

GERENCIAMENTO E IMPACTOS DO COMPARTILHAMENTO DA PREVISÃO DE DEMANDA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Francielly Hedler Staudt (UFSC)

franhedler@gmail.com

Leonardo Augusto do Santos Vieira 0.0 (UFSC)

leonardo.asv@gmail.com

Carlos Manuel Taboada Rodriguez (UFSC)

taboada@deps.ufsc.br

Mirian Buss Goncalves (UFSC)

mirianbuss@brturbo.com



Limitações no fluxo de informações refletem-se ao longo da cadeia de abastecimento através da diminuição do tempo de resposta, variações na demanda e aumento de estoques ao longo da cadeia. Este trabalho avalia quantitativamente o comportamento do compartilhamento da previsão de demanda na variabilidade dos pedidos utilizando dados reais de uma cadeia de leite fermentado. Realizaram-se duas simulações: uma compartilha a previsão de demanda e informações de vendas entre os membros da cadeia de suprimentos e a outra desconsidera esse compartilhamento. O desempenho das empresas simuladas foi mensurado pelo efeito chicote, que obteve uma redução de 38% entre a simulação sem compartilhamento e a com compartilhamento.

Palavras-chaves: Previsão de demanda, planejamento colaborativo, cadeia de suprimentos, simulação

1. Introdução

O gerenciamento da cadeia de suprimentos consiste em empresas colaborando para alavancar o posicionamento estratégico e melhorar a eficiência das operações (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2002). Diante disso, o fluxo de informações demonstra-se parte essencial da cadeia de suprimentos (MENTZER et al., 2001) e do gerenciamento desta (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006). Na intensa troca de dados que ocorre entre empresas de uma cadeia, o desafio inicial está no compartilhamento de informações estratégicas para, num estágio posterior, ocorrer o planejamento conjunto das estratégias.

Tradicionalmente, o padrão de relacionamento entre clientes e fornecedores nas cadeias de suprimentos caracteriza-se por um comportamento individualista, e muitas vezes conflituoso, onde cada empresa foca a atenção nas suas próprias atividades, planejando e executando suas operações de forma isolada e não cooperativa (POHLMANN; PEREIRA; CASSEL, 2009). Uma das conseqüências negativas da negligência do compartilhamento de informações através da cadeia revela-se pelo efeito chicote (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006; LEE PADMANABHAN; WHANG, 1997). Dentre os responsáveis pela falta de informações estão, de acordo com Lee, Padmanabhan e Whang (1997), as inúmeras previsões de demanda realizadas ao longo da cadeia.

Para combater este problema surge o planejamento colaborativo da demanda, definido por Ferreira (2006) como as diferentes formas de cooperação interdepartamental e entre empresas de uma cadeia de suprimentos, por meio da troca intensiva de informações, a fim de aumentar a eficiência do processo e das decisões relacionadas ao atendimento da demanda.

Neste contexto, o presente trabalho demonstra a relevância do compartilhamento da previsão de demanda para a efetividade das operações da cadeia. O objetivo deste artigo é avaliar os impactos do planejamento colaborativo da previsão de demanda na variabilidade dos pedidos ao longo da cadeia. Para tanto se simulou uma cadeia de suprimentos em dois cenários: no primeiro cada elo possui um método de previsão de demanda independente, não há comunicação entre as empresas e o conhecimento da demanda final se restringe ao varejista; no segundo cenário simulou-se o alinhamento das previsões de demanda e todos os elos foram informados sobre a demanda do cliente final. O simulador foi desenvolvido com o uso do MSEXCEL a partir de informações de custos e taxas de transformação de três empresas que compõem uma cadeia de suprimentos de leite fermentado: cooperativa (produtora de leite), indústria de laticínios (transforma o leite em leite fermentado) e varejista. Para mensurar os efeitos do compartilhamento de informações, calculou-se o efeito chicote entre os elos em cada cenário.

Este artigo está estruturado como segue. Após esta introdução, na seção 2 apresenta-se o referencial teórico sobre previsão colaborativa, com suas características e benefícios. Na seção 3 demonstram-se as características da cadeia de suprimentos simulada, a incorporação dos dados reais das empresas e as formas de previsão de demanda. Os resultados são descritos na seção 4 e as considerações finais aparecem na seção 5, juntamente com sugestões para futuras pesquisas.

2. Previsão Colaborativa da Demanda

A gestão da cadeia de suprimentos objetiva alinhar e sincronizar as atividades de produção, transporte e armazenamento, a fim de reduzir custos, minimizar tempos e maximizar o valor percebido pelo cliente (PACHECO; SILVA, 2003). Entretanto, uma vez que existe diferença entre o fornecimento, a demanda e de tempo entre o início da produção de um produto e sua disponibilização para os consumidores, as empresas devem recorrer à previsão de demanda para antecipar o comportamento do mercado e permitir que seus consumidores encontrem seus produtos no momento em que desejarem. (DIAS, 2004)

Ocorrem situações, de acordo com Christopher (2007), em que parte da cadeia é orientada por pedidos fixos e o restante se apóia na previsão de vendas para programar sua produção. O autor define o encontro da demanda real com a demanda planejada na cadeia como o ponto de penetração da demanda, destacando que quanto mais à montante estiver localizado, mais o sistema logístico torna-se responsivo à demanda real.

Porém, as empresas normalmente vêm somente os pedidos de seus respectivos clientes. Estudos que estimulam a parceria entre empresas, segundo Campos, Stamford e Campos (2002), têm como principal benefício a redução de estoques em todos os elos, a partir do conhecimento da demanda final. Aviv (2007), contudo, descreve que somente compartilhar informações da demanda final deixa lacunas no processo. O autor sugere, assim, a concepção de um ambiente rico em informações que incluem qualquer tipo de dados além de vendas passadas (ex: planos promocionais), que podem ser correlacionadas com a demanda futura. Para Lee, Padmanabhan e Whang (2004) o simples fato de compartilhar a informação de demanda não é suficiente para eliminar os impactos da variação da demanda na cadeia produtiva (denominado efeito chicote), pois cada componente da cadeia pode ter diferentes métodos de previsão. É necessário, então, que ou todos pratiquem o mesmo modelo de previsão, ou uma única empresa faça a previsão para todas as outras.

A partir desta necessidade, o compartilhamento da previsão de demanda tem sido visto como um elemento chave na coordenação da cadeia de suprimentos (CACHON; LARIVIERE, 2001 *apud* REN et al., 2003). Por isso, sistemas de gestão colaborativa de demanda (CPFR – *Collaborative Planning Forecasting and Replenishment*), envolvendo toda a cadeia com fluxos de informações integradas, revisões periódicas do comportamento da demanda em eventos de S&OP (*Sales and Operations Planning*) e, estoques gerenciados pelos fornecedores (VMI – *Vendor Management Inventory*), são alternativas que vêm recebendo atenção já que cada vez mais podem ser úteis para empresas de qualquer segmento ou porte. O tema compartilhamento de informações e estratégias na cadeia de suprimentos tem sido amplamente abordado na literatura. Coelho, Follmann e Rodriguez (2009) simularam uma cadeia de suprimentos têxtil com e sem compartilhamento da demanda final e concluíram que todos os elos da cadeia tiveram melhores resultados após todas as empresas conhecerem a demanda final.

Antônio e Pires (2005) realizaram uma análise da gestão da demanda na cadeia de suprimentos utilizando dados simulados em uma cadeia fictícia. Os resultados demonstraram que o número de ordens não atendidas da primeira simulação sem compartilhamento de informações para a segunda com compartilhamento reduziu em 90%.

Estudos mais avançados, como o de Aviv (2001), modelam os efeitos da previsão colaborativa no desempenho da cadeia de suprimentos. Este autor propôs um modelo para quantificar os estoques e o desempenho em serviços de uma cadeia de suprimentos em que as previsões são atualizadas de forma dinâmica em mais de um local no sistema. Utilizando este modelo, Aviv (2001) estudou os potenciais benefícios que a cadeia pode ganhar através da previsão colaborativa e da coordenação dos processos renovados ao longo da cadeia. Diversos trabalhos analisam dificuldades e desafios em cadeias de suprimentos reais quanto ao compartilhamento das previsões, como o trabalho de Ren et al. (2003) na cadeia de suprimentos produtora de máquinas que fabricam semicondutores. Tanto pelo longo tempo de produção de cada máquina, quanto pela alta customização da tecnologia e volatilidade do mercado, fornecedores e compradores rotineiramente compartilham as previsões sobre as futuras necessidades de aquisição de equipamentos. A pesquisa dos autores verificou que a previsão acima da necessidade e as mudanças na quantidade prevista aumentam o tempo de produção do pedido, pois reduzem a confiança dos fornecedores.

Smâros (2007) observou os projetos de previsão colaborativa de quatro indústrias com um varejista do setor alimentício da Europa, sendo o objetivo identificar e entender os fatores que tornam factíveis o processo. Os resultados do estudo apresentaram quatro principais conclusões: (a) o investimento em tecnologia de colaboração não é um obstáculo para a colaboração de larga escala; (b) a capacidade limitada de previsão do varejo é o principal obstáculo para a implantação da previsão colaborativa; (c) devido aos diferentes horizontes de planejamento e níveis de agregação, varejistas e manufatura tem diferentes necessidades em termos de previsão e colaboração; (d) longos intervalos de produção e falta de integração interna são dificuldades para a manufatura utilizar de forma eficiente a informação da previsão obtida pelas relações de colaboração.

Taylor e Fearn (2009) destacaram os problemas no gerenciamento da demanda na cadeia de valor de produtos frescos do Reino Unido. Avaliou-se a variação da demanda em cada elo da cadeia em seis estudos de casos, com ênfase nos produtores primários. As conclusões destacam a necessidade de integrar esta parte da cadeia para que a escala de produção, gerenciamento dos estoques e as operações de distribuição se tornem mais efetivas. Segundo os autores, uma das maiores dificuldades encontradas pela cadeia foi o atendimento da demanda em ocasiões de variação causada por promoções.

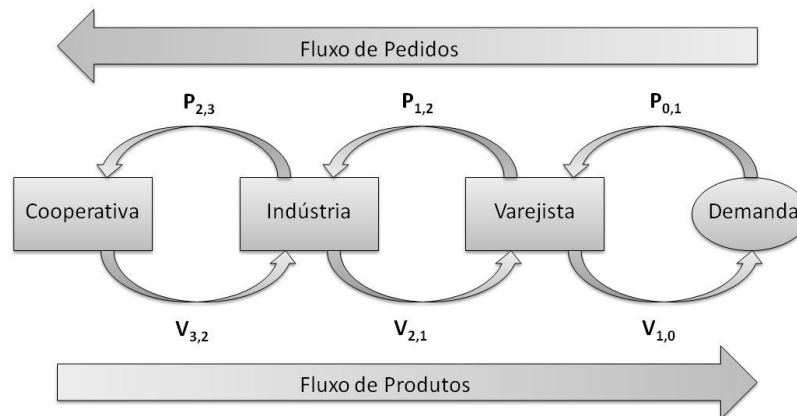
Verifica-se, dentro da bibliografia pesquisada, uma lacuna na determinação quantitativa dos benefícios do compartilhamento da previsão de demanda, principalmente na cadeia alimentícia. Este trabalho procura contribuir na avaliação dos efeitos do compartilhamento de previsões mensurando quantitativamente a variabilidade dos pedidos no escopo de uma simulação com dados reais de uma cadeia produtora de leite fermentado. O ramo alimentício possui inúmeras dificuldades de integração por abranger desde o produtor rural, com pouca ou nenhuma estrutura, até o varejista, que precisa gerenciar milhares de SKU's (unidades de estoque) e diversos fornecedores. Assim, desenvolveu-se um simulador que aplicou a realidade da cadeia de suprimentos original para mensurar o efeito chicote antes e depois do compartilhamento da previsão de demanda ao longo da cadeia produtiva.

3. Simulação da Cadeia de Laticínios

3.1. Conceitos gerais do Simulador

A simulação foi realizada com base em uma cadeia de abastecimento de laticínios, que produz e distribui leite fermentado, composta por três empresas: uma cooperativa, uma indústria de laticínios e um varejista. Foram coletados dados reais de custos de produção, vendas, estoques e taxas de transformação, para conhecer, assim, a dinâmica de funcionamento da cadeia que se reproduziu no simulador. Exceto os dados da cooperativa, que foram retirados do relatório ANUALPEC 2009 (AGRAFNP, 2009, p. 199), os demais dados foram obtidos diretamente com as empresas.

O produto escolhido, leite fermentado, é um alimento obtido através da fermentação láctea. Para a sua produção, a cooperativa produz o leite de matrizes (fêmea bovina produtora de leite) e o envia para a empresa de laticínios, que transforma o insumo em produto final. Posteriormente, o leite fermentado devidamente embalado sai pronto para consumo da indústria para as lojas conveniadas do varejista. A figura 1 ilustra os elos da cadeia e a dinâmica das informações e produtos: a demanda, o varejista, a indústria e a cooperativa correspondem aos elos 0, 1, 2 e 3, respectivamente. Portanto, $P_{0,1}$ representa o pedido da demanda ao varejista, e assim sucessivamente. Já $V_{3,2}$ representa a venda da cooperativa para a indústria no mesmo período.



Fonte: Os autores

Figura 1 – Fluxograma de informações e materiais na cadeia do leite fermentado

A simulação ocorre em dois cenários distintos com dez períodos cada. Cada período representa uma semana de venda do varejista. A cada rodada/período os decisores precisam definir a quantidade a produzir e quantia de matéria prima a comprar. Para auxiliar nas deliberações, nos dois cenários simulados disponibilizou-se um histórico da demanda juntamente com a aplicação de um método de previsão (detalhado posteriormente). Além disso, todos os custos envolvidos com a produção, estocagem e venda dos produtos são demonstrados. Após cada período, um relatório financeiro apresenta a situação da empresa. Não está contemplado no simulador o *lead time* de entrega de produtos e de produção. Portanto, a partir do momento que foi determinada a quantidade a produzir, o produto acabado é disponibilizado no estoque de produto acabado (PA) - caso este possua capacidade suficiente para armazenar todos os produtos. Considera-se que o tempo de ressuprimento dura apenas um período (o pedido feito no período 1 chegará no período 2), caso a empresa requisitada possua itens suficientes em estoque para atender a demanda. Se o pedido realizado pela empresa a jusante ao seu fornecedor for maior do que o fornecedor tem possibilidade de prover, o pedido encerra no mesmo período e a quantidade insuficiente é computada como custo de vendas perdidas.

Toda a simulação foi elaborada em MSEXCEL por meio de quatro planilhas vinculadas, representando cada uma delas um elo da cadeia (figura 1). Para viabilizar a simulação, tomadores de decisão operaram cada um dos elos (planilhas) da cadeia, buscando representar a variabilidade das decisões humanas. Os decisores, graduandos em engenharia e administração, não se comunicaram durante toda a simulação, restringindo as informações disponíveis apenas àquelas dispostas na respectiva planilha do elo.

3.2. Cenários

No primeiro cenário (simulação 1), cada instituição toma decisões somente com as informações locais, sem o compartilhamento de informações. Cada empresa possui um método de previsão de demanda distinto e definido pelos autores deste trabalho, conforme apresentado no item 3.4. A partir desta previsão e dos pedidos dos clientes, os decisores se adequam às necessidades da cadeia a fim de obter os melhores resultados financeiros para a sua empresa.

A planilha da empresa Cooperativa, apresentada na figura 2, demonstra a interface do simulador. As células em branco referentes às linhas “Qtde de Matrizes que deseja comprar” e “Qtde de Matrizes que deseja vender” são as deliberações que o decisor deve tomar a cada rodada. Para a indústria de laticínios, as decisões se referem à quantidade a produzir e à quantidade de matéria prima a ser comprada. Já o varejista precisa definir a quantidade de

produtos que deseja comprar para colocar em estoque no armazém e a quantidade que irá deixar a disposição do cliente na gôndola da loja.

No segundo cenário (simulação 2) compartilha-se a previsão de demanda. Nesta fase todos os elos possuem a informação de vendas do cliente final e realizam a previsão colaborativa da demanda. Esta se caracteriza pela utilização do mesmo método de previsão de demanda para todos os elos. As decisões a serem tomadas são as mesmas da simulação 1.

Cooperativa

PRODUÇÃO	Unidade	Período 1	Período 2
Produção	Litros de Leite	1470	1470
Tamanho do Rebanho	Número de Matrizes	105	105
Tamanho do Pasto (Fazenda)	HA	96,6	96,6
Qtde de Matriz que deseja comprar	Número de Matrizes		
Qtde de Matriz que deseja vender	Número de Matrizes		1
Quantidade Vendida	Litros de Leite	1470	1305,6
Falta de produto	Litros de Leite	130	0
Previsão de demanda	Litros de Leite	1285	1600
Demanda Efetiva	Litros de Leite	1600	1305,6

RELATORIO FINANCEIRO			
Custo de Producao	UM	358,53	358,53
Desperdícios	UM	27,49	140,93
Custo de Estoque de Materia Prima	UM	82,57	82,57
Custo de Compra/Venda de matrizes	UM	-	1.500,00
Custo da Materia Prima	UM	657,68	657,68
Custo de Vendas Perdidas	UM	100,10	-
Receita de Vendas	UM	1.131,90	1.005,31
Custo Total	UM	1.226,37	260,30
Resultado Operacional	UM	- 94,47	1.265,61



Fonte: Os autores

Figura 2 – Interface do simulador – Cooperativa

3.3. Parâmetros do Simulador

3.3.1. Taxas de transformação

As capacidades do sistema (capacidade produção, capacidade máxima do estoque de matéria prima (MP) e capacidade máxima do estoque de produto acabado (PA)) foram dimensionadas a partir do histórico de vendas do produto final de todas as lojas da rede varejista.

A dinâmica dos sub-produtos entre os elos ocorrem da seguinte forma: as matrizes consomem a mesma quantidade todos os dias de pasto e suplementos, a fim de produzir 14 litros de leite por dia, por animal. A produção da cooperativa (em litros) chega como insumo à indústria. A partir de um litro de leite, produz-se 2,5 pacotes de 480 ml de leite fermentado. Os pacotes de leite fermentado são vendidos ao varejista em caixas contendo 8 pacotes. Estes fardos são novamente desfeitos pelo varejista que oferece os pacotes de 480 ml (SKU final) ao consumidor.

3.3.2. Custos

Cada empresa possui custos associados à produção dos produtos (custos de produção fixos e variáveis), custos de armazenagem (MP e PA), custos de estoques (MP e PA), custos de matérias primas (valor de aquisição), custos de ineficiências e com vendas perdidas. Todos estes custos são mensurados através da unidade monetária (UM).

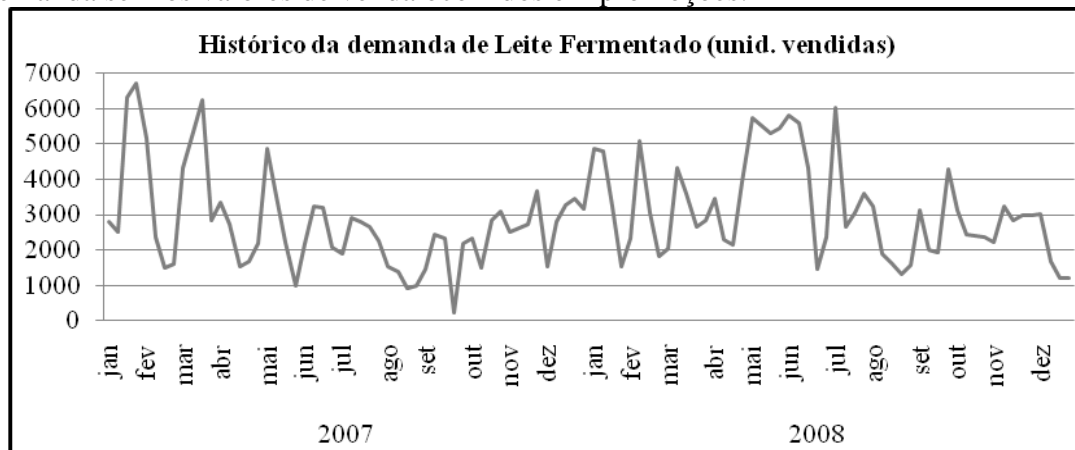
Os custos de produção e desperdício dos elos foram definidos pelos dados informados pelas empresas parceiras. O custo unitário de vendas perdidas foi padronizado para todas as empresas de acordo com a prática do varejista: o valor de venda do produto multiplicado pela quantidade que faltou fornecer ao consumidor.

Para determinar o custo de estoque MP foi considerado o valor da taxa de mínima atratividade (TMA) (10%) sobre o preço de compra da MP, no varejista e na cooperativa. O mesmo método foi utilizado para o custo do estoque de produto acabado, porém o valor da TMA incide agora sobre o preço de venda do produto acabado. Utilizou-se este conceito, também, na indústria de laticínios, mas não se utilizou a TMA com 10% e sim uma taxa de custo informada pela empresa colaboradora de 2%.

Buscou-se a pesquisa realizada pela FIESC e UFSC (2009) para definir os custos com armazenagem de MP e PA. Tomou-se, assim, o valor indicado na pesquisa de 1% sobre o faturamento da empresa como custo de armazenagem de PA e o valor de 0,3% sobre o faturamento da empresa como custo de armazenagem de MP.

3.4. Métodos de previsão de demanda

Obteve-se do varejista o histórico da demanda de leite fermentado no período janeiro de 2007 a dezembro de 2008. Os dados coletados eram diários e quando inseridos no simulador originaram pequenos valores de demanda, o que subdimensionava toda a cadeia produtiva. Para resolver esta questão, realizou-se um agrupamento semanal (7 dias) das informações a fim de aumentar a capacidade do sistema, levando em consideração que a indústria não atende um único cliente de redes varejista. A base de dados possui características de aleatoriedade, o que dificultou a escolha de um método de previsão. A figura 3 demonstra o comportamento da demanda sem os valores de venda ocorridos em promoções.



Fonte: Empresa varejista

Figura 3 – Histórico da demanda semanal do leite fermentado – jan/07 a dez/08

Existem técnicas de previsão qualitativas e causais, mas as previsões desenvolvidas para a logística utilizam, em grande parte, métodos de séries temporais (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2002). Testaram-se os principais métodos de séries temporais: previsão ingênua, média simples, média móvel, suavização exponencial simples e método de Holt. O método de regressão linear não foi utilizado pois o resultado da correlação entre vendas *versus* preço foi próximo de zero.

O parâmetro para a escolha do modelo de previsão foi o erro percentual absoluto médio. A equação 1 demonstra o seu cálculo:

$$\text{Erro\%} = \frac{1}{n} \sum_{i=2}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| (100) \quad (1)$$

em que: X_i = quantidade vendida no período i
 F_i = quantidade prevista no período i
 n = número de períodos

Para a primeira simulação, foi necessário selecionar os três melhores métodos de previsão de demanda. Como de acordo com Chase, Jacobs e Aquilano (2006) o ponto ideal de colaboração (por exemplo, para utilizar o *CPFR*) é a previsão de demanda no nível do varejista – e a partir dela sincronizar toda a cadeia a montante – isto demonstra que normalmente o elo mais a jusante da cadeia detém a previsão de demanda mais acurada. Portanto, no primeiro cenário do simulador, o método mais acurado foi designado para o varejista e os outros dois, em ordem decrescente de acuracidade, foram utilizados pela indústria laticínios e cooperativa, respectivamente.

O método de suavização exponencial simples obteve o menor erro, com 23,8%, seguido pelo método de Holt e previsão ingênua com 24,6% e 24,7% respectivamente. Pode-se observar que os erros percentuais ainda são altos devido à aleatoriedade da demanda. Na primeira simulação, observou-se que pelo fato dos jogadores não terem informações sobre a situação da cadeia completa eles preocupavam-se principalmente com seu resultado financeiro. Para o segundo cenário, escolheu-se o método de suavização exponencial simples para todos os elos, já que a previsão de demanda é compartilhada em toda a cadeia de suprimentos. Os parâmetros iniciais para implantação do método P_0 (previsão período zero) e O_0 (observação período zero) foram 2870 e 2060 respectivamente. O valor de α (*alfa*) foi 0,69.

Apesar do planejamento da demanda estar sujeito a erros, diversas empresas programam processos integrados de planejamento, os quais incorporam dados e informações de várias fontes (outros estágios da cadeia) (WANKE; JULIANELLI, 2006). O mesmo ocorreu na segunda simulação em que, com o compartilhamento de informações, os jogadores utilizaram a mesma previsão de demanda e a informação dos outros elos para tomar suas decisões.

3.5. Mensuração do fluxo de informações

Em 1997, Lee, Padmanabhan e Whang, descreveram o fenômeno da variabilidade da demanda, denominado “efeito chicote”, e avaliaram as possíveis causas deste acontecimento destacando a falta de informações ao longo da cadeia como motivo da grande variação nos pedidos, que gera os problemas de sincronização e excesso de estoques.

Neste trabalho, portanto, será quantificado o efeito chicote a fim de avaliar os impactos do compartilhamento de informações na cadeia. Dentre os inúmeros métodos de mensuração, Firiolli e Fogliatto (2009) resumem as abordagens em três grupos:

- (i) cálculo da relação entre a variância dos pedidos e a variância da demanda, utilizado por Lee et al.(1997), Chen et al. (2000), Hosoda e Disney (2004) e Firiolli e Fogliatto (2007);
- (ii) cálculo da relação entre a taxa de pedidos e a taxa da demanda, utilizado por Warburton (2004);
- e (iii) cálculo do quociente entre o coeficiente de variação da demanda gerada por um nível da cadeia e o coeficiente de variação da demanda recebida por este mesmo nível, utilizado por Fransoo e Wouters (2000).

A metodologia empregada neste trabalho para a mensuração da variabilidade dos pedidos é a utilizada por Chen et al. (2000). Esta é a que melhor se identifica com a realidade da simulação desenvolvida, tendo em vista as principais considerações realizadas por aqueles autores: o lead time constante e o compartilhamento da previsão de demanda em toda a cadeia.

A equação (2) demonstra o cálculo do efeito chicote (EC):

$$EC = \frac{\text{Var}(q_{n,n-1})}{\text{Var}(D_{n+1,n})} \quad (2)$$

Em que: $\text{Var}(q_{n,n-1})$ = variância dos pedidos do elo n para seu fornecedor n-1.

$\text{Var}(D_{n+1,n})$ = variância dos pedidos do cliente (n+1) ao elo n.

No trabalho de Chen et al. (2000), os autores consideraram uma cadeia simples formada por um varejista e uma fábrica de manufatura para demonstrar a validade da fórmula. Como neste trabalho a cadeia é formada por três empresas, calcularam-se dois valores de efeito chicote: indústria de laticínios (com a variância dos pedidos da indústria de laticínios para a cooperativa e dos pedidos do varejista para a indústria de laticínios) e varejista (com a variância dos pedidos do varejista para a indústria de laticínios e dos pedidos do cliente final para o varejista) (figura 2). Não há, neste caso, o cálculo do efeito chicote para a cooperativa visto que esta não possui um fornecedor nesta simulação.

4. Resultados das simulações

As simulações comprovaram que o compartilhamento da previsão de demanda unifica os elos da cadeia. A tabela 1 demonstra a distribuição do estoque de produtos acabados na cadeia (com relação ao estoque da cadeia inteira) e o percentual de ruptura de estoque em relação ao total de períodos simulados. Observa-se que na segunda simulação ocorreram rupturas de estoque (vendas perdidas) em menos períodos, além de o estoque mostrar-se mais equilibrado ao longo da cadeia. Não há valores de estoque relativo para a cooperativa, pois esta não possui estoque de produto acabado: segundo os dados reais obtidos, todo o leite produzido é enviado, de acordo com a demanda, diretamente à indústria de leite fermentado.

Ainda, a tabela 1 demonstra que, na primeira simulação, em 60% dos períodos o varejista não conseguiu atender o mercado. Confirma-se, assim, o observado por Christopher (2007): quanto mais longo o canal do fornecedor de matéria-prima até o usuário final, menor será a tendência da cadeia em seguir as mudanças na demanda. Além disso, canais mais longos dificultam a percepção da demanda final, sendo difícil associar as decisões de manufatura e compra de matéria prima às necessidades do mercado.

A tabela 2 descreve a primeira simulação, nesta a indústria de laticínios realizou pedidos à cooperativa no primeiro e segundo períodos muito maiores do que a demanda do varejista. Aliado a isso este elo decidiu não produzir toda a sua capacidade para ter um estoque maior de MP do que PA devido aos custos.

		Simulação 1	Simulação 2
Estoque relativo	Varejista	33%	59%
	Indústria	67%	41%
% Ruptura de Estoque	Varejista	60%	40%
	Indústria	50%	30%
	Cooperativa	10%	0%

Tabela 1 – Distribuição relativa do estoque na cadeia

Isto acarretou em excessivos estoques de base (todo leite não utilizado na produção de um período é transformado em base), o que limitou nos períodos seguintes a compra de mais leite (leite e base utilizam a mesma estrutura de armazenagem – a indústria só conseguirá comprar leite se tiver espaço para armazená-lo até a produção). Desta forma, do período três em diante a empresa apresentou dificuldade para ajustar-se à demanda devido a sua capacidade produtiva, que ficou limitada pelo estoque de MP.

O varejista teve, por sua vez, impacto por não receber a quantidade desejada de produtos. Em consequência, observa-se que os pedidos realizados para a indústria não oscilaram da mesma forma que a demanda: a quantidade requisitada era maior do que a necessária. Isso demonstra a negligência de informações e conseqüentemente a falta de coordenação de toda a cadeia.

Este fato é representado pelo valor do efeito chicote que no elo da indústria de leite fermentado foi mais de duas vezes maior que no do varejista.

Período	Varejista		Indústria de Leite Fermentado	
	Demanda Final	Pedido* para Indústria	Pedido* do Varejista	Pedido* para Cooperativa
1	2650	2520	2520	3922
2	3060	2224	2224	3200
3	3610	2800	2800	1471
4	3230	3288	3288	1471
5	1890	3288	3288	1593
6	1640	2352	2352	1721
7	1330	2000	2000	1814
8	1570	1600	1600	1961
9	3130	1600	1600	1961
10	2000	3288	3288	2353
Variância	668254,4	435683,6	435683,6	653821,4
Efeito Chicote	0,652		1,501	

Tabela 2 – Resultados da simulação 1

Na segunda simulação (tabela 3), o índice efeito chicote do varejista ficou um pouco abaixo da primeira, 0,57, demonstrando que a empresa conseguiu alinhar-se um pouco melhor ao mercado. Já a indústria reduziu em 38% o efeito chicote a partir do compartilhamento de informações. Não se conseguiu eliminar totalmente o efeito chicote, apesar da grande redução na segunda simulação. Chen et al. (2000) concluíram o mesmo em seu trabalho, afirmando que mesmo se cada estágio da cadeia tiver completo conhecimento da demanda vista pelo varejista, o efeito chicote ainda vai existir. Não obstante, o compartilhamento da mesma previsão de demanda e do valor da demanda final entre os elos fez com que os decisores de todas as empresas baseassem suas decisões sobre os mesmos valores e acontecimentos. A partir deste momento, toda a cadeia sofria os impactos da variação da demanda simultaneamente.

Período	Varejista		Indústria de Leite Fermentado	
	Demanda Final	Pedido* para Indústria	Pedido* do Varejista	Pedido* para Cooperativa
1	1940	2416	2416	2941
2	4270	1200	1200	2083
3	3110	2720	2720	2451
4	2430	3040	3040	1961
5	2400	2104	2104	1961
6	2370	2480	2480	980
7	2230	2264	2264	1961
8	3220	1520	1520	1471
9	2830	2400	2400	2451
10	1690	2752	2752	2206
Variância	553854,4	315687,8	315687,8	293857,3
Efeito Chicote	0,57		0,931	

Tabela 3 – Efeito Chicote para a simulação 2

5. Considerações finais

A previsão de demanda é a base para o planejamento dos mais diversos níveis de uma empresa. Segundo Aiyer e Ledesma (2004) *apud* Shin e Tunca (2010), nos últimos anos as empresas têm percebido sua importância e tem investido muito dinheiro em softwares, profissionais e consultorias para melhorar a acuracidade de suas previsões. As empresas, entretanto, estão inseridas em um contexto maior, em que a competitividade ocorre entre cadeias de suprimentos; assim investir na acuracidade das previsões de apenas um elo da cadeia não é suficiente.

Em todas as cadeias de suprimento que não possuem compartilhamento de informações, a variabilidade dos pedidos cresce no sentido do consumidor à montante da cadeia. Um dos principais motivos é a falta de informações e coordenação da cadeia. Para tentar combater este problema, diversas técnicas foram desenvolvidas e apontam como uma das soluções o compartilhamento da previsão de demanda.

Por este motivo, o presente trabalho elaborou um cenário de simulação a partir de uma cadeia de suprimentos de laticínios real. Ela compõe-se por três empresas: cooperativa, indústria de laticínios e varejista. A simulação ocorreu em duas etapas: na primeira, cada empresa utilizava um método de previsão diferente e não havia conhecimento da demanda do varejista; na segunda, colocou-se em prática um planejamento colaborativo da demanda, em que todos têm acesso ao método de previsão mais acurado e à informação de demanda do cliente final. No primeiro cenário, o efeito chicote calculado para a indústria de laticínios foi de 1,5 e do varejista foi de 0,652. Na segunda etapa, o efeito chicote mensurado no varejista teve pequena variação e permaneceu com 0,57. O da indústria de leite fermentado, porém, reduziu para 0,931, representando uma redução de 38%. A partir destes valores, conclui-se que o efeito chicote não é eliminado compartilhando da previsão de demanda, mas pode ser reduzido significativamente.

As simulações mostram, também, que a previsão de demanda compartilhada auxilia na redução do tempo de resposta da cadeia para as oscilações da demanda final – fato de todos os participantes da cadeia orientaram-se pelos mesmos valores de previsão e tomarem conhecimento no mesmo período do varejista do nível de vendas no período anterior. As

empresas podiam fazer, assim, suas programações de produção baseadas nas quantidades de estoque existentes no varejista.

Para futuros trabalhos, sugere-se a inclusão do lead time (de produção e distribuição) na simulação. Destaca-se, ainda, a possibilidade de se realizarem simulações mais longas – com mais períodos – para evitar distorções aleatórias no efeito chicote devido a ajustes iniciais da cadeia. Também, mensurações com a modificação dos custos são relevantes para comparar o desempenho do nível de serviço e financeiro da cadeia.

Referências

- AGRA-FNP.** ANUALPEC 2009 – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, 2008, p.199.
- ANTONIO, D. de G.; PIRES, S. R. I.** Uma análise da Gestão da Demanda na Cadeia de Suprimentos através de simulação. In: XXV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre – RS, 2005.
- AVIV, Y.** *The Effect of Collaborative Forecasting on Supply Chain Performance.* Management Science, v. 47, n. 10, p. 1326–1343, 2001.
- AVIV, Y.** *On the Benefits of Collaborative Forecasting Partnerships between Retailers and Manufacturers.* Management Science, v. 53, n. 5, p. 777–794, 2007.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.** *Supply chain logistics management.* New York: McGraw-Hill/Irwin, 2002.
- CAMPOS, L. H. R.; STAMFORD, A.; CAMPOS, M. F. S. S.** *Otimizando a capacidade de crescimento numa cadeia produtiva supermercadista.* Produção, v.12, n.1, p. 6-17, 2002.
- CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J.** *Administração da produção e operações para vantagens competitivas.* 11 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- CHEN, F.; DREZNER, Z.; RYAN, J. K.; SIMCHI-LEVI, D.** *Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information.* Management Science, v.46, n.3, p. 436–443, 2000.
- CHRISTOPHER, M.** *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor.* 2 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- COELHO, L. C.; FOLLMANN, N.; RODRIGUEZ, C. M. T.** *O impacto do compartilhamento de informações na redução do efeito chicote na cadeia de abastecimento.* Gestão & Produção, v.16, n.4, p. 571-583, 2009.
- DIAS, A. S.** *Uso de conhecimento teórico e de especialista para previsão de demanda.* 2004. 181f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA; UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA.** *Custos Logísticos na Indústria Catarinense – Relatório Final. Programa Catarinense de Logística empresarial.* Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site/infra/produtos/show/id/84>>. Acesso em: 30 abr. 2011.
- FERREIRA, L. J.** *Motivadores para implementação de iniciativas de colaboração no processo de planejamento da demanda.* In: WANKE, P. JULIANELLI, L. Previsão de Vendas – Processos Organizacionais & Métodos Quantitativos e Qualitativos. São Paulo: Atlas, 2006. p. 187-197.
- FIRIOLLI, J. C.; FOGLIATTO, F. S.** *Modelagem do Efeito Chicote em ambientes com demanda e lead time estocásticos mediante uma nova política de tratamento dos excessos de estoque.* Produção, v.19, n.1, p. 27-40, 2009.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S.** *The bullwhip effect in supply chains.* Sloan Management Review, Spring, v. 38, p. 93-102, 1997.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S.** *Information distortion in a Supply Chain: the Bullwhip Effect.* Management Science, v.50, n.12, Supplement, p. 1875-1886, 2004.
- MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G.** *Defining Supply Chain Management.* Journal of Business Logistics, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.
- PACHECO, R. F.; SILVA, R. M. da.** *Estudo sobre a gestão centralizada da cadeia de suprimentos da Winslow Franchising.* In: XXIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto – MG, 2003.
- POHLMANN, C. R.; PEREIRA, C. G. M.; CASSEL, R. A.** *O pensamento sistêmico como método para construção do planejamento colaborativo da demanda.* In: XXIX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador – BA, 2009.

REN, J. Z.; COHEN, M. A.; TERWIESCH, C.; HO, T. *An empirical analysis of forecast sharing in the Semiconductor equipment supply chain.* Manufacturing & Service Operations Management, v. 5, n. 1, winter, p. 70-73, 2003.

SHIN, H.; TUNCA, T. I. *Do Firms invest in Forecasting efficiently? The effect of competition on demand forecast investments and Supply Chain coordination.* Operations Research, v. 58, n. 6, p. 1592-1610, 2010.

SMÁROS, J. *Forecasting collaboration in the European grocery sector: Observations from a case study.* Journal of Operations Management, v. 25, p. 702–716, 2007.

TAYLOR, D. H.; FEARNE, A. *Demand management in fresh food value chains: a framework for analysis and improvement.* Supply Chain Management: An International Journal, v. 14, n. 5, p. 379–392, 2009.

WANKE, P.; JULIANELLI, L. *Previsão de vendas: processos organizacionais e métodos quantitativos e qualitativos.* São Paulo: Atlas, 2006.