4 As causas e propostas de solução

Visto o alto custo incorrido para as empresas devido aos estoques, e sendo o efeito chicote um dos resultados da variação destes, busca-se identificar as causas desse efeito.

Forrester (1961) identificou *lead times* grandes como um dos principais motivos. Johnson (1998) apresenta como motivos a falta de compartilhamento de informação, alinhamento de decisões, redução do *lead time* e o uso de uma previsão comum para os membros da cadeia. Chen et al. (2000a; 2000b) defendem a centralização de informações. Lee et al. (2004) citam quatro causas principais para o efeito chicote:

- Processamento da previsão de demanda;
- Jogo da escassez ou racionamento;
- O tamanho dos pedidos; e
- Flutuações de preços.

Cada uma dessas causas tem o poder de alimentar o efeito chicote e pode atuar em efeito combinado, como explicado a seguir.

### 4.1 Processamento da previsão de demanda

A previsão da demanda é um fator fundamental para definição da estratégia de estocagem e de produção, esta mais importante para empresas industriais e a primeira para empresas de distribuição e comerciais. Assim, quanto mais precisos forem os dados, menor a possibilidade de erros na previsão e melhor o seu desempenho financeiro. É importante ressaltar que a precisão dos dados não elimina totalmente a probabilidade de falhas na previsão, dependendo também do tratamento destas, como será visto a seguir. Até porque não é possível prever com total precisão o comportamento humano, que é o que define, em última instância, o consumo.

Normalmente a coleta de dados pode acontecer de várias maneiras. Uma delas é trabalhar com base na demanda passada (métodos baseados em séries temporais). Outra pode ser através da tentativa de captar os sinais de demanda vindos do mercado (métodos causais) (COELHO, 2009).

**Quadro 2.** Forças que tornam os estoques necessários.

Motivo do estoque	Tipo de estoque
Incertezas	Estoque de segurança
Produção/Transporte em lotes	Estoque de ciclo
Tempo de transporte	Estoque em trânsito
Tempo de processamento	Estoque em processo
Sazonalidade	Estoques sazonais
Variação na taxa de atividades	Estoque de antecipação
Outros	Estoques especulativos

Fonte: Robenson et al. (1994) apud Dias (2003).

Porém, o risco de utilizar qualquer um dos dois meios é muito grande, e é uma das causas fundamentais do desenvolvimento do efeito chicote na cadeia.

A única forma de conseguir precisão nesses dados é obtendo-os do ponto de consumo, ou que a previsão do cliente seja com base nesses dados. Porém, para que isso seja possível é necessário que exista um nível de informação e colaboração muito grande, além da confiança necessária entre os participantes da cadeia. Percebe-se que existem, aqui, aspectos ligados ao conceito de *SCM*.

Porém, segundo Lee et al. (2004), o simples fato de compartilhar a informação de demanda não é suficiente, pois cada componente da cadeia pode ter diferentes métodos de previsão. Essa diferença pode ser devido às estratégias da empresa e às técnicas de previsão, por exemplo. É preciso, então, que: ou todos pratiquem o mesmo modelo, ou que uma única empresa faça a previsão para todas as outras. Também há necessidade de uso de potentes *softwares* de gestão e compartilhamento de dados.

Lee et al. (2004) afirmam ainda que os *lead time* de pedidos longos contribuem para que ocorra o efeito chicote. Ou seja, é necessário então que esses ciclos de pedidos sejam reduzidos, de forma que o cliente possa se sentir mais seguro em relação à programação efetuada, evitando a sensação de falta de proteção quanto aos estoques.

#### 4.2 O jogo da escassez ou racionamento

Se um varejista considerar a possibilidade de uma escassez nos produtos de determinada empresa, é muito provável que ele aumente a quantidade de seus pedidos, como forma de garantir para si uma boa parcela da produção do fabricante. Isso fará com que o fabricante necessite tomar cuidado no momento de fazer a alocação de sua produção.

Seja por necessidade ou por estratégia, o racionamento de produtos para o mercado influencia na maneira como as empresas efetuam o pedido. Por exemplo, se for percebida uma demanda superior à oferta é bem provável que as empresas se previnam, fazendo pedidos maiores. Esses pedidos serão atendidos e elevarão os estoques dos clientes, que por sua vez não farão novos pedidos. Desta forma a indústria, que desta vez está prevenida para uma alta demanda, ficará com seus estoques acima do estabelecido.

É importante, portanto, que o fabricante se previna desse jogo, alertando os clientes de uma ilusória falta de produtos. Para isso, é preciso que a informação sobre os níveis de produção e estocagem sejam compartilhados. Da mesma forma, que os clientes compartilhem sua previsão de demanda.

#### 4.3 O tamanho do pedido

O tamanho do pedido é influenciado por dois fatores: o processo de revisão periódica do tamanho do lote e o alto custo de processamento de um pedido. O processo de

revisão periódica pode ser melhorado com o acesso aos dados do ponto de venda. Devido à falta de certeza do que ocorre no final da cadeia, o fabricante, muitas vezes, acaba por revisar o tamanho do lote a ser produzido ou os produtos nele contidos. Com o compartilhamento é possível determinar uma agenda de produção coerente com as necessidades do mercado.

Já o alto custo de processamento de um pedido faz com que os fornecedores influenciem seus clientes a comprar lotes maiores e a reduzir o número de compras, o que traz bastante variação ao nível de produção, na ocorrência do pedido. Esse custo de processamento é formado principalmente pelo custo de transporte e pelo desconto dado pelo setor de vendas. Ou seja, um cliente que comprar uma carga completa ganha mais desconto do comercial e paga um valor menor no frete.

O que pode ser feito nesse caso é o uso de transportadoras de cargas fracionadas ou operadores logísticos que, por serem especializados no serviço de distribuição, podem trabalhar com custos menores. Desta forma o cliente não seria obrigado a comprar grandes lotes para ratear os custos de transporte.

Quanto ao desconto sobre vendas, normalmente relacionado ao volume do negócio, pode ser oferecido com base no histórico de compras, facilmente apurado com os *softwares* atualmente utilizados. Assim, o cliente pode continuar tendo direito aos mesmos descontos, com um custo de transporte também idêntico, mas com um nível de serviço superior. Os reflexos serão lotes menores, com o lote de produção sofrendo menos variações e a empresa se tornando mais sensível às informações recebidas dos clientes. Isso porque os lotes serão mais constantes, ao contrário do que eram antes.

#### 4.4 Flutuações de preços

A política de preços utilizada por uma empresa influencia muito na forma como os clientes se comportam com relação aos pedidos. Se, por exemplo, existirem épocas em que ocorrem promoções, provavelmente a maioria dos pedidos será realizada nesse período. O que faz com que os estoques esvaziem e a produção fique com uma programação superior a sua capacidade, causando maiores custos de produção.

Uma solução seria o uso de uma política de preços baixos sempre, ao invés do uso de promoções. Essa proposta é baseada no fato de que, por mais que um preço baixo sempre possa reduzir os ganhos da empresa, ele a previne contra os custos oriundos da variação no tamanho dos lotes.

O Quadro 3 apresenta um resumo das quatro forças que causam o efeito chicote e a forma de agir sobre elas.

Tomando a proposta de Lee et al. (2004) como alicerce, pode-se propor um caminho para a solução de tudo isso, baseado em duas ações: compartilhar a informação e alinhar as estratégias.

Estão disponíveis no mercado diversos sistemas capazes de gerenciar os dados necessários e convertê-los em informações para todos os componentes da cadeia de suprimentos, com segurança e agilidade. Quanto à estratégia, é necessário que as empresas pensem na cadeia como um todo, e para isso é necessário que a estratégia aponte para um objetivo em comum.

De forma geral, vários autores abordaram o assunto. Dias (2003) apresenta um resumo, conforme o Quadro 4, com a solução sugerida por três autores, entre eles Lee et al. (1997), abordado neste trabalho na versão de 2004.

Dias (2003) propõe três ações para a eliminação das causas do efeito chicote já identificadas. As três ações sugeridas no Quadro 4 estão baseadas na melhoria do processo logístico, compartilhamento de informações e redução do efeito de políticas comerciais. Pode-se considerar que essas ações são também necessárias para o bom funcionamento de uma *SCM*.

A cooperação e coordenação entre as operações das empresas são necessárias para evitar ou minimizar a variabilidade do nível de estoque nas cadeias de suprimentos (SVENSSON, 2005). Essa afirmação pode ser confirmada

quando analisadas empresas montadoras de carros, por exemplo, onde estas e seus parceiros trabalham num modelo *Supply Chain Management*, o que contribui efetivamente para a redução dos níveis de estoques e a sua variabilidade, tornando o sistema mais ágil e flexível.

Assim como os quatro fatores apontados por Lee et al. (2004) são as causas principais para o efeito chicote, são neles que as empresas devem focar para que seja possível reduzi-lo. E isso pode ser feito através do compartilhamento de informações e alinhamento estratégico.

## 5 Simulação da cadeia de suprimentos

Analisa-se agora, com base numa simulação, se ao compartilhar a informação relacionada à demanda, a variabilidade, representada pelo efeito chicote, diminui na cadeia. Para isso verificou-se que é necessário desenvolver um índice que represente essa mudança. Ele deve mostrar se há variação entre a demanda e a produção e também deve servir de parâmetro para que seja possível verificar

**Quadro 3.** As causas e as medidas de contenção para o efeito chicote.

Causas	Fatores que contribuem	Medidas de contenção
Processamento da previsão de demanda	Falta de visibilidade da demanda final; Múltiplas previsões; Ciclos de pedidos longos.	Ter acesso a demanda final verdadeira; Planejamento único; Redução do tempo de ciclo de atendimento.
O jogo da escassez	Forma de racionamento proporcional; Ignorar as condições de suprimento; Pedidos irrestritos sem restrições de devolução.	Dividir a produção com base no histórico de vendas; Compartilhamento de informações sobre capacidade e suprimentos; Limitar a flexibilidade a partir de um determinado prazo, e reservar capacidade.
O tamanho do pedido	Alto custo de pedido; Economia de escala (cargas fechadas).	Uso de TI; Concessão dos mesmos descontos das cargas fechadas
Flutuações de preços	Alta e baixa de preços; Distribuição e compras não sincronizadas.	Preço baixo todo dia; Contratos de fornecimento.

Fonte: Adaptado de Lee et al. (2004).

**Quadro 4.** Indicações para redução do efeito chicote.

	Forrester (1958)	Lee et al. (1997)	Simchi-Levi et al. (2000)
Melhoria do processo logístico	Agilização do tratamento dos pedidos	Formação de lotes de compra e de produção	Redução do tempo de ressuprimento
Compartilhamento de informações	Melhoria na qualidade dos dados Ajuste dos estoques	Processamento das variações na demanda	Formação de parcerias estratégicas Redução da incerteza
Redução do efeito de políticas comerciais		Variações de preço Racionamento	Redução da variabilidade

Fonte: Dias (2003).

se em determinados elos o efeito chicote é maior do que em outros.

O índice desenvolvido é conseguido a partir da relação entre a produção efetiva de cada elo e sua demanda efetiva. Ou seja, a produção efetiva é o que cada elo tornou disponível para que seja vendido, enquanto que a demanda efetiva é o que o seu cliente comprou. Utiliza-se o termo “efetivo” devido ao fato de ser possível considerar a previsão de demanda ou planejamento de produção ou compras, conforme mencionado nos capítulos anteriores (Equação 1).

$$IEC = \frac{DE}{PE} \quad (1)$$

em que:

IEC – Índice do Efeito Chicote;

DE – Demanda Efetiva; e

PE – Produção Efetiva.

Uma cadeia de suprimentos sem ou com pouco efeito chicote é aquela em que o IEC é 1,00 ou muito próximo disso. Se o índice for maior que 1,00, mostra que houve mais demanda do que produtos fabricados, tendo faltado mercadoria. Se o índice estiver menor do que a unidade, indica que houve produção acima do requerido pelo mercado, criando estoques em excesso, algo não desejado nas empresas atualmente. Com esse número pretende-se medir o quanto a produção se afasta da demanda conforme o elo se distancia do mercado consumidor.

Para dar base a este cálculo foi utilizado um simulador. Criado pelo Grupo de Estudos Logísticos (GELOG), do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, ele possibilita representar o fluxo de materiais e informações resultante da interação entre as empresas clientes e fornecedoras.

O objetivo do simulador é representar uma cadeia de suprimentos no ramo têxtil, onde são produzidas calças. Essa cadeia é composta, basicamente, pelos elos apresentados na Figura 2.

A simulação foi realizada pelo GELOG com mais de 25 grupos de acadêmicos e profissionais. Os grupos eram divididos em quatro equipes, onde cada uma assumia um

dos elos da cadeia. Cada equipe jogava dentro de dois diferentes contextos. No primeiro caso, o único elo com informação da demanda do “Varejo” era a “Fábrica de Acabamento”. Dessa forma o pedido realizado por esse elo era o que definia a demanda para o seu fornecedor, a “Fábrica de Corte/Costura” e assim sucessivamente. No segundo contexto todos os componentes possuíam a informação da demanda prevista para o varejo.

Os pedidos não entregues em uma rodada acumulavam para a seguinte. Uma vez que exista estoque disponível, o envio é feito, não sendo possível reter produtos e não atender à demanda. Outras situações relacionadas à gestão ou à política de estoques ficaram a critério de cada equipe.

Os valores obtidos em todas as simulações encontram-se listados no Anexo A.

Com base nos conceitos e soluções apresentados nos capítulos anteriores, na simulação acima, conforme a informação da demanda estiver sendo transferida para os elos mais distantes do mercado, maior deverá ser o impacto do efeito chicote. Isso realmente ocorreu, e pode ser observado no Quadro 5.

A leitura do quadro deve ser feita da direita para esquerda, seguindo a mesma direção da cadeia, representada pela Figura 2. Percebe-se que o Acabamento, primeiro elo após o Varejo, teve uma variação com pico de 2,65 e mínimo de 0,68 num contexto em que não havia informação sobre a demanda do Varejo. Quando houve disponibilidade de informação da demanda do mercado consumidor, esses números mudaram para 1,54 e 0,74 respectivamente, mostrando-se mais próximos de 1,00, indicando menor presença do efeito chicote.

Esse elo está informado sobre a demanda do Varejo. Porém, o que o impede de ter melhores desempenhos é o fato de a cadeia não estar conseguindo atender a sua necessidade, pois as estratégias de produção não estão alinhadas. Assim, mesmo com a informação disponível, no primeiro contexto, ele depende de uma cadeia que não dispõe das mesmas condições.

O elo de Corte/Costura sofreu uma variação maior. Chegou, no caso da não existência de informação, a 4,29 de máximo e 0,50 de mínimo. Os indicadores melhoraram

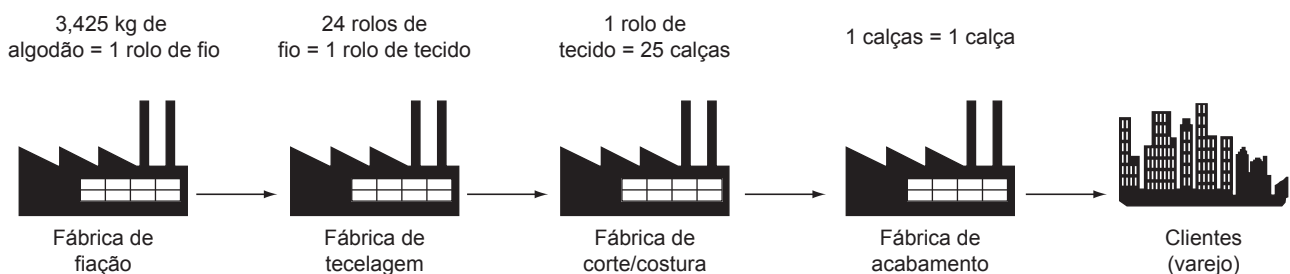


Figura 2. Representação da cadeia de suprimentos da indústria de calças. Fonte: Grupo (2007).

**Quadro 5.** Comportamento do IEC conforme se afastava do varejo.

	Fiação		Tecelagem		Corte/Costura		Acabamento	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Sem informação	0,27	3,58	0,15	4,00	0,50	4,29	0,68	2,65
Com informação	0,31	2,82	0,37	3,50	0,77	1,64	0,74	1,54

significativamente quando houve compartilhamento da informação: 1,64 de máximo e 0,77 de mínimo. Com esses índices pode-se dizer que no caso de um IEC de 4,29 a empresa fornecedora conseguiu somente atender a 25% da demanda, ou seja, para cada 4,29 itens que o mercado necessitava no período foi lhe fornecido apenas 1. E isso melhorou significativamente quando a informação foi compartilhada, pois o desequilíbrio se reduziu a um IEC de 1,64.

O mesmo raciocínio deve ser aplicado aos elos da Tecelagem e Fiação. Mas merece destaque o fato de que os valores máximos e mínimos tendem a ser mais díspares de 1,00 à medida que o elo está mais distante do mercado consumidor, como se estudou nas seções anteriores.

Para ajudar na visualização do Quadro 5, optou-se por construir os gráficos *boxplot* para cada elo. O gráfico *boxplot* pode ser usado para comparar distribuições de dados que, nesse caso, contribuem para a visualização dos extremos. Ou seja, irá representar como esses dados se comportam em relação ao índice desejado – 1,00.

O conjunto de gráficos para todos os elos está mostrado na Figura 3. São comparados os elos nas etapas em que não houve compartilhamento de informação e depois naquela em que houve tal compartilhamento.

As linhas horizontais indicam:

- linha horizontal mais baixa: 1º quartil (Q1) – 25% dos dados estão abaixo desta linha ou são iguais a ela;
- linha horizontal do meio: mediana – metade das observações está abaixo desta linha ou são iguais a ela;
- linha horizontal superior: 3º quartil (Q3) – 75% dos dados estão abaixo desta linha ou são iguais a ela.

As linhas verticais indicarão os valores máximos e mínimos, desde que dentro do intervalo  $Q3 + 1,5(Q3-Q1)$  para o limite superior e  $Q1 - 1,5(Q3-Q1)$  para os limites superior e inferior, respectivamente. Os gráficos individuais estão mostrados na Figura 3 abaixo.

Os asteriscos num gráfico *boxplot* indicam *outliers*, ou dados fora dos padrões estatísticos, pontos extremos, além dos limites calculados anteriormente para as linhas verticais.

Ficam evidentes duas constatações, já esperadas, se observada a teoria apresentada:

- A segunda etapa, referente àquela em que há compartilhamento da informação sobre a demanda, teve, em todos os elos, valores melhores do índice, ou seja, os valores são menos distantes de 1,00, apesar de o elo Tecelagem ter apresentado uma melhoria menor que a dos outros elementos;
- Os elos mais próximos do mercado consumidor, como a Fábrica de Acabamento dessa simulação, apresentaram menor variação, tendo seus valores extremos mais próximos da unidade do que os elos mais afastados do mercado, Fiação e Tecelagem nesse caso.

Dessa forma, embora a simulação não represente todas as restrições de uma cadeia de suprimentos real, a interação entre os participantes e a necessidade de compartilhar informação, como forma de diminuir a presença do efeito chicote, se mostraram condizentes com a bibliografia apresentada. É, portanto, necessário que se estudem formas de melhorar essa troca de informações, pois, como também pôde ser visto, a simples comunicação entre os participantes não elimina completamente o efeito.

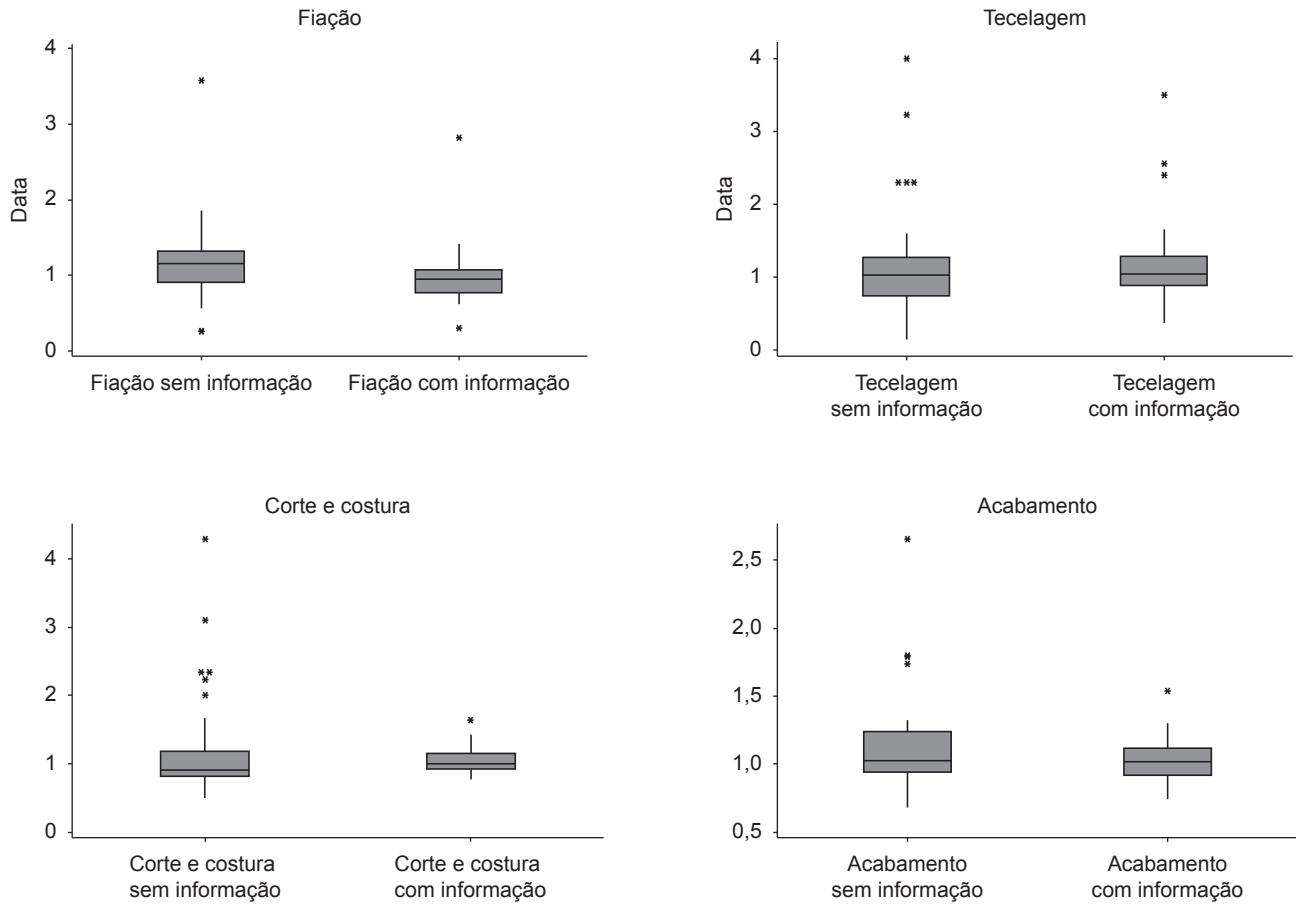
## 6 Conclusão

O compartilhamento de informações, como foi proposto, pode reduzir o impacto do efeito chicote, o que foi possível visualizar através do IEC. É perceptível, porém, que somente o compartilhamento, puro e simples como realizado na simulação, não é suficiente, pois ainda restam muitas discrepâncias em termos de demanda e oferta. O resultado seria, portanto, mais efetivo se a troca de dados estivesse alinhada com as estratégias das empresas e de toda cadeia. Ou seja, mais do que trocar dados sobre números de itens vendidos, trocar também informações estratégicas.

O alinhamento das estratégias, com base na percepção de valor do cliente, faz-se necessário, uma vez que ele possibilitará o uso da própria TI, que pode tornar o compartilhamento de informações mais eficaz. Essa atitude só se torna viável se a governança da cadeia de abastecimento se mostrar forte o suficiente para alinhar as percepções de todos os seus atores para o mesmo objetivo.

É, portanto, visível que o problema do efeito chicote não será sanado com uma única ação. O desenvolvimento





**Figura 3.** Gráficos *boxplot* para os elos da cadeia, com e sem informação compartilhada de demanda (note que a escala do elo Acabamento é maior para facilitar a correta visualização dos dados). Fonte: Própria.

de competências por todos os elos da cadeia é que irá desencadear o sucesso sinérgico. É necessário que todos estejam comprometidos em compartilhar informações, dispostos a gerenciar e serem gerenciados, dentro do conceito de *SCM*.

Fala-se isso porque é comum a insegurança de se passar uma informação para um fornecedor que pode ser, também, o fornecedor de um concorrente. Visa-se um ideal, que para algumas empresas pode estar mais próximo do que para outras, e que precisa ser almejado, planejado e posto em prática para que seja alcançado.

Percebe-se que as ações relacionadas à gestão da cadeia de abastecimento têm servido como antídoto para muitos paradigmas existentes nas empresas. Nesse caso específico,

em que foi tratado sobre o efeito chicote, identificadas suas causas e propostas as possíveis soluções, pôde ser visto que a integração entre empresas fornecedoras e clientes, até os extremos da cadeia, pode ser útil e necessária.

Sabendo-se que o efeito chicote é uma representação real da variabilidade no tamanho dos pedidos e, conseqüentemente, tem forte influência nos níveis de estoques e na capacidade de produção das indústrias, é necessário que se olhe as estratégias ligadas à gestão desses fluxos. Ou seja, sabendo-se que não se pode eliminar o efeito chicote somente com o compartilhamento das informações e que é possível que o entendimento da estratégia dos parceiros possa contribuir para tal, deve-se considerar o fato da integração estratégica das empresas como necessário.

## The bullwhip effect in the supply chain – indicator proposal

### Abstract

The objective of this paper is to emphasize the importance of sharing data in a supply chain, as a strategy to reduce the bullwhip effect. To achieve this effect, its causes, the ways it shows itself and the means to avoid it are presented. In order to facilitate the understanding about the damages caused by its influence, a hypothetical scenario is suggested, in which the components of a supply chain try to align its offer to its demand. Next, based on a bibliographical research, the solution – the strategic alignment and the information sharing – are shown, thus creating the synergy needed for developing competitive advantage for the company and/or for the chain. Finally, to support this solution, we created an indicator based on a supply chain, simulated several times in the classroom using software, which demonstrated the positive effects of sharing data.

**Keywords:** Bullwhip effect. Supply chain management. Competitive advantage. Bullwhip effect indicator.

### Referências bibliográficas

- BALLOU, R. H. **Logística empresarial**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- BALLOU, R. H. **Business logistics management: planning, organizing, and controlling the supply chain**. 4 ed. Londres: Prentice Hall, 1998.
- CHEN, F. et al. Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead time, and information. **Manage Science**, v. 46, n. 3, p. 436-443, 2000a.
- CHEN, F.; RYAN, J. K.; SIMCHI-LEVI, D. The impact of exponential smoothing forecasts on the bullwhip effect. **Naval Research Logistics (NRL)**, v. 47, n. 4, p. 269–286, 2000b.
- COELHO, L. C. **Logística e previsão de demanda: uma questão de controle de estoques**. 2009. Disponível em: <<http://inbrasc.org.br/itemBiblioteca.aspx?id=581>>. Acesso em: 15 Outubro 2009.
- DIAS, G. P. P. **Gestão dos estoques numa cadeia de distribuição com sistema de reposição automática e ambiente colaborativo**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP.
- EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.
- FORRESTER, J. **Industrial Dynamics**. New York: MIT Press e John Wiley & Sons, Inc., 1961.
- FORRESTER, J. Industrial Dynamics. **Harvard Business Review**, n. 36, Julho – Agosto 1958.
- GRUPO de Estudos Logísticos - GELOG. Santa Catarina: Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <<http://www.gelog.ufsc.br/joomla/>>.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- JOHNSON, M. E. Giving them what they want. **Management Review**, v. 87, n. 10, p. 62–67, 1998.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. **Management Science**, v. 43, n. 4, p. 546-558, 1997.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. **Management Science**, v. 50, n. 12, Dezembro 2004.
- LIN, C.; LIN, Y. T. Mitigating the bullwhip effect by reducing demand variance in the supply chain. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 28, p. 328–336, 2006.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. S. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis, 2001.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SVENSSON, G. The multiple facets of the bullwhip effect: refined and re-defined. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, n. 35, Setembro/Outubro 2005.
- WARBURTON, R. D. H. An analytical investigation of the bullwhip effect. **Production and Operations Management**, v. 13, n. 2, p. 150-160, 2004.

---

### *Sobre os autores*

---

**Leandro Callegari Coelho**

Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport – CIRRELT, HEC Montréal  
Montréal – QC, Canadá  
e-mail: leandrocc@gmail.com

**Neimar Follmann**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Campus Universitário  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis – SC, Brasil  
e-mail: neimarfollmann@gmail.com

**Carlos Manuel Taboada Rodriguez**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Campus Universitário  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Florianópolis – SC, Brasil  
e-mail: taboada@deps.ufsc.br

**Agradecimentos:** Os autores Leandro Callegari Coelho e Neimar Follmann agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida durante parte da realização deste trabalho. O autor Neimar Follmann agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida durante parte da realização deste trabalho. O autor Leandro Callegari Coelho agradece à HEC Montréal pelo apoio financeiro concedido.

Recebido em 24/11/2008  
Aceito em 16/11/2009

### Anexo A – Valores de cada elo nas simulações da Cadeia de Suprimentos têxtil

Elo: acabamento				Elo: corte e costura			
Sem compartilhamento de informações		Com compartilhamento de informações		Sem compartilhamento de informações		Com compartilhamento de informações	
Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva
11719	11000	11392	12000	12000	13500	13000	14000
13317	11000	12177	15000	12000	13500	15000	12500
13108	11000	13661	11000	12000	13400	9500	10000
10563	11000	10875	10500	12000	12500	11000	9000
10791	11500	10191	11000	12000	14400	11000	14050
15357	13550	14946	12750	15500	12500	12400	10000
12590	4750	13007	13400	7000	14000	10350	9000
9808	10780	9009	9800	14000	6000	9750	9000
14060	10620	15400	10000	11000	12000	13785	13025
13012	13000	10791	12400	7000	14000	13000	12886
9808	10780	12614	11277	14000	6000	9372	12209
14060	10620	12871	11823	11000	12000	7900	5518
13012	13000	11001	10100	9000	13000	8000	7375
9658	9400	14537	14770	6000	1400	13428	14400
12798	13000	12590	14500	10000	12000	13474	13500
12528	7000	10087	7800	10000	6000	10946	11000
10910	14400	9881	10780	15400	14400	10946	8750
12250	12500	13799	13886	15400	6875	14785	14400
12765	7110	12367	12177	7000	6250	13163	13163
9002	8915	10053	9868	10000	5000	10664	10650
9481	9261	10987	12300	7500	14400	10664	12050
14996	12639	13110	11600	13200	4250	13604	14000
13494	12150	13677	13000	11000	13875	10500	13600
10423	11000	9987	10104	9000	8500	8500	7500
9843	14400	10200	13779	15400	14200	14000	14000
13237	10000	14331	11030	9500	11650	9000	11500
12601	10500	13508	12047	8000	9150	9000	5500
9843	14400			15400	14200		
13237	10000			9500	11650		
12601	10500			8000	9150		
9842	12100			13000	13500		
13164	14200			12100	12500		
13539	7806			4386	7500		
9255	9780						

## Anexo A. Continuação...

Elo: fiação				Elo: tecelagem			
Sem compartilhamento de informações		Com compartilhamento de informações		Sem compartilhamento de informações		Com compartilhamento de informações	
Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva	Demanda efetiva	Produção efetiva
12500	11500	8212	10004	520	500	550	492
12500	11500	8918	10258	520	500	500	372
12500	10764	12110	12110	520	492	450	416
12500	10481	12800	9040	520	463	450	505
13680	11100	2800	9128	500	567	500	530
11040	11919	8000	12099	530	520	350	413
4000	14800	8000	2233	174	460	300	117
13820	7400	9500	12000	460	200	350	300
13680	11100	6800	11000	530	520	521	500
11040	11919	14165	14000	174	460	596	360
4000	14800	9000	9000	460	200	548	386
13820	7400	11000	13140	424	380	464	520
12000	10000	13300	10360	310	468	406	330
12000	4250	7400	10500	275	550	79	520
7400	8000	10510	8509	575	250	350	100
13200	9460	9750	9755	800	200	700	540
6000	10639	13150	13133	1000	310	700	440
4800	7400	13000	13144	600	545	500	410
11350	10500	11190	10500	160	438	400	550
13500	10000	10461	12811	450	280	527	527
9800	5720	13085	11500	400	479	426	407
7400	13080	13200	12000	550	430	507	500
13625	10500	9720	12800	350	470	482	550
9000	12519	10776	14800	550	430	540	547
13000	14200	11270	11840	350	470	380	403
13799	10000	7400	5920	530	565	350	400
13625	10500	9000	12188	350	433	350	320
9000	12519	11000	11701	308	554	500	492
13000	14200	10500	12620			350	400
13799	10000					300	440
11800	9360					480	200
12000	12440						
14800	12800						

Fonte: GELOG – Grupo de Estudos Logísticos (GRUPO, 2007).