

Impactos do compartilhamento de informações na gestão da demanda de uma cadeia de suprimentos alimentícia

“Artigo a ser submetido ao periódico Gestão & Produção”

Julierme Fiel Rocha (UFRGS) – juliermefr@gmail.com

Flávio Sanson Fogliatto (UFRGS) – ffogliatto@producao.ufrgs.br

Resumo

A gestão da demanda na cadeia de suprimentos é fundamental para o sucesso de todas as entidades participantes; concomitantemente, para se ter uma boa gestão da demanda é importante ter o máximo de informações relevantes à disposição para diminuir a variabilidade causada por incertezas nas tomadas de decisão. Nesse contexto, o presente artigo apresenta como objetivo ilustrar, mediante um comparativo entre cenários de gestão em uma cadeia de suprimentos, que o compartilhamento de informações alinhado ao planejamento integrado para gestão da demanda podem auxiliar a manutenção/melhoria do atendimento dos níveis de serviço, no balanceamento dos níveis de estoque e na redução de variabilidade dos pedidos. Para tal, utilizou-se de modelos preditivos e três cenários distintos de políticas de planejamento, simulados com demandas reais de uma cadeia alimentícia. Verificou-se para um dos cenários que é possível reduzir a variabilidade dos pedidos e os níveis dos estoques, sem perder a qualidade dos serviços prestados aos clientes.

Palavras-chave: Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management*); Efeito Chicote (*Bulwhipp Effect*); Gestão da demanda (*Demand Management*); Compartilhamento de informações (*Information Sharing*).

Abstract

The demand management in the supply chain is essential to the succes of all the participating entities; concomitantly, to have a good demand management is importante to have as much relevant informations as possible to reduce the variability caused by the uncertainties when making decisions. In this sense, the aim of this article is to illustrate, using a comparision between scenarios of supply chain management, that the information sharing aligned to integrated planning of demand management could secure the service level expected by the customers, reduce the inventory and reduce the variability of the orders. To get the results, it was used demand forecasting models and three different scenarios of planning policies, simulated with real demand information of a food supply chain. One of the scenarios

illustrated that it is possible to reduce the variability of the orders and the inventories, without losing the service level expected by the customer.

1. Introdução

A Cadeia de Suprimentos (CS) contempla as atividades relacionadas ao fluxo e transformação de produtos, desde o estágio da matéria-prima (extração) até o cliente final, bem como os respectivos fluxos de informação. O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GCS), por sua vez, consiste da integração dessas atividades, mediante relacionamentos aperfeiçoados na CS, com o intuito de adquirir uma vantagem competitiva sustentável (BALLOU, 2006).

O alinhamento das demandas na CS, contudo, se encontra em dificuldades progressivas, tais como a falta de precisão das informações, gerando ineficiências no atendimento aos clientes, diminuição do giro de estoque e alto índice de obsolescência, agravada pela maior diversidade de produtos (MELO et al., 2011).

É neste cenário que se identifica o Efeito Chicote (EC). O EC é o resultado de uma expectativa de demanda ou oferta que não se realiza por diversos motivos, entre eles 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 (COELHO et al., 2009). O EC indica a falta de sincronização entre os membros da rede de suprimentos. Mesmo uma pequena mudança nas vendas para o consumidor pode oscilar de forma exagerada a montante, reproduzindo o efeito de uma chicotada (JACOBS; CHASE, 2009).

O EC pode acarretar em uma série de consequências que contribuem negativamente para o sucesso no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Podem-se destacar: o aumento dos níveis de estoque, oriundos da dificuldade na previsão; a dificuldade no planejamento de longo prazo, dada a necessidade de atender demandas de emergência; o aumento das rupturas de estoque, também oriundos da alta variabilidade da demanda; e a redução no retorno do capital investido, oriundo do “congelamento” do capital em estoques (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 1997; CHEN; DREZNER; RYAN; SIMCHI-LEVI, 2003).

Já entre as principais causas do EC, destacam-se a falta de compartilhamento de informações, as diferentes metodologias de previsão de demanda adotadas por cada entidade da CS, a variabilidade no *lead time* de processamento do pedido e entrega das mercadorias, as constantes variações nos preços dos produtos (ofertas e promoções), e a formação dos lotes de

compra e dos seus custos (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 1997; CHEN; DREZNER; RYAN; SIMCHI-LEVI, 2003).

Baseando-se nos conceitos supracitados é assertivo afirmar que a gestão da demanda através do compartilhamento de informações e de um sistema integrado de previsão para a CS é fundamental para garantir um bom nível de serviço aos clientes, balanceamento dos níveis de estoque e redução do EC.

O objetivo deste estudo é ilustrar, através de um comparativo de cenários, que o compartilhamento de informações, orientado à otimização da gestão da demanda na cadeia de suprimentos, garante a manutenção/melhoria dos níveis de serviço, balanceamento de estoques e redução do Efeito Chicote. Para isso, se determinou políticas de gestão distintas para cada um dos cenários e se utilizou dados de demanda real de uma CS alimentícia (composta de uma indústria e de seus respectivos distribuidores) – estes dados foram coletados de uma ferramenta DSI (*Data Sharing Intelligence*) contratada pela indústria do estudo para monitoramento do seu canal de distribuição.

Este artigo está estruturado, além da presente introdução, em referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados e conclusão. O referencial teórico apresenta uma revisão bibliográfica abrangendo estudos sobre SCM – Efeito Chicote, Colaboração, Gestão e previsão de demanda. Os Procedimentos Metodológicos abordam a estrutura e a sequência de etapas utilizada para aplicação do estudo de caso. A seção de Resultados apresenta os produtos gerados a partir da aplicação da metodologia e a Conclusão encerra o artigo.

2. Referencial Teórico

Nesta seção será realizada uma revisão de bibliografia dos conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos, Efeito Chicote e, Gestão e Previsão da demanda na CS.

2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos e o Efeito Chicote

Slack et al. (2009) e Balou (2006) afirmam que o grande objetivo de uma CS é atender aos requisitos do consumidor, fornecendo produtos e serviços adequados e com preço competitivo – estes dois últimos não possuem valor algum a menos que estejam em posse dos clientes onde e quando os mesmos pretendem consumi-los, o que salienta a importância de um eficiente sistema de gestão da CS.

Nesse contexto, o conceito de GCS é definido como uma forma integrada de planejar e controlar o fluxo de mercadorias, informações e recursos, desde os fornecedores até o cliente final (indústrias, distribuidores, atacadistas, varejistas e consumidores), procurando administrar as relações na cadeia logística de forma cooperativa e coordenada, e de modo a produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das companhias da CS e para o conjunto integrado das mesmas (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 1997; BALLOU, 2006; CHING, 2007).

Segundo Ching (2007) e Slack et al. (2009), o desempenho da cadeia de suprimentos é resultante de alguns fatores, tais como: qualidade dos produtos e serviços, rapidez e eficiência logística, confiabilidade, flexibilidade, *timing* para inovação (saber o período ideal para lançar produtos inovadores), efetiva gestão dos custos de produção e distribuição, e correta utilização do capital. Esse desempenho, segundo Oliveira et al. (2004), é vastamente influenciado pelas políticas de gestão e quanto maior for a cooperação entre os parceiros, maiores vantagens resultarão para as empresas individuais e para a competitividade da cadeia.

As diferenças nas políticas de gestão (por exemplo, de estoques e compras) de cada membro da CS podem gerar impactos indesejáveis em todo o sistema, como flutuações irregulares de demanda. As flutuações dificultam a previsão das vendas e o gerenciamento dos estoques de cada membro, reduzindo os níveis de serviço. Essas oscilações são conhecidas como Efeito Chicote (EC) (ALMEIDA et al., 2014).

O EC se refere ao fenômeno no qual as ordens de abastecimento possuem maior variação que a demanda, e esta distorção se propaga a montante na cadeia de suprimentos de maneira amplificada (LEE et al., 1997). Uma vez que os modelos de oferta não satisfazem os modelos de demanda, em alguns estágios os estoques se acumulam, e em outros ocorrem faltas e atrasos (JACOBS; CHASE, 2009).

A consequência dessa distorção, para as indústrias que só conseguem observar as suas próprias demandas, será a não interpretação dos padrões distorcidos dos níveis a jusante na cadeia – o que acarreta em sérios problemas de custo. Como resultado, a indústria poderá ter aumentos nos seus custos em estoques de matéria-prima (devido a abastecimentos não planejados), em excessos de capacidade (para atender as variações de demanda) e custo logístico - dado à dificuldade no planejamento de distribuição (LEE et al., 1997). A Figura 1 ilustra o modo como ocorre o EC e como a variabilidade é transmitida ao longo dos entes da cadeia.

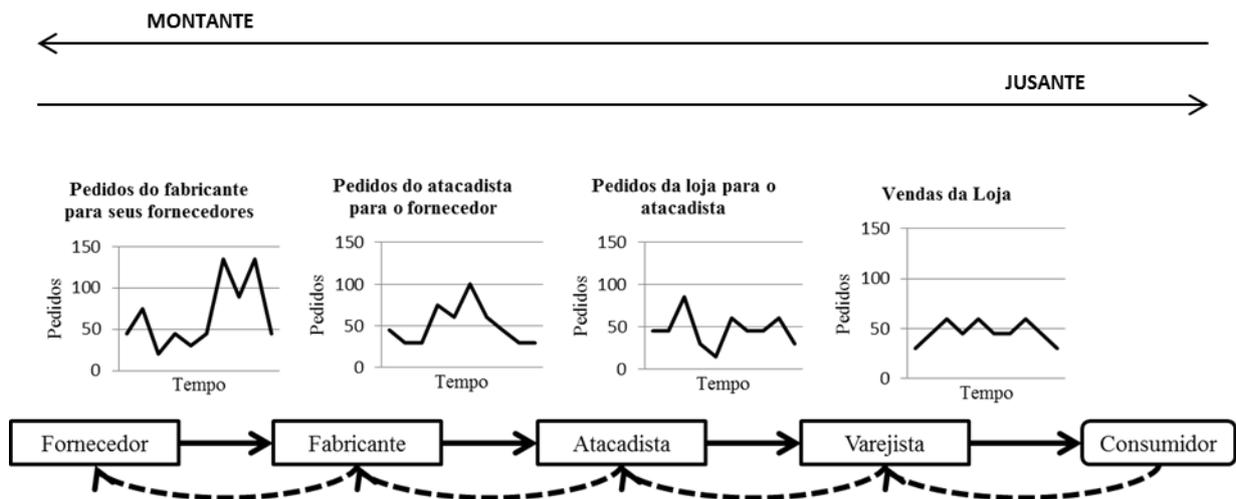


Figura 1 - Dinâmica Típica da Cadeia de Suprimentos

Fonte: adaptada de Slack, Chambers e Johnstone (2009)

Fiorioli e Fogliatto (2009) salientam a relevância de alguns aspectos gerenciais oriundos da ampliação da variabilidade. Os autores segmentaram as consequências propostas por Chen et al. (2003) e Lee et al. (1997) em locais e sistêmicas.

Quanto às consequências locais, destacam-se: (i) baixos níveis de serviço; (ii) vendas perdidas em função de rupturas de estoque; (iii) aumentos nos estoques de segurança da cadeia dada a incerteza sobre a variabilidade e intenção de gerar disponibilidade; (iv) aumento no número de reprogramações, dada a necessidade de atender demandas emergenciais; e (v) gestão ineficiente dos recursos locais, como pessoal, equipamentos e capital.

No que tange as consequências sistêmicas, salientam-se: (i) elevação dos custos relacionados a estoques na cadeia de suprimentos; (ii) queda do retorno sobre o capital investido; (iii) queda da produtividade dos colaboradores na cadeia; (iv) processo decisório reativo, oriundo da alta variabilidade e da ruptura de planejamento; e (v) gestão ineficiente dos recursos da cadeia.

Segundo Lee et al. (1997), existem 4 causas principais para ocorrência do EC, são elas: (i) jogo da escassez ou racionamento; (ii) tamanho dos lotes de compra; (iii) flutuação de preços; e (iv) processamento da previsão de demanda.

O racionamento se refere ao comportamento estratégico dos compradores que se antecipam à escassez de oferta (LEE et al., 1997). Seja por necessidade ou por estratégia, o racionamento de produtos para o mercado influencia na maneira como as empresas efetuam os pedidos. Por exemplo, se for percebida uma alta na demanda superior à oferta, é bem provável que as empresas se previnam, colocando pedidos maiores. Esses pedidos serão

atendidos e elevarão os estoques dos clientes que, por sua vez, não farão novos pedidos. Consequentemente a indústria, que identificou a alta na demanda e ampliou a produção para atendê-la, ficará com níveis de estoques muito elevados (COELHO et al., 2009). Esse receio da cadeia, relativo a uma possível indisponibilidade da mercadoria, faz com que a mesma eleve os seus níveis de estoque e, com isso, o seu custo global.

Em relação ao tamanho dos lotes de compra, dado que o custo de colocação de pedidos é maior que zero, realizar pedidos em todos os períodos se torna não econômico e, dessa forma, podem ocorrer compras de diferentes tamanhos de lote (LEE et al., 1997). Tendo em vista o alto custo de processamento de novos pedidos, reduzir o número de compras é, geralmente, a alternativa lógica adotada pela cadeia para minimizar este custo. Contudo, novamente se formam estoques desnecessários e que poderiam ser reduzidos através de cargas fracionadas e melhoria na eficiência do processamento dos pedidos – utilizando-se, por exemplo, algum apoio tecnológico. O lote de compra faz parte da rotina dos compradores do varejo, que buscam melhores condições econômicas nos preços dos produtos e no seu custo de transporte (LEE et al., 1997).

Flutuações de preços também causam o EC e referem-se aos valores inconstantes de compra dos produtos, envolvendo descontos e promoções. Essa prática distorce o comportamento de demanda do produto, dificultando o planejamento e sequenciamento de produção na indústria, ampliando o nível dos estoques e aumentando o número de rupturas (LEE et al., 1997).

Finalmente, o processamento da previsão de demanda se refere ao modo como se identifica e interpreta a variação de demanda. Através das técnicas de previsão, é possível extrair dos dados históricos de demanda informações que permitirão a modelagem matemática do seu comportamento. A suposição de uma continuidade nesse comportamento permite a realização de previsões, cuja qualidade e precisão são muito superiores às aquelas feitas subjetivamente, baseadas na experiência dos compradores (PELLEGRINI, 2000). Lee et al. (1997) afirmam que a variabilidade da demanda, associada a variabilidade dos métodos de previsão que podem ser utilizados pelos diferentes membros da cadeia, é transmitida a montante de forma exagerada; assim, a demanda original se distorce e a variabilidade das ordens de compra se amplia, potencializando o EC. Dessa forma, ter acesso às informações da verdadeira demanda é muito importante para controlar e reduzir os efeitos causados pela variabilidade.

Possíveis soluções para contornar o Efeito Chicote passam pelo desenvolvimento de mecanismos de auxílio à tomada de decisão que considerem restrições e interesses individuais

de cada empresa buscando, ao mesmo tempo, um ponto de operação que tornem competitivos os produtos da cadeia (FURTADO et al., 2005).

Segundo Lee et al. (1997), uma combinação de atividades são necessárias para conter o EC. Dentre elas destacam-se: (i) o compartilhamento de informações de demanda e estoques, possível de ser realizado através dos sistemas DSI (*Data Sharing Intelligence*), cada vez mais presentes nas indústrias; este compartilhamento pode partir das duas direções da cadeia, uma vez que a indústria compartilhando suas informações de estoque evita o jogo de racionamento com os entes a jusante na cadeia (receio de escassez); (ii) a coordenação da cadeia através da padronização das metodologias de previsão de demanda e automatização de abastecimentos, também possíveis de serem realizadas através de sistemas de informação como o VMI (*Vendor Managed Inventory*), em que o próprio fornecedor gerencia os estoques do nível a jusante; (iii) redução do *lead time* de processamento do pedido e entrega do produto; (iv) estratégias pré-definidas para abastecimento dos níveis subsequentes em situações de escassez de oferta; (v) foco estratégico em atendimento da demanda do nível seguinte e não dos pedidos do mesmo; (vi) redução dos custos de ordens de compra; nesse sentido, a transmissão *online* dos pedidos para proporcionar maior velocidade e redução de processos em papel estimularão a diminuição dos lotes; e (vii) redução da frequência de descontos e promoções nas vendas.

O principal desafio no gerenciamento do EC consiste em reduzir ineficiências e atenuar/eliminar sua propagação ao longo da cadeia de suprimentos, de modo que seja possível otimizar o uso dos recursos empregados em seus diferentes níveis. Isso depende do grau de conhecimento que se tem sobre suas causas e sua intensidade (FIORIOLO; FOGLIATTO, 2009).

As principais abordagens referenciadas em literatura para quantificação do EC podem ser divididas em 3 grupos: (i) cálculo da relação entre a variância dos pedidos e a variância da demanda, utilizado por Lee et al. (1997) e Chen et al. (2000); (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 de 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).

Na sequência, é apresentada a equação proposta no grupo (i) para cálculo do EC – e que será utilizada no comparativo de cenários apresentados neste estudo. Para informações complementares, consultar os estudos de Lee et al. (1997), Chen et al. (2000), Warburton (2004) e Fransoo e Wouters (2000).

A equação do modelo proposto no grupo (i) utiliza como parâmetro a variabilidade de pedidos (representado por Q) e a variabilidade da demanda de entrada (representada por D), da seguinte forma:

$$Efeito Chicote = \frac{Var(Q)}{Var(D)} \quad (1)$$

2.2. Gestão e previsão de demanda na cadeia de suprimentos

Chen et al. (2000) afirmam que a centralização da informação, como forma de dar visibilidade à demanda real em todos os estágios da CS, é uma das formas mais frequentemente sugeridas para redução do EC. Para Oliveira et al. (2004), o compartilhamento da informação aumenta a visibilidade de todos os elementos da CS sobre comportamentos futuros do consumidor e possibilita que cada empresa se prepare para atender possíveis variações com maior nível de serviço.

No que compete ao compartilhamento de informações, Simchi-Levi et al. (2003) ainda complementam que esse fator auxilia em: (i) reduzir a variabilidade na CS, (ii) melhor previsão de demanda dos fornecedores (trazendo subsídios para promoções e mudanças de mercado), (iii) coordenação de estratégias e sistemas de distribuição e manufatura, (iv) melhor prestação de serviço dos varejistas para seus clientes, (v) rápida reação da cadeia a faltas de estoque ou demais ineficiências de abastecimento, e (vi) redução de *lead times*.

Para tanto, é necessário que todos os membros da CS estejam comprometidos em compartilhar informações e dispostos a gerenciar e serem gerenciados, dentro do conceito de SCM. Este ponto é salientado, pois é comum a insegurança de se passar uma informação para um fornecedor que pode ser, também, o fornecedor de um concorrente (COELHO et al., 2009).

Furtado et. al. (2005) afirmam ser comum na prática o cenário sem compartilhamento de informações, onde a empresa cliente coloca seus pedidos baseando-se apenas no que considera ser mais vantajoso para si, dentro de uma análise local de necessidades. Nesse contexto, a empresa fornecedora acaba acatando a política da empresa cliente, mesmo sem verificar as condições de honrar por completo seu compromisso, na expectativa de atender melhor o cliente. O resultado é a perda de efetividade em todos os níveis da cadeia.

Ballou (2006) confirma que foram escassas as tentativas de implementar sistemas logísticos além dos limites de cada estágio da cadeia de suprimentos. Contudo, as empresas do varejo vêm obtendo sucesso no compartilhamento de informação com os fornecedores, os quais, por sua vez, concordam em manter e gerenciar estoques nas estantes dos varejistas, gerando menores índices de estoques no canal e falta de produtos (rupturas).

O mercado já conta com 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 tanto, é importante que a mesma aponte para um objetivo em comum (COELHO et al., 2009).

Essa coordenação através do compartilhamento de informações é destacada por Lee et al. (1997) pois o fluxo de informações tem impacto direto no sequenciamento de produção, no controle e gestão de estoques, e no planejamento e distribuição dos bens entre os níveis da cadeia.

Esse contexto leva ao conceito da Gestão de Demanda. Segundo Melo et al. (2015), a gestão da demanda consiste em balancear e alinhar estrategicamente a demanda com a capacidade operacional ao longo da cadeia de suprimentos por meio da rápida e adequada integração das necessidades originadas do mercado na direção dos fornecedores.

A gestão da demanda (GD) deve equilibrar as necessidades dos clientes com as capacidades da empresa, reduzindo incertezas e fornecendo fluxos eficientes na CS. Uma implementação bem conduzida do processo pode melhorar o nível de serviço prestado ao cliente e gerar benefícios substanciais para os resultados financeiros da empresa como, por exemplo, a redução dos níveis de estoque, melhoria da utilização dos ativos e melhoria na disponibilidade do produto (MELO et. al., 2011).

Para Cecatto et al. (2015), empresas que atualmente possuem excelência no atendimento aos consumidores destacam-se também pelo planejamento de demanda, que possibilita direcionar os planos de produção, estoque, distribuição e compras, além de enfrentar questões mais complexas como a proliferação de produtos, promoções e crescimento da concorrência.

No que compete à política de estoques na GD, Ballou (2006) afirma que os mesmos são essenciais para garantir o nível de serviço da CS, já que normalmente é impossível ou impraticável produzir instantaneamente ou garantir prazos de entrega aos clientes. Os estoques funcionam como um amortecedor entre oferta e demanda para que se possa garantir

a disponibilidade dos produtos, ao mesmo tempo em que se dá flexibilidade à produção e logística na busca de métodos eficientes de produção e distribuição de mercadorias.

A melhoria da eficiência é alcançada por meio do controle dos estoques e desenvolvimento de ações conjuntas quando o nível de inventário estiver elevado, refletindo em interações inter e intraempresas para desenvolver soluções conjuntas. Além disso, as empresas devem compartilhar os custos e esforços para desenvolver iniciativas, tais como campanhas de vendas e ações promocionais para a loja varejista e para a força de vendas.

Outra melhoria se reflete no planejamento e controle da produção das empresas fornecedoras - ao conseguirem uma previsão mais acurada da quantidade de matéria-prima que será necessária para atender à demanda, gerando maior segurança para o atacadista/distribuidor quanto à capacidade produtiva e de abastecimento do fornecedor (MELO et. al., 2015). Coelho et al. (2009) afirmam que a previsão de demanda é um fator fundamental para a definição da estratégia de estocagem e produção, sendo o primeiro mais importante para distribuidores e varejistas e o segundo, para indústrias.

Previsões de demanda são elaboradas utilizando: (i) métodos qualitativos, (ii) métodos quantitativos, e (iii) combinações de métodos qualitativos e quantitativos.

Métodos qualitativos baseiam-se em opiniões de especialistas, os quais se fundamentam no julgamento de executivos, apreciação do pessoal de vendas e expectativas dos consumidores. Já métodos quantitativos, utilizam dados históricos para prever a demanda em períodos futuros. A previsão da demanda futura requer a construção de modelos matemáticos a partir dos dados disponíveis (ou seja, a partir dos dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo; este grupo de dados é chamado de série temporal).

Segundo Tubino (2007), um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em 5 etapas básicas: (i) objetivo do modelo, (ii) coleta e análise de dados, (iii) seleção da técnica de previsão, (iv) obtenção da previsão e (v) monitoramento do modelo.

Em relação ao emprego de cada modelo, é importante que se verifique o comportamento da série temporal que se deseja analisar. Estas séries podem exibir até quatro características diferentes em seu comportamento: média, sazonalidade, ciclo e tendência. A característica de média existe quando os valores da série flutuam em torno de uma média constante. A série possui característica sazonal quando padrões cíclicos de variação se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo. A característica cíclica existe quando a série exibe variações do tipo sazonal, porém em intervalos não regulares de tempo. Finalmente, a característica de tendência ocorre quando a série apresenta comportamento ascendente ou descendente por um longo período de tempo (PELEGRINI, 2000).

Dentre os principais modelos quantitativos de previsão, destacam-se: média móvel, suavização exponencial, Holt, Winters, Regressão Linear e Decomposição. Nesse referencial serão detalhados apenas os modelos utilizados no estudo, que são a média móvel, suavização exponencial e o modelo de Holt. Mais informações a respeito dos demais modelos de previsões podem ser obtidas em Makridakis (1998).

O modelo de médias móveis utiliza dados de um número determinado de períodos para gerar sua previsão e, à medida que surgem novos períodos, os dados são substituídos no modelo pelos mais recentes. O método é indicado para previsões de curto prazo onde as componentes de tendência e sazonalidade são inexistentes ou possam ser desprezadas (MAKRIDAKIS; WHEEL WHRITGHT; HYNDMAN, 1998). O cálculo da média móvel utiliza a seguinte expressão:

$$\hat{Z}_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t Z_i \quad (2)$$

onde Z_t é o valor observado na série temporal no período t , n é o número de períodos observados e \hat{Z}_t é previsão para o período $t + 1$.

Outro dos modelos quantitativos utilizados na previsão de demanda e que é caracterizado por sua simplicidade, facilidade de ajuste e boa acurácia, é o método de suavização exponencial simples. Este modelo utiliza uma ponderação distinta para cada valor observado na série temporal, de modo que os valores mais recentes recebam pesos maiores; isto é:

$$\hat{Z}_{t+1} = \alpha Z_t + (1 - \alpha) \hat{Z}_t \quad (3)$$

onde α é uma constante de suavização assumindo valores entre 0 e 1. Tal constante define a velocidade com que o modelo responderá a mudanças nos valores da série: valores baixos para a constante fazem com que o modelo demore mais a reagir às mudanças no comportamento, enquanto o oposto faz com que o modelo reaja rapidamente. Demais termos na equação (3) permanecem como definidos anteriormente.

O último dos modelos descritos é o de Suavização dupla de Holt, que possui bom desempenho em séries temporais com marcante tendência linear. Este modelo emprega duas constantes de suavização, α e β (com valores entre 0 e 1, e independentes), sendo representado por três equações (MAKRIDAKIS et al., 1998):

$$L_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (5)$$

$$\hat{Z}_{t+k} = L_t + kT_t \quad (6)$$

onde L_t representa o grau da série em t e T_t a inclinação da série em t .

Um aspecto interessante é a forma de combinar regras de previsão de demanda para cada empresa da CS. Quando uma regra de previsão de demanda é ágil, ou seja, responde rapidamente às mudanças no padrão da demanda, essa regra tende a ser muito oscilante, prejudicando a gestão do estoque da produção. Entretanto, essas regras podem ser ajustadas para trabalhar com maior suavidade beneficiando a gestão de estoque e da produção, o que também pode tornar a CS mais lenta quanto à mudanças no padrão da demanda. Desta forma, é interessante combinar as regras de previsão de forma diferente de acordo com a posição da empresa na CS. No varejista, a regra deve ser ágil, mesmo que provoque mais oscilações. Na fábrica, a regra deve ser mais suave para não prejudicar a gestão da produção com mudanças constantes. Havendo o compartilhamento da informação da demanda, a fábrica pode antecipar as oscilações (OLIVEIRA et al., 2004).

3. Procedimentos Metodológicos

Nesta seção são abordados os métodos utilizados para condução do estudo. Inicialmente é apresentada a caracterização do estudo e da empresa foco da pesquisa para, posteriormente, descrever as etapas de trabalho propostas para a simulação e análise dos impactos da utilização de informações compartilhadas na cadeia de suprimentos em objetivando um aperfeiçoamento na gestão de demanda.

3.1. Caracterização do estudo

O presente artigo é classificado como de natureza aplicada, uma vez que busca identificar, com o desenvolvimento do estudo, soluções para melhor gestão da demanda na CS. Quanto à forma de abordagem, a pesquisa apresenta caráter quantitativo, pois trabalha com dados históricos de demanda para prever comportamentos da cadeia, quantificando os

resultados. No que confere ao seu objetivo, o artigo apresenta caráter descritivo. Segundo Gil (2008), dentre as pesquisas descritivas salientam-se aquelas que têm por objetivo descobrir a existência de associações entre variáveis, podendo determinar a natureza dessa relação. Por fim, a natureza do procedimento é um estudo de caso. Segundo Gil (2008), esse procedimento é utilizado para explorar situações da vida real cujos limites ainda não foram claramente definidos, descrever situações do contexto em que está sendo feita a investigação e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno.

3.2. Descrição da empresa foco

O estudo de caso foi aplicado em uma companhia multinacional que produz, processa e comercializa alimentos e *commodities* agrícolas. Por disponibilidade das informações e aderência ao estudo, os dados utilizados são de produtos voltados ao consumidor final, escoados pelo canal indireto de distribuição. No Brasil, e na linha de produtos do estudo, são comercializadas mais de 200 variedades de mercadorias, distribuídas por mais de 35 distribuidores. A força desta indústria no canal de distribuição é oriunda da sua estratégia voltada para o posicionamento dos seus produtos nos mais variados segmentos do comércio de alimentos, e não só nas grandes redes de varejo.

De modo a acompanhar o desempenho dos seus distribuidores no canal indireto, a indústria se utiliza da solução DSI de uma empresa de tecnologia da informação e consultoria de negócios especializada em gestão de produção, gestão de demanda e gestão da visibilidade e distribuição. Através desta plataforma, os distribuidores da indústria encaminham, diariamente, informações de venda e posição de estoque de cada produto. Essas informações permanecem armazenadas na base de dados da empresa de tecnologia e disponibilizadas para todos os níveis conectados (seja indústria, distribuidor ou varejo).

3.3. Etapas do estudo

O estudo foi realizado mediante simulações de três cenários distintos de gestão de CS. Segundo OLIVEIRA et al. (2004), a simulação é constituída por um processo de modelagem e um processo de experimentações sobre este modelo, com o propósito de avaliar o comportamento de um sistema real sob diferentes cenários de operação. Os modelos de simulação são avaliativos, ou seja, avaliam o desempenho de um cenário – e a aplicação da

simulação a uma cadeia de suprimentos envolve a modelagem de cada empresa e a representação da relação de negócio entre empresas.

Para que diferentes formas de gestão da cadeia de suprimentos possam ser modeladas, é necessário que o modelo considere não somente a configuração da CS, mas as políticas adotadas pelas empresas e pela CS. O modelo deste estudo considera, principalmente, fatores ligados às políticas de produção, abastecimento e gerenciamento de estoques – onde o enfoque é gerenciar a capacidade e controlar os níveis de estoque de modo a garantir os níveis de serviço esperados pelo cliente e, reduzir o custo global de armazenamento e perdas por oportunidade.

Dessa forma, o estudo foi dividido em quatro etapas. Na primeira etapa, foi realizada a coleta e avaliação inicial dos dados; na segunda etapa, ocorreu a definição das entidades (distribuidores e produto) que seriam analisadas; na terceira etapa, houve a estruturação dos cenários e da base de cálculos para as simulações; por fim, a quarta etapa foi dedicada à simulação e avaliação dos resultados.

3.3.1. Coleta de dados

Inicialmente, buscaram-se os dados requeridos na análise junto à empresa de tecnologia e consultoria em distribuição que provê a ferramenta DSI à indústria do estudo. A consulta no banco de informações ocorreu por intermédio de um consultor da empresa parceira, que verificou a disponibilidade dos dados requeridos e deu apoio para a sua extração.

As seguintes informações foram coletadas:

- **Histórico de vendas da indústria aos seus distribuidores** – nesta etapa, a coleta realizada buscou informações de Janeiro de 2014 a Dezembro de 2015. O nível de detalhamento dos dados foi por distribuidor e produto, e segmentadas em períodos mensais.
- **Histórico de vendas dos distribuidores aos varejos** – análoga à coleta dos dados anteriores, as informações históricas de demandas do varejo aos distribuidores da indústria foram extraídos em nível de produto e segmentados em períodos mensais, de Janeiro de 2014 a Dezembro de 2015.
- **Posições de estoque dos distribuidores** – além de informações de demanda, foram coletadas também as últimas posições de estoque de cada mês, ou a

quantidade de itens estocados, em nível de produto para cada distribuidor, também contemplando o período de Janeiro de 2014 a Dezembro de 2015.

Novamente com o auxílio dos consultores da empresa parceira, especialistas em *data quality* (termo utilizado em referência à qualificação das informações compartilhadas via sistema DSI), se avaliaram as informações coletadas para eliminação de dados espúrios e organização dos mesmos em uma planilha base para realização do estudo.

3.3.2. Definição de entidades

Após a coleta e saneamento das informações que poderiam ser utilizadas na pesquisa, a metodologia foi conduzida para a seleção das entidades que seriam analisadas. De modo que fosse possível quantificar os resultados mais representativos para a indústria estudada, distribuidores e produtos foram classificados conforme a sua representatividade na cadeia de suprimentos.

A classificação teve como critério o volume de produtos movimentados na cadeia (em unidades), tanto da indústria para seus distribuidores, quanto destes para os respectivos clientes. Dessa forma, foram segmentados os principais distribuidores, dos quais se selecionou arbitrariamente 10 representantes e os principais produtos da cadeia, do qual foi selecionado o de maior relevância.

3.3.3. Estruturação dos cenários e da base de cálculos para as simulações

Esta etapa foi dedicada à estruturação e detalhamento das simulações e dos cenários de análise. O estudo dividiu-se em duas frentes: a escolha do melhor modelo de previsão e a avaliação de três diferentes cenários de planejamento da CS.

De modo a definir o modelo utilizado na previsão, foram simulados para cada entidade de análise e informação de demanda (indústria × distribuidor e distribuidor × varejo), os três modelos de previsão quantitativa abordados no referencial (Médias Móveis, Suavização exponencial simples e modelo de Holt).

Na sequência, foram avaliados os seguintes cenários de gestão de demanda na CS:

- **Cenário 1 – Modelo Atual:** neste momento, a indústria e seu distribuidor já contam com uma ferramenta para compartilhamento de informações e, dessa forma, supõe-se que os benefícios oriundos da parceria auxiliem as entidades

dessa CS a balancear os seus estoques, gerenciar as capacidades e reduzir o EC. É desconhecida a existência de sistemas auxiliares para previsões de demanda e gestão de abastecimento dos distribuidores observados. Este cenário é utilizado como padrão de comparação para os demais.

- **Cenário 2 – Gestão da demanda baseada na venda direta:** neste cenário, supõe-se que a indústria se utiliza das informações de venda dos distribuidores para o varejo apenas para monitorar o desempenho comercial do seu canal de distribuição e não para um gerenciamento integral da demanda da cadeia. Desta forma, o cenário supõe que a indústria se utiliza das vendas diretas (*sell in*) para planejar sua produção e o abastecimento dos seus respectivos distribuidores e, assim, são realizadas previsões de demanda baseadas apenas nas vendas diretas da indústria para seus distribuidores e analisados os impactos frente aos cenários comparativos. Na prática, não é comum identificar este cenário como modelo para reabastecimento do distribuidor, mas sim, apenas como fonte de informação para o planejamento de produção do fabricante.
- **Cenário 3 – Gestão de demanda baseada na demanda real da CS:** neste cenário, supõe-se que a indústria se utiliza integralmente das informações de venda dos seus distribuidores aos varejos para gerenciar sua capacidade e conduzir as suas ordens de produção. Dessa forma, as previsões de demanda que guiam os reabastecimentos são orientadas pelos dados históricos de vendas realizadas pelos distribuidores.

Todas as análises foram realizadas em planilha Excel e os critérios utilizados para seleção desta ferramenta foram os tipos de simulações, a facilidade de entendimento e usabilidade.

3.3.4. Simulação e avaliação de resultados

Definidos os métodos de previsão da demanda e tomando por base os cenários de simulação propostos no estudo, se realizaram as simulações e os respectivos cenários propostos foram avaliados conforme os seguintes parâmetros:

- **Nível de serviço:** o estudo se propôs a avaliar este item conforme a quantidade total de perdas por ruptura, ou “não venda”. Isto implica na

indústria e distribuidor não gerenciarem a demanda em prol de atender a expectativa do cliente, a ponto de perder oportunidades de negócio;

- **Nível de estoques:** o nível de estoques foi mensurado conforme a quantidade total acumulada em excessos de estoque para cada período mensal. Esse indicador faz um bom contraponto ao de Nível de serviço, uma vez que garantir a disponibilidade do produto incorre em maiores estoques de segurança que, por sua vez, também geram custos;
- **Efeito chicote:** a variabilidade da demanda de entrada e saída dos distribuidores também foi mensurada conforme os modelos descritos no referencial, dados pela razão entre variâncias e razão entre coeficientes de variação de pedidos e demandas. O acompanhamento deste indicador permite avaliar o balanceamento da cadeia em relação aos suprimentos.

4. Resultados

Conforme proposto na metodologia, a primeira etapa do estudo foi dedicada à coleta das transações de venda da indústria para seus distribuidores (denominado aqui como *sell in*) e dos distribuidores para os varejos (denominado *sell out*) – segmentados em períodos mensais de 2014 a 2015 e gerando um total de 24 observações por entidade. Como também proposto, foram coletadas as últimas posições de estoque de 2014 em nível de distribuidor e produto, para posterior análise de balanceamento. A coleta foi realizada na ferramenta DSI web utilizada pela indústria e contou com o apoio de especialistas da empresa fornecedora da tecnologia para eliminação de dados espúrios – nas séries históricas analisadas, foram considerados pelos especialistas dados espúrios, aqueles que situavam-se acima de 3 desvios padrão em relação a média da série.

Arbitrariamente definiu-se que seriam analisados 10 (dez) distribuidores em relação ao principal produto comercializado pela indústria analisada (em volume de vendas unitárias) que, individualmente, representa 17% do volume total de movimentações dessa CS nos anos de 2014 e 2015. Para minimizar o impacto das variações no balanceamento de estoques de cada distribuidor, somou-se o total de *sell in* e o total de *sell out* de cada produto. Assim, o resultado apresentou a movimentação total do item na CS.

Inicialmente geraram-se gráficos com os perfis de demanda mensal do produto em análise, para cada distribuidor, de modo a identificar possíveis componentes de tendência ou

sazonalidade. As análises preliminares apontaram comportamentos de demanda com perfis médios e com leve componente de tendência ascendente no tempo.

Por conta dessa análise, os seguintes modelos de previsão foram testados: Médias Móveis, Suavização Exponencial Simples e Suavização Exponencial Dupla de Holt. Salienta-se que os modelos de Média móvel e Suavização exponencial simples, apesar de não atender a necessidade de análise do componente tendência da série, são apresentados no trabalho devido a sua ampla utilização em contexto prático de previsão de demanda de cadeias alimentícias, como descrito por Cecatto et al. (2015).

Para cada distribuidor analisado, verificou-se qual das três alternativas de modelos propostos para previsão das demandas era mais aderente às informações históricas disponibilizadas através do cálculo do erro (e_t) gerado por cada modelo ($e_t = z_t - \hat{z}_t$). Apesar de o critério MAPE (Média Absoluta Percentual dos Erros) ser o mais utilizado para esse tipo de análise, o presente estudo utilizou-se do critério MAE (Média Absoluta dos Erros), devido à existência de dados históricos iguais a zero e que, portanto, inviabilizariam a utilização do MAPE. O MAE calcula-se como: $\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$, tal que n é o número de observações de e_t . As tabelas 1 e 2 ilustram a escolha do modelo preditivo mais aderente a cada série temporal (sell in - sell out) mediante a utilização do MAE (onde os menores índices são considerados os melhores resultados):

Tabela 1 – Testes de modelos de previsão para *sell in*

Fonte: Elaborado pelos autores

DISTRIBUIDOR	MODELOS DE PREVISÃO	MAE
Distribuidor A	Média Móvel	505
	Suavização Exponencial Simples	451
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	549
Distribuidor B	Média Móvel	478
	Suavização Exponencial Simples	501
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	636
Distribuidor C	Média Móvel	2750
	Suavização Exponencial Simples	2539
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	2597
---	---	---

Tabela 2 – Testes de modelos de previsão para *sell out*

Fonte: Elaborado pelos autores

DISTRIBUIDOR	MODELOS DE PREVISÃO	MAE
Distribuidor A	Média Móvel	265
	Suavização Exponencial Simples	240
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	292
Distribuidor B	Média Móvel	361
	Suavização Exponencial Simples	344
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	323
Distribuidor C	Média Móvel	878
	Suavização Exponencial Simples	723
	Suavização Exponencial Dupla de Holt	833
---	---	---

Dos 10 distribuidores analisados, em se observando o modelo de menor MAE para previsão de *sell in*, 8 apresentavam a Suavização Exponencial Simples como o método de melhor desempenho para predição dos dados; os outros 2 tiveram melhor adaptação ao modelo de Médias Móveis. Para *sell out*, foram 7 o número de distribuidores onde a série histórica se adaptou melhor ao modelo de Suavização Exponencial Simples; dois deles tiveram melhor desempenho com Médias Móveis e, os demais, com o Modelo de Holt.

Após a definição dos modelos preditivos de melhor desempenho para cada entidade e série histórica, a análise voltou-se para o levantamento de indicadores de cada cenário. Seguindo a metodologia proposta, avaliaram-se três cenários distintos: Modelo Atual, Gerenciamento da demanda baseado em vendas diretas e Gerenciamento da demanda baseado em demanda real da CS. Para cada uma das entidades e cenários levantou-se os indicadores de nível de serviço (aqui indicados por perdas de oportunidade de venda, ou estoques negativos), níveis de estoque e efeito chicote.

No que compete ao nível de serviço, a amostragem de distribuidores da pesquisa não apresentou perdas de venda nas simulações – ou seja, nunca a demanda de vendas do distribuidor para os varejos esteve acima da quantidade de produtos estocados. Importante salientar que este indicador deve estar bastante alinhado, na CS, com os níveis de estoque uma vez que, para garantir disponibilidade do produto, é necessário ter estoques de segurança mais elevados, o que acarreta em custos. No que compete aos níveis de estoque, segue tabela comparativa dos cenários.

Tabela 3 – Comparativo de cenários: nível médio de estoque

Fonte: Elaborado pelos autores

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
CENÁRIO 1	X	-17,5%	28,3%
CENÁRIO 2	17,5%	X	55,5%
CENÁRIO 3	-28,3%	-55,5%	X

O níveis médios de estoque gerados nos ciclos comparativos, em unidades, demonstram que o Cenário 2 (em que o *sell in* é a base utilizada para planejamento da produção e abastecimento do distribuidor) apresenta os maiores níveis de estoque da simulação, sendo 17,5% superior ao do Cenário 1 (atual) e 55,5% superior ao Cenário 3 (em que o planejamento de produção e abastecimento é baseado nas informações de demanda real da CS). Este, por sua vez, apresenta os menores níveis de estoque no comparativo com os demais cenários; mesmo em relação ao Cenário 1, que traz o modelo de gestão adotado atualmente pela indústria e desconhecido do presente estudo, a redução dos níveis médios de estoque é de 28,3%.

Esse indicador, em cenários simulados com demanda real, comprova que o compartilhamento da informação aliado a uma política de previsão e gestão de demanda centralizada, tem impacto real no balanceamento dos níveis de estoque da cadeia de suprimentos (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 1997; CHEN; DREZNER; RYAN; SIMCHI-LEVI, 2003).

A Tabela 4 mostra os indicadores do EC para cada um dos distribuidores e cenários. A proposição para os Cenários 2 e 3, em que os distribuidores se utilizam exclusivamente das previsões de demanda (em *sell in* ou *sell out*) como parte da política de planejamento de capacidade e gerenciamento de estoques, apresentam reduções significativas na variabilidade da demanda da indústria em relação ao distribuidor. Contudo, é importante salientar que esse cenário só se efetiva se o distribuidor realizar o seu abastecimento, tendo como base os dados previstos nos modelos de cada cenário.

Tabela 4 – Comparativo de cenários: Efeito Chicote

Fonte: Elaborado pelos autores

DISTRIBUIDOR	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
A	2,26	0,03	0,21
B	1,53	0,12	0,01
C	10,09	0,64	0,78
D	2,02	0,03	0,93
E	2,37	0,06	0,33
F	3,62	0,23	0,03
G	11,96	0,05	0,41
H	1,73	0,40	0,21
I	2,58	0,42	0,23
J	0,94	0,01	0,02
Geral	3,91	0,20	0,31

Outra questão importante em relação a este indicador é de que a redução da variabilidade da demanda da indústria para o distribuidor, no Cenário 2, está atrelada a uma ampliação no volume de produtos estocados na entidade a jusante da CS – nesse caso o próprio distribuidor.

Assim como no indicador de nível de balanceamento dos estoques, a redução na variabilidade de demandas da cadeia (mensuradas através do EC) oriunda do compartilhamento da informação e da integração das políticas de gestão foi comprovada na literatura por diversos autores como Lee (1997) e Chen (2003) e é demonstrada nesse estudo prático.

5. Conclusão

Em um cenário de competitividade global, onde garantir altos níveis de serviço aos clientes e reduzir custos são requisitos básicos para o sucesso de uma empresa, a gestão de demanda assume papel fundamental para boa condução de políticas de compras, abastecimento, estoques e logística. Em uma cadeia de suprimentos, essa necessidade é ainda mais premente, dado que os cruzamentos dos fluxos de informações e materiais entre as varias entidades gera variabilidade nas demandas. Dessa forma, para que a CS tenha sucesso é

fundamental que se estabeleça um ambiente de confiança, com compartilhamento de informações e objetivos para qualificar o serviço e atenuar custos.

Ilustrou-se, no estudo, que o compartilhamento de informações na cadeia de suprimentos, alinhado com uma política integrada de previsão e gestão da demanda podem auxiliar toda a cadeia na redução da variabilidade dos pedidos, como verificado através da redução dos índices de efeito chicote do cenário 3. Além disso, não se diagnosticaram prejuízos ao atendimento dos níveis de serviço exigidos pelo mercado com as mudanças de política.

Outro resultado importante apresentado é de que, com o compartilhamento de informações e a visibilidade da demanda real na CS, é possível que se reduzam os níveis médios de estoque dos distribuidores – exemplificado pela redução de 28,3% no comparativo entre o cenário 1 (modelo atual da CS) e do cenário 3 (modelo de gestão por sell out).

Este estudo possui algumas limitações; por exemplo, a gama limitada de modelos de previsão de demanda testados, e a linha de produtos exclusivamente alimentícia. Para estudos futuros, pode-se planejar a inserção de novas variáveis compartilhadas, que possam apresentar influência nos resultados da CS; exemplos incluiriam políticas logísticas e de preços dos produtos.

Referências

- ALMEIDA, M. M. K.; MARINS, F. A. S.; SLAGADO, A. M. P.; SANTOS, F. C. A.; SILVA, S. L. Mitigation of the bullwhipp effect considering trust and colaboration ins supply chain management: a literature review. **Springer-Verlag London**, 2014.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CECATTO, C.; BELFIORE, P. O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias brasileiras. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 2, p. 404-418, 2015
- CHEN, F.; DREZNER, Z.; RYAN, J. K.; SIMCHI-LEVI, D. The impact of exponential smoothing forecasts on the bullwhip effect. **John Wiley & Sons, Inc.** 2000
- CHEN, F.; DREZNER, Z.; RYAN, J. K.; SIMCHI-LEVI, D. The bullwhip effect: managerial insights on the impact of forecasting ad information on variability in a supply chain. **Quantitative models for supply chain management**, 6.ed., Kluwer Academic Publishers, Boston, 885p., 2003.
- CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. São Paulo: Editora Atlas, 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 e Produção**, v.16, n.4, 571-583, 2009.
- FIORIO, J. C.; FOGLIATTO, F. S. Modelagem matemática do efeito chicote em ambientes com demanda e lead time estocásticos. **Pesquisa Operacional**, v.29, n.1, p.129-151, 2009.
- FRANSOO, J. C.; WOUNTERS, M. F. F. Measuring the bullwhip effect in the supply chain. **Supply Chain Management**, v.5, n.2, p.78-89, 2000.
- FURTADO, P. G.; CARVALHO, M. F. H.; Compartilhamento da informação como elemento de coordenação da produção em cadeia de suprimento. **Gestão e Produção**, v. 12, n. 1, p.39-53, 2005.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- JACOBS, F. R.; CHASE, R. B.; **Administração da Produção e de Operações**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. Information distortion in a supply chain: the bulwhipp effect. **Management Science**, v.43, n.4, p.546-558, 1997.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. Forecasting: Methods and Applications. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.

MELO, D.C.; ALCÂNTARA, R. L. C. A gestão da demanda em cadeias de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas. **Gestão e Produção**, v. 18, n. 4, p. 809-824, 2011.

MELO, D.C.; ALCÂNTARA, R. L. C. Um modelo da maturidade da gestão da demanda: um estudo multicaso na cadeia de suprimento de produtos de mercearia básica. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 1, p. 53-66, 2015.

OLIVEIRA, C. M.; CARVALHO, M. F. H. Análise de políticas de gestão em cadeias de suprimentos por modelos de simulação. **Gestão e Produção**, v. 11, n. 3, p. 313-329, 2004.

PELLEGRINI, F.R. Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. **Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2000.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, D. **Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. Editora Atlas, 2007.

WARBURTON, R. D. H. An analytical investigation of the bullwhipp effect. **Production and Operations Management**, v.13, n.2, p.150-160, 2004.