

## INCERTEZA NA CADEIA DE EXPORTAÇÃO DE AÇÚCAR

UNCERTAINTIES IN THE EXPORT SUGARCANE SUPPLY CHAIN

Marcio Cesar dos Santos  
Mestrando na Fundação Getúlio Vargas  
São Paulo, São Paulo, Brasil  
E-mail: mcsantos66@uol.com.br

Luiz Carlos Di Serio  
Professor Titular da Fundação Getúlio Vargas  
São Paulo, São Paulo, Brasil  
E-mail: luiz.diserio@fgv.br

Flávio Romero Macau  
Professor do Programa de Mestrado em Administração na UNIP  
São José dos Campos, São Paulo, Brasil  
E-mail: macau@unip.br

André Luís de Castro Moura Duarte\*  
Professor Adjunto do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa  
São Paulo, São Paulo, Brasil  
E-mail: andrelcmd@insper.edu.br

### RESUMO

Cada vez mais a competição ocorre não só entre empresas, mas entre cadeias de suprimentos, como no caso da exportação do açúcar. O açúcar é uma commodity com baixo valor agregado e gestão da cadeia focada em eficiência, redução de custos e operações enxutas, numa demanda presumida como relativamente estável e certa. Porém, o acúmulo de incertezas nessa cadeia devido a fatores endógenos (e.g. dificuldades de escoamento) e exógenos (e.g. flutuação do mercado) exige dos gestores uma abordagem responsiva. Este estudo tem como objetivo entender o papel dos players da cadeia de suprimentos de exportação do açúcar, identificando os principais riscos que levam a uma maior variação da demanda. Observam-se alguns dos principais players num estudo de caso único, analisando o impacto de fontes de incerteza potenciais em quatro diferentes empresas, todas elos fortes da cadeia. Foram coletados dados de entrevistas semiestruturadas, observações diretas, surveys, informações de entidades de classe, notícias em jornais e Internet. A análise, a partir da triangulação das evidências, resgatou os principais pontos das entrevistas em categorias que identificam as principais incertezas na demanda, no suprimento e na base da cadeia. A conclusão é que seus gestores são desafiados a ter responsividade sem comprometer a eficiência, havendo pontos críticos que demandam atenção.

**Palavras-chave:** Cadeias de Suprimentos; Incerteza; Exportação de *Commodities*; Eficiência; Responsividade.

### ABSTRACT

Increasingly competition is not limited to a vendetta between companies, but involves a match between supply chains, as is the case of the Brazilian sugarcane export market. Sugarcane is a commodity faced with low margins, requiring an "efficiency based management", cost reduction, and operational effectiveness, with a market demand presumed as relatively stable and certain. However, in fact there are a series of uncertainties in this supply chain, due both to endogenous (e.g. inbound flows) and exogenous factors (e.g. market fluctuations), which demands management responsiveness above all. The objective of this article is to understand the roles of different players in the sugarcane export supply chain, assessing key risks that result in increased demand variation. Multiple players was grouped in a case study, analyzing the impact of potential uncertainty sources in four different firms, all strong links in the supply chain. Data was collected from semi structured interviews, field observations, surveys, class representatives, newspapers, and the Internet. Performing a triangulation of evidences, data analysis recollects the main elements of the interviews, proposing categories that identify the main demand uncertainties, supply uncertainties, and upstream uncertainties. The research concludes that managers are challenged to achieve responsiveness without compromising efficiency, taking a number of critical questions into consideration.

**Keywords:** Supply Chain; Uncertainty; Commodities Export; Efficiency; Responsiveness.

Data de submissão: 24 jul. 2013.

Data de aprovação: 18 set. 2013.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, a cadeia sucroalcooleira representa, a princípio, um produto funcional de demanda previsível, que trás importantes resultados econômicos para o país (OLIVEIRA, 2005). Em 2012 o Brasil foi responsável por metade do açúcar comercializado no mundo (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012) e por 20% da produção mundial de etanol (ÚNICA, 2012). Açúcar e etanol são produtos funcionais na classificação de Fisher (1997), e sua cadeia de suprimentos ideal seria a eficiente, com grande foco em custos em detrimento à flexibilidade. Porém, as variações nos preços internacionais, nos volumes das safras da cana-de-açúcar e a possibilidade de alterar o mix de produção das usinas (etanol ou açúcar) trazem grandes incertezas para a cadeia, prejudicando a busca por tais eficiências.

Para entender melhor tal situação este estudo tem como objetivo entender o papel dos *players* da cadeia de suprimentos de exportação do açúcar, identificando os principais riscos que levam a uma maior variação da demanda. O trabalho identifica as principais fontes de incertezas, e as estratégias de redesenho propostas pelas empresas da cadeia para lidar com cada situação. Para alcançar tais objetivos o estudo revisitou o conceito de cadeias de suprimentos de Fisher (1997) e Lee (2002), trazendo a abordagem de Van der Vorst & Beulens (2002) para identificação e caracterização das incertezas, produzindo uma análise crítica das causas e possíveis estratégias de redesenho para mitigar os efeitos. Com o intuito de trazer maior familiaridade ao tema, a pesquisa tem caráter exploratório-descritivo (GIL, 2011), utilizando o método do estudo de caso (YIN, 2005).

Além de ter grande importância para a economia agrícola brasileira, a justificativa para pesquisa está no fato de que, apesar de ser uma *commodity*, o açúcar apresenta sensível incerteza na sua cadeia, não correspondendo a de um produto simples para o qual o desenho de uma cadeia de suprimentos eficiente é projetado. Enquanto a gestão de custos e de estoques é amplamente tratada para o produto, a mesma atenção não é vista para a análise dos riscos na sua cadeia de suprimentos. Como o Brasil responde por cerca de 20% da produção mundial de açúcar, tendo exportado 28 milhões de toneladas em 2010 (ALCOPAR, 2013), é relevante aperfeiçoar o entendimento sobre as incertezas às quais tal escoamento está sujeito.

O estudo é relevante por complementar a literatura tanto para cadeias de suprimentos de *commodities* quanto para análise de seus riscos. A contribuição para academia está na identificação das principais incertezas, categorizadas para uma tomada de decisão mais assertiva frente às incertezas, aperfeiçoando a principal corrente de estudo que identifica as cadeias entre eficientes e responsivas. Para os gestores, o tema é relevante para que possam comparar e direcionar suas decisões, quando do escoamento de produtos com características de cadeia de suprimentos semelhantes a do açúcar.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão da cadeia de suprimentos é um dos principais pontos de atenção da gestão da operação e um importante desafio para os gestores no ambiente competitivo atual (SHEN, 2005). As empresas estão cada vez mais conscientes de que a competição se dá entre cadeias (LAMBERT & COOPER, 2000), e que a integração e o gerenciamento bem sucedidos dos processos entre integrantes da cadeia de suprimentos contribuem decisivamente para o sucesso das empresas envolvidas (SIMON, 2005). Quanto melhor organizada uma cadeia, maior a chance de sucesso. Numa corrente de análise, autores como Lee (2002), Christopher & Towill (2000) e Qi, Boyer & Zhao (2009) defendem que a gestão da cadeia deve estar ligada às características do produto que circula por ela, já que tais características seriam determinantes para as decisões.

### Características do Produto e da Cadeia de Suprimentos

Fisher (1997) é o precursor da abordagem que dá ao produto um papel central na determinação das características da sua cadeia de suprimentos. O autor propõe uma relação entre os produtos (de funcional a inovador) e a forma da cadeia de suprimentos (de eficiente a responsiva). Produtos funcionais não mudam significativamente no tempo, tem demanda previsível e ciclo de vida longo. Devem assim utilizar cadeias de suprimentos eficientes, optando pelo custo como principal objetivo de desempenho em operações. Produtos inovadores mudam rapidamente, tem demanda pouco previsível e ciclo de vida curto. Devem assim utilizar cadeias responsivas, focando na capacidade de responder rapidamente a diferentes exigências, com flexibilidade e rapidez.

Para o autor os aspectos de demanda que diferenciam os produtos são: ciclo de vida, margem de contribuição, variedade (SKUs), custo do não atendimento por falta de estoque (*stockout*), custos de promoções (queima de estoque) e tempo entre o recebimento do pedido e início de produção. Produtos ditos funcionais são aqueles “de prateleira”, disponíveis em grande quantidade no varejo, com pouca diferenciação, que satisfazem necessidades triviais. Não mudam significativamente com o tempo, tem demanda previsível e grande ciclo de vida, num ambiente usualmente de grande competição e baixa margem de contribuição. Lee (2002) reforça que produtos funcionais tendem a ser mais maduros, com processos de suprimento mais estáveis – ainda que para *commodities* do setor agrícola o suprimento, em quantidade e em qualidade, dependa das condições das safras.

Fischer (1997) coloca, por outro lado, que para fugir de baixas margens muitas empresas introduzem produtos inovadores para dar aos consumidores razões adicionais para compra, enfrentando uma demanda pouco previsível. A redução do ciclo de vida e o aumento da variedade trazem ainda mais imprevisibilidade. O produto funcional pode ser visto, quanto a suas características, como antítese do produto inovador. Para Heikkilä (2002) a busca por flexibilidade e customização dos produtos pode ruir a eficiência da cadeia; por outro lado, se não for realizada, fica em risco a satisfação do cliente. Assim, o desenho da cadeia é processo chave no planejamento estratégico das empresas. Fisher (1997) propõe duas formas principais para esse desenho: a cadeia eficiente e a cadeia responsiva.

*Cadeias de suprimentos eficientes* são desenhadas para buscar maior eficiência em custos (FISHER, 1997; LEE, 2002). Ela é caracterizada pela produção em grande escala, com grandes lotes de produção,

permitindo às empresas produzirem a um custo unitário mais baixo (RANDALL, MORGAN & MORTON, 2003). Frequentemente seu tempo de atravessamento (*lead-time*) é alto, levando a uma velocidade de resposta baixa, com pouca flexibilidade.

*Cadeias de suprimentos responsivas* são desenhadas para buscar maior capacidade de responder a mudanças de demanda (FISHER, 1997). Ela é caracterizada por ações que visam reduzir a incerteza, encontrando novas fontes de informação, diversificando fornecedores, cortando tempos de processo, aumentando a flexibilidade e criando excesso intencional de capacidade (ociosidade programada). Buscam adaptar-se rapidamente às constantes mudanças nas necessidades dos clientes, utilizando estratégias de produção sob encomenda e customização em massa (LEE, 2002 e GUNASEKARAN, LAI & CHENG, 2008). Uma cadeia responsiva tem baixo tempo de atravessamento (*lead-time*), rápido *setup* e pequenos lotes de produção, só que frequentemente apresentam custos unitários mais altos (RANDALL, MORGAN & MORTON, 2003).

Para Fisher (1997) produtos funcionais levam ao desenho de uma cadeia eficiente, que privilegia custos. Já produtos inovadores levam ao desenho de uma cadeia responsiva, que privilegia velocidade e flexibilidade. São situações de ajuste estratégico: quanto mais um produto assume características de inovador, mais sua cadeia de suprimentos desloca-se para uma postura mais responsiva. Fora dessa faixa há desajuste e, portanto um desequilíbrio insustentável no longo prazo. Produtos funcionais colocados numa cadeia responsiva não fornecem margem suficiente para arcar com os custos extras; produtos inovadores colocados numa cadeia eficiente não chegam ao mercado a tempo para explorar sua margem superior. No centro do desajuste está a incerteza, tanto da demanda quanto do suprimento.

### Efeitos da Incerteza no Ajuste Estratégico

A proposta de ajuste estratégico de Fisher (1997) tem como premissa importante que produtos funcionais têm demanda previsível. Entretanto, com a globalização de mercados e o rápido fluxo de informações, mesmo mercados tradicionalmente mais estáveis (e.g. *commodities*) tem encontrado forte flutuação no fluxo de produtos. A incerteza é um fator cada vez mais presente nas cadeias de suprimentos (DAVIS, 1993; VAN DER VORST, BEULENS & BEEK, 1998; LIN & CHEN 2003; CHEN & PAULRAJ, 2004; HO, CHI & TAI, 2005; GERMAIN, CLAYCOMB & DRÖGE, 2007), ocorrendo tanto para produtos funcionais quanto para produtos inovadores, trazendo à tona o questionamento sobre qual abordagem estratégica adotar.

A característica do produto não seria mais suficiente para definir o grau de incerteza da sua demanda (GODSELL, HARRISON, EMBERSON & STOREY, 2006; COLLIN, ELORANTA & HOLMSTRÖM, 2009). Seldin & Olhager (2002) enxergam que o ajuste estratégico proposto por Fisher (1997) carece de exemplos práticos: no mercado atual o foco no produto migrou para o foco no cliente final, mais especificamente no comportamento de compra deste. Para Lee (2004) cadeias eficientes arriscam-se a ficar pouco competitivas, pois não conseguem se adaptar rapidamente ao mercado. A eficiência é necessária, mas não garante que as empresas terão melhor desempenho que as rivais. Entendendo por que os clientes finais compram um produto é possível desenvolver uma cadeia estrategicamente direcionada para atender tais necessidades,

não mais voltada à eficiência de produtos ou canais, mas ao comportamento do mercado (GODSELL et al. 2006).

Lee (2002) propõe uma abordagem complementar à Fisher (1997). Trabalhando também com a característica dos produtos, o autor reforça a influência do nível de incerteza da demanda e do fornecimento, acrescentando ao desenho de cadeias de suprimentos as cadeias protegidas e as cadeias ágeis.

*Cadeias de suprimentos protegidas* distribuem e recombina recursos para que o risco de descontinuidade da demanda seja reduzido, por exemplo, com o aumento da diversidade de fornecedores e com o aumento dos estoques *upstream* na cadeia, visando reduzir o risco da falta do produto. Ela parte do princípio de que a demanda do consumidor (ponta final do mercado) é mais constante, estando os riscos concentrados na imprevisibilidade da cadeia em fornecer o produto.

*Cadeias de suprimentos ágeis*, além de terem o risco de não suprimento protegido por estoques ou outros recursos compartilhados, são direcionadas para serem responsivas e flexíveis à necessidade dos clientes, de modo atuarem com a imprevisibilidade tanto da descontinuidade (fornecedores) quanto da demanda (clientes). A combinação das propostas de Lee (2002) e Fisher (1997) é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Combinação do ajuste estratégico da cadeia com a incerteza

		INCERTEZA NA DEMANDA	
		Baixa (Produtos Funcionais)	Alta (Produtos Inovadores)
INCERTEZA NO SUPRIMENTO	Baixa (processos estáveis)	CADEIAS DE SUPRIMENTOS EFICIENTES	CADEIAS DE SUPRIMENTOS RESPONSIVAS
	Alta (processos em evolução)	CADEIAS DE SUPRIMENTOS PROTEGIDAS	CADEIAS DE SUPRIMENTOS ÁGEIS

Fonte: LEE (2002, p. 114).

### Incertezas na Cadeia de Suprimentos

Chen & Paulraj (2004) apontam que a incerteza é um constructo emergente em diversos campos de estudo, como teoria organizacional, marketing e estratégia. Na área de operações as variações causadas por incertezas aparecem como um importante fator de impacto no desempenho das cadeias de suprimentos. Davis (1993), Ho, Chi & Tai (2005) e Van der Vorst, Beulens & Beek (1998) apresentam como fontes de incerteza que prejudicam o desempenho das cadeias de suprimentos:

- *Incerteza no suprimento: baixa performance de entregas, tanto por atrasos quanto por inconsistência dos pedidos;*
- *Incerteza na manufatura: baixa performance nos processos produtivos, tais como quebra de máquinas, problemas de qualidade e instabilidade de processos;*
- *Incerteza na demanda: previsão de demanda ruim, acompanhamento insuficiente do movimento dos competidores da cadeia;*
- *Incerteza na tecnologia: mudanças tecnológicas que atingem o setor.*

Incertezas causadas por qualidade, confiabilidade nos fornecedores e imprevisibilidade na demanda em cada elo da cadeia colaboram para a criação de estoques, produzindo excesso de capacidade (VAN DER VORST, BEULENS & BEEK, 1998). Num pedido criado numa cadeia enxuta e responsiva as incertezas que restringem a performance operacional são tratadas sistematicamente, em conjunto em todos os seus estágios. Segundo Van der Vorst & Beulens (2002) as incertezas se propagam através da cadeia e levam a processos ineficientes, além de atividades que não adicionam valor. A existência de incertezas estimula os gestores a criarem estoques e mais armazenamento, com o objetivo de prevenir o baixo desempenho da cadeia. Parcerias com fornecedores e clientes chave podem reduzir a incerteza e a complexidade de mudanças no ambiente.

A incerteza inerente à cadeia tem um elemento exógeno para qualquer participante, porque o funcionamento da cadeia depende não só de um ator. Estes outros participantes compartilham com determinadas empresas da cadeia objetivos e motivações, mas também possuem seus próprios *drivers*, que podem entrar em conflito com a cadeia como um todo (HULT, KETCHEN & ARRFELT, 2007). Assim, para identificar efetivamente uma estratégia de redesenho para uma cadeia de suprimentos estabelecida é preciso focar a identificação e o gerenciamento das fontes de incerteza no processo decisório, aquelas que mais obstruem a otimização da performance da cadeia como um todo. Van der Vorst & Beulens (2002) propõem como fontes genéricas de incertezas:

- *Características Inerentes: levam a flutuações de tempo, qualidade e quantidade em função de aspectos como demanda (e.g. padrões sazonais, mudança na preferência dos clientes), produto (e.g. perecibilidade, com suas necessidades especiais de transporte e embalagem), processo (e.g. instabilidades causando variabilidade de saída e perdas), e suprimentos (e.g. variações naturais de qualidade devido a padrões sazonais).*

- *Configuração*: infraestrutura da cadeia de suprimentos no atendimento de grandes distâncias entre fornecedores e clientes, e as interações paralelas dos ativos existentes;
- *Controle*: previsão do horizonte do pedido e a complexidade das políticas decisórias;
- *Sistema de Informações*: relacionado a dados incorretos, fora do tempo ou não aplicáveis;
- *Estrutura organizacional*: relacionada à cultura das empresas, divisão de responsabilidade e autoridade. Este aspecto leva ao comportamento humano nas decisões que proporcionam diferentes resultados em função de influências cognitivas e políticas.

Uma vez desenvolvida uma lista genérica de incertezas e estratégias de redesenho da cadeia, Van der Vorst & Beulens (2002) propõem uma relação entre cada incerteza e a estratégia de redesenho da cadeia adequada. Parcerias com fornecedores e clientes chave também podem reduzir a incerteza e a complexidade de mudanças no ambiente. Seja qual for a ação, o objetivo de ajustar estrategicamente a cadeia para lidar melhor com os efeitos da incerteza deve prevalecer.

## METODOLOGIA

Com objetivo de estudar a cadeia de suprimentos para exportação de açúcar, desde a saída da usina até o embarque do produto, foi escolhido o método de estudo de caso, partindo para uma abordagem qualitativa. Segundo Collins & Hussey (2005) o estudo de caso pode buscar tanto descrever a prática corrente quanto utilizar a teoria existente para tentar explicar e entender o que está acontecendo. O presente estudo de caso único (YIN, 2005; EISENHART, 1989) envolveu quatro diferentes empresas, todas elas fortes dessa cadeia – principais players no mercado de exportação de açúcar em função dos volumes comercializados, produzidos ou movimentados.

Considerando que existem transações na movimentação de açúcar para exportação entre as empresas selecionadas, o total da movimentação delas não é a soma de suas movimentações individuais, mas de qualquer forma a quantidade de açúcar exportado por elas na safra 2009/2010 foi de 17 milhões de toneladas, num total de 24 milhões de toneladas escoadas pelo Brasil. Assim, essas empresas foram escolhidas não só pela representatividade de seus números, mas também por apresentarem estratégias diferenciadas para gestão das incertezas na cadeia. São elas:

- *Empresa A*: multinacional de agronegócios e alimentos, com faturamento no Brasil de mais de R\$ 10 bilhões. Parte de sua produção é própria e parte terceirizada.
- *Empresa B*: multinacional de agronegócio e alimentos, com receita líquida no Brasil de mais de R\$ 16 bilhões.
- *Empresa C*: especializada no setor sucroalcooleiro e de energia, com receita líquida de R\$ 3 bilhões e produção de 2,8 milhões de toneladas de açúcar em 2008/09.
- *Empresa D*: especializada no setor sucroalcooleiro, atua na integração da cadeia do negócio de açúcar e bioenergia, com faturamento de mais de R\$ 10 bilhões.

Nenhuma das empresas permitiu sua identificação completa, tão pouco a divulgação do nome dos gestores entrevistados, que tiveram sua confidencialidade respeitada. Foram coletados dados de múltiplas fontes (triangulação): entrevistas semiestruturadas, observações diretas (visitas a campo), informações de entidades de classe, notícias em jornais e Internet. Segundo Eisenhardt (1989), o cruzamento de informações reduz o risco de falsas conclusões oriundo de um processo pobre de coleta de informações. Assim foi possível confrontar os depoimentos com outras evidências secundárias, avaliando a consistência nas respostas. O objetivo da pesquisa foi mapear os processos da cadeia de exportação do açúcar, contando com o apoio de um gestor com larga experiência e em posição de decisão em cada empresa. Como base teórica foi empregado o referencial de Van der Vorst & Beulens (2002) sobre as fontes genéricas de incerteza aplicadas à cadeia.

Entendido o macro processo, a *Empresa D* foi escolhida para um aprofundamento, com mais cinco entrevistas e coleta de dados com gestores intermediários e analistas seniores, pertencentes a diferentes áreas – todas ligadas diretamente à operação. Os profissionais entrevistados são considerados pelo mercado como conhecedores profundos da cadeia produtiva do açúcar:

- Entrevistado 1: executivo da Empresa A, responsável pela definição de estratégias e execução da logística do açúcar para exportação;
- Entrevistado 2: gerente de logística da Empresa B, responsável pelo gerenciamento da cadeia de suprimento para o terminal portuário da mesma e gerenciamento dos embarques;
- Entrevistado 3: gerente de logística da Empresa C, responsável pela cadeia de abastecimento para seus terminais portuários e embarques no porto;
- Entrevistado 4: responsável pelas gerências de planejamento, logística nacional e operações portuárias e qualidade na Empresa D;
- Entrevistado 5: responsável pelos embarques e logística portuária da Empresa D;
- Entrevistado 6: responsável pela logística do mercado externo e interno de açúcar e etanol da Empresa D;
- Entrevistado 7: responsável pelo planejamento de escoamento e distribuição do mercado interno e externo de açúcar e etanol da Empresa D;
- Entrevistado 8: especialista em logística da Empresa D, responsável pela execução da logística do açúcar e etanol no mercado interno e externo;
- Entrevistado 9: especialista na operação portuária da Empresa D.

A coleta de dados primários foi realizada em duas etapas. A primeira etapa contou com entrevistas usando um questionário semiestruturado com questões abertas, com o objetivo de identificar a configuração da cadeia de suprimentos de exportação do açúcar e as suas principais fontes de incertezas. A segunda etapa contou com um questionário estruturado e questões fechadas (estilo *survey*), com o objetivo de identificar as principais fontes de incerteza, medindo numa escala simples o grau de relevância de cada risco de acordo com cada entrevistado, dando margem para que fossem apontadas possíveis ações das empresas para minimizar riscos. A nota atribuída foi de 1 (menos importante) até 5 (mais importante). Na análise são apresentadas as médias para cada fator identificado pelos respondentes. Ainda que tenha empregado a

quantificação da opinião dos respondentes no *survey*, a pesquisa mantém seu caráter qualitativo, ao buscar as explicações para o fenômeno a partir da interpretação de evidências iminentemente não numéricas, presentes no discurso dos atores envolvidos na cadeia de suprimentos de exportação de açúcar.

As evidências resultantes foram examinadas, categorizadas e classificadas para estabelecer uma ordem, respondendo às duas perguntas fundamentais propostas por Yin (2003): o quê foi observado e por que. Das técnicas primárias de análise propostas pelo autor foram procurados padrões de comparação entre a parte empírica (principalmente as entrevistas) e a base prognóstica (baseada no referencial teórico), buscando coincidências para aumentar a validade da pesquisa. Pode ser estabelecido um paralelo entre a análise da fala dos entrevistados, mesclada à resposta aos questionários pelos participantes do *survey*, e a análise de conteúdo proposta por Bardin (1979). Ao resgatar as principais evidências a análise estabeleceu categorias emergentes da fala dos gestores, avaliando concordâncias e discordâncias, confrontadas com informações dos sites das empresas, de relatórios setoriais, de jornais e revistas de gestão. A descrição da cadeia resultante e a análise das incertezas envolvidas na gestão da cadeia estudada são apresentadas a seguir.

## **A CADEIA DE EXPORTAÇÃO DO AÇÚCAR**

O açúcar exportado pelo Brasil é basicamente separado em duas classes, o açúcar bruto (VHP ou VVHP) e o cristal. Cada tipo tem aplicação, mercado e operação diferentes. O açúcar bruto normalmente é transportado a granel, sem embalagem, e não é adequado para consumo antes do beneficiamento industrial. O açúcar cristal vem pronto para consumo final, normalmente transportado em embalagens especiais (sacos de 50 Kg), que garantem as características do produto. No destino ele é fracionado em novas embalagens para distribuição ao varejo, ou consumido por indústrias de bebida, chocolate, xarope e afins.

O Brasil é um grande exportador mundial de açúcar. Na safra de 2011-2012, a exportação do açúcar totalizou US\$ 15 bilhões (UNICA, 2012). Segundo dados do MAPA (2009) a projeção de aumento *per capita* mundial do consumo de açúcar é da ordem de 2% a.a. e a participação do Brasil no comércio mundial se manterá alta, com o preço elevado ajudando no crescimento das exportações de açúcar frente à principal alternativa de beneficiamento da cana de açúcar – o álcool combustível (etanol).

Segundo Oliveira (2005), a possibilidade de produzir tanto açúcar como etanol proporciona ao setor uma capacidade de arbitragem importante, baseada nos preços do mercado internacional e no nível de comprometimento de venda prévio realizado pela unidade produtora. Em alguns períodos a produção de açúcar fica mais rentável que a do etanol, e a usina destina sua matéria prima para a produção de açúcar (ou vice-versa). No mercado brasileiro destaca-se o significativo aumento nas vendas de carros bicombustível e o uso de um percentual de etanol misturado na gasolina, que varia conforme interesse do governo. Estes fatores afetam o preço e a oferta do açúcar para exportação.

A estrutura da cadeia de suprimentos de exportação do açúcar mapeada pela presente pesquisa começa na usina, passa pelo transporte ao terminal portuário, e deste para o cliente final via transporte marítimo. Os principais *players* dessa estrutura simplificada são:

- *Fornecedor da matéria prima (produtor agrícola)*: há fazendas independentes e fazendas das próprias usinas. É prática comum as fazendas arrendarem terras para plantação da cana-de-açúcar. No caso dos produtores independentes também é comum contratos de fornecimento para as usinas.
- *Fornecedor do açúcar (usina)*: é na usina que ocorre a produção e beneficiamento do açúcar. Elas são projetadas para produção mista, tanto de açúcar quanto de etanol. As Empresas A e B possuem poucas usinas próprias, e também baixo relacionamento com as que contratam, atuando basicamente como *trading companies*. A Empresa C é a mais integrada verticalmente, com a maior parte da produção própria. A Empresa D, apesar de não possuir ativos de produção, tem forte relacionamento com as usinas.
- *Fornecedor de armazéns intermediários*: agregam espaços adicionais localizados estrategicamente na região das usinas produtoras. Todas as empresas pesquisadas utilizam estes armazéns, porém o relacionamento tende a ser pontual, no máximo contratado por uma safra. As Empresas A e B utilizam estes armazéns como reguladores no processo de aquisição, retirada da usina e momento de venda. As Empresas C e D, por estarem mais integradas com a produção, fazem gestão de estoque em parceria com as usinas e tem menor necessidade desse recurso, mas também recorrem à armazenagem externa quando há desequilíbrio entre produção e demanda. Estas empresas, nos últimos anos, vêm investindo fortemente em infraestrutura logística e no modal ferroviário
- *Fornecedor de transporte rodoviário*: o modal rodoviário é predominante no transporte do açúcar para os portos brasileiros, e há intensa competição por este modal entre as empresas desta cadeia. As Empresas A e B contratam das usinas o produto transportado até o porto e não se envolvem nesta operação. A empresa C, por possuir as próprias usinas, é um forte contratante, assim como a Empresa D. A busca por espaço de transporte é intensa devido à concentração geográfica das usinas e à concentração da demanda por fatores sazonais, climáticos ou de mercado. Outro agravante é a competição com culturas como soja e café.
- *Fornecedor de unidades de transbordo rodo-ferroviário*: tais instalações permitem a mudança do modal rodoviário para o ferroviário. As Empresas A e B não se envolvem nesta operação (exigência do produto no porto). Já as Empresas C e D investiram nos últimos anos fortemente em terminais de transbordo ferroviário, aumentando o mix de transporte ferroviário ao Porto de Santos significativamente.
- *Fornecedor de transporte ferroviário*: A empresa C, dentre todas é a que mais investiu em ativos ferroviários, constituindo uma empresa dedicada ao negócio logística, com foco no transporte ferroviário, modal este também perseguido pelas demais cadeias.
- *Fornecedor de transporte hidroviário*: a utilização deste modal para a exportação e açúcar ainda é desprezível em volume. Sua utilização é direcionada sobretudo em função da localização

geográfica de determinada usina. C e D manifestaram a intenção de crescer neste modal, porém sem um movimento relevante até 2013.

- *Fornecedor de serviços de operações portuárias (terminais portuários)*: ativo considerado estratégico por todas as empresas estudadas. Esses terminais são especializados na operação de embarque de açúcar. No Porto de Santos estão instalados os maiores terminais para operação de açúcar no país: Rumo Logística, Copersucar e TEAG Guarujá, sendo que a Copersucar inaugurou em Junho de 2013 a ampliação de sua capacidade de embarque, elevada de 5 para 10 milhões de toneladas. Movimento similar ocorreu na Rumo Logística, fazendo destes dois terminais o maior corredor mundial para a exportação de açúcar. A Empresa A não possui participação majoritária em nenhum deles, e contrata serviços distribuindo seus embarques. As Empresas B, C e D operam com terminais próprios. Os altos custos fixos exigidos para a manutenção destes ativos fazem com que as empresas B, C e D prestem serviços para outras empresas exportadoras de açúcar.
- *Fornecedor de serviços de fretamento de navios (armadores e representantes)*: a demanda nos portos define a movimentação para trás da cadeia, sendo definida a partir do conhecimento das datas de embarque. A gestão dos navios é central no fluxo de produto na cadeia. As Empresas A e B mantêm em suas estruturas a gestão sobre os navios, ou seja, ambas mantêm fretados navios por tempo determinado, permitindo que escolham a frota sob sua gestão, quais os navios que otimizam o escoamento do produto em função da localização e disponibilidade. A empresa C opera com vendas FOB, ou seja, o cliente é responsável pela contratação e nomeação do navio para ser carregado. A empresa D, nos últimos anos, passou a atuar diretamente no afretamento de navios, e apesar de não possuir navios afretados por tempo determinado como as empresas A e B, ela consegue um benefício similar, reduzindo assim seus riscos para essa variável.
- *Intermediários na comercialização do açúcar (tradings)*: o açúcar é normalmente comercializado por *Tradings Companies*. A participação destas empresas como intermediárias entre usina e importador tem impacto direto na estratégia da cadeia de suprimentos, principalmente quando as *Tradings* não têm parcerias e participação em ativos estratégicos, como usinas e terminais. A Empresa A é predominantemente uma *Trading*, realizando a intermediação entre produtor e importador. A Empresa B tem uma estratégia parecida, atuando como intermediária entre produtor e importador, mas também fazendo o papel de importador e até de consumidor final do produto. As Empresas C e D vêm ampliando sua participação em vendas diretas ao importador, utilizando cada vez menos o intermediário.
- *Clientes*: refinarias, bolsas de mercadorias e *tradings* são clientes de primeira camada dessas empresas, por serem os compradores ou tomadores diretos do produto. A *Trading* muitas vezes também faz o papel de importador, repassando o produto para os clientes de segunda camada - indústrias que usam o açúcar como matéria-prima.

O foco de atuação de cada empresa faz com que diferentes incertezas sejam percebidas como críticas. Seja qual for o arranjo, é fato que a demanda pelo produto é cada vez mais incerta, seja devido à sazonalidade, ao clima, à concorrência com o etanol, aos substitutos (açúcar e álcool de beterraba e, principalmente, milho), instabilidade dos clientes (crises na ponta de consumo), dentre outros.

### INCERTEZAS NA CADEIA

Para Van der Vorst & Beulens (2002) as fontes de incerteza na cadeia de suprimentos podem ser: inerentes, fruto de sua configuração; da estrutura de controle existente; do sistema de informações; ou finalmente da sua própria estrutura organizacional. Essas categorias foram mantidas para análise das entrevistas, visando identificar para cada empresa quais seriam as incertezas mais relevantes na cadeia estudada. Além disso, foi observado que restrições são impostas por cada incerteza, e que sugestões de mudança na sua configuração são executadas para dirimir possíveis impactos.

O principal fator de risco identificado pelos entrevistados é o **inerente à cadeia**, vindo da oscilação tanto de demanda (o comprador adquire o açúcar de forma não homogênea) quanto do câmbio (oscila independentemente das ações dos participantes da cadeia). Com relevância 4,8 em 5,0 pontos possíveis. Tal incerteza provoca um efeito chicote, que aumenta a oscilação do fluxo físico: grandes volumes são comercializados em intervalos curtos de tempo, buscando maximizar a oportunidade (ou minimizar perdas), exigindo, portanto mais infraestrutura logística (ou sofrendo pela sua ausência) e maiores estoques (ou perdendo produto pela insuficiência dos mesmos). A arbitragem de mercado, que confronta demanda interna e externa, bem como a possibilidade de produção de etanol no lugar do açúcar, amplia ainda mais tal incerteza. Uma ação identificada pelos entrevistados de grande impacto, mas difícil implantação foi o maior alinhamento da área comercial com a área de logística da empresa, refletindo em custos operacionais totais menores, e não só numa análise de preço (comercial) de momento. Mais factível e utilizado é o estabelecimento de contratos de longo prazo, que nivelam os volumes fornecidos e atenuam a variação dos preços.

Em seguida foram identificados três fontes de incerteza com valor semelhante na avaliação da relevância: (i) a oferta de transporte (3,9); (ii) a janela de embarque (3,8); (iii) a produção e expedição do açúcar nas usinas (3,7). Enquanto (i) e (iii) refletem características de configuração da cadeia, (ii) está ligada ao seu controle.

(i) A oferta de transporte (rodoviário, ferroviário e marítimo) ocorre principalmente devido a concorrência com outras *commodities*. A sazonalidade das safras é um fato, e a margem de manobra é reduzida pela limitação da estocabilidade (produto perecível) e da armazenagem (insuficiente no agronegócio brasileiro em geral). A indisponibilidade de transporte devido ao tamanho insuficiente das frotas, principalmente no transporte rodoviário, é citado em vários momentos pelos entrevistados. Menos capacidade de escoamento diminui a margem para se lidar com oscilação fluxo físico, aumentando as perdas (filas de embarque em rodovias e terminais intermodais) e os custos. Parcerias de longo prazo com fornecedores de transporte, principalmente terrestre, atenuam os efeitos do transporte, permitindo inclusive trabalhar mais com fornecedores mais profissionais (principalmente no modal rodoviário). A realização de vendas CIF minimiza o problema para a usina, mas não o elimina na cadeia. A aquisição de ativos, que passam a trabalhar de forma mais integrada (verticalização) é a opção mais eficaz, mas de alto investimento.

(ii) A janela de embarque tem interpretação mais simples, nem por isso menos relevante. o horizonte do pedido interfere no fluxo físico do produto, e pode ser ajustado contratualmente para reduzir os efeitos, por exemplo, da oferta de transporte (se houver estocagem disponível). A alteração dos modelos de contrato,

para um maior controle do fluxo, é a principal ação a ser tomada, envolvendo negociações de longo prazo e o desenvolvimento conjunto de clientes.

(iii) Já a produção e expedição de açúcar nas usinas é um fator de configuração da cadeia. Pode ser iminentemente interno, por problemas no processo produtivo da usina (e.g. quebra de máquina); ou externo, devido a fatores climáticos que afetam o volume da safra, e ou o momento em que ela pode ser colhida. Qualquer que seja a origem tais fatos podem levar ao não atendimento do pedido. Para minimizar tal risco os entrevistados citam a importância em trabalhar com diversas fontes de suprimento, mesmo nos negócios mais verticalizados, mesclando possibilidades para manter a estabilidade da operação.

Outros fatores identificados, mas apontados como menos relevantes na construção da incerteza na cadeia de exportação do açúcar brasileiro foram:

- Comercialização e processo de nomeação de venda física (média 3,1). Ligado à estrutura de controle, decorre da existência de intermediários na venda, podendo ser atenuado por contratos de longo prazo e venda direta.
- Acesso a informação de oferta de frete (média 3,1). Ligado aos sistemas de informação da cadeia, decorre da falta de informação sobre fretes, podendo ser atenuado por um maior desenvolvimento e acesso a bancos de dados do governo ou de associações.
- Qualidade do produto (média 2,5). Inerente à cadeia, é um item de pouca preocupação, contornável internamente pela atenção ao controle de qualidade na produção e externamente atenuado trabalhando-se com diversas fontes de suprimento.

Identificadas as principais fontes de incerteza, foi perguntado aos entrevistados não só que ações específicas tomar a respeito, mas quais estratégias emergem dessas constatações para orientar a fixação de valor do negócio nas suas empresas. Tal análise foi comparada novamente à estrutura proposta por Van der Vorst & Beulens (2002).

## **REDESENHO NA CADEIA**

Van der Vorst & Beulens (2002) propõem para cada fonte de incerteza uma estratégia de redesenho adequada. As ações de redesenho colocadas pelos entrevistados abrangem o curto, médio e longo prazo. Seu impacto na configuração da cadeia varia, de modo que devem ser priorizadas de acordo com a dificuldade de implantação e resultado esperado (esforço x impacto). As principais linhas extraídas do discurso dos entrevistados apontam para estratégias ligadas à:

- Demanda: redesenhar contratos com menores janelas de entrega; ampliar relacionamento com destino de exportação; estabelecer infraestrutura de troca de informações de demanda, suprimento e estoque; integrar a função comercial na gestão da cadeia.
- Qualidade do Produto: integrar informações de qualidade na origem; reduzir o número de diferentes tipos de açúcares; intensificar processo de postergação da finalização do produto (*postponement*).

- Produção e Expedição: aumentar o número de usinas aptas a expedir o produto.
- Suprimento do Açúcar: aumentar o número de usinas aptas a expedir o produto; diversificar geograficamente as usinas fornecedoras.
- Infraestrutura: profissionalização de fornecimento de frete rodoviário; investimento em ativos ferroviários e rodoviários especializados em açúcar; estabelecer contratos de longo prazo com fornecedores de transporte rodoviário e ferroviário; investimento em ampliação e modernização da operação portuária; afretamento de navios em time charter, aumentar níveis de vendas CIF, aumento da capacidade de armazenagem em usinas, criação de estoques de segurança próximo aos portos, com a criação de fluxos contínuos de transporte rodoviário e ferroviário para estes armazéns ou terminais; reduzir competição entre cadeias de açúcar pelos mesmos ativos (contratá-los de forma colaborativa ou conjunta).
- Sistemas de Informação: implantar sistemas de TI para troca de informações de demanda, suprimentos e estoques entre os membros da cadeia; implantar sistemas para suporte de decisão; eliminar atividades que não agregam valor; implementar sistemas de troca de informação em tempo real; reduzir tempos perdidos; desenvolver base comum de dados à cadeia; desenvolver conjuntamente indicadores de performance e formas de medir o desempenho da cadeia.
- Horizonte do Pedido: implantar sistemas de TI para troca de informações de demanda, suprimentos e estoques entre os membros da cadeia; implementar sistemas de troca de informação em tempo real; redesenhar contratos com menores janelas de entrega e integrar a função comercial na gestão da cadeia de suprimentos.
- Autoridade e Responsabilidade na Cadeia: reduzir intervenção humana; alinhar incentivos entre membros da cadeia e alinhar incentivos entre empregados e empresas.

Observou-se, porém, que as diferentes empresas participantes do estudo possuíam diferentes desenhos de cadeia, logo lidavam com as incertezas utilizando diferentes estratégias. Os principais desafios comuns identificados apontam fortemente para questões de infraestrutura (típicas do chamado "custo Brasil") e de sistemas de informação. Outro ponto que mereceu algum destaque como uma possível resposta às incertezas estava relacionado à cooperação entre os players da cadeia, em especial entre empresas competidoras.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia de estudar a exportação de açúcar surgiu por debates no ambiente acadêmico, frente a impressão de que como qualquer *commodity* a cadeia de suprimentos do açúcar para exportação deveria priorizar a eficiência e redução de custos, dado o baixo valor agregado e a pouca necessidade de flexibilidade originalmente associada a um produto que não é inovador. Para discutir (e contestar) essa proposição o presente trabalho explorou teorias sobre cadeias eficientes e responsivas, abordando estudos complementares ligados à incerteza, já que a aplicação direta de uma única teoria, como Fisher (1997), não é suficiente para explicar o fenômeno da exportação do açúcar.

O açúcar não é um produto inovador, com altas margens de contribuição e ciclo de vida curto, porém a pesquisa mostrou a forte presença de incertezas na cadeia, relacionadas a outros fatores que não as características do produto. Foi possível observar, por exemplo, que as principais fontes de incerteza relacionam-se a características intrínsecas da cadeia.

É possível concluir que o referencial teórico proposto por Fisher (1997) apresenta algumas restrições para análise de *commodities* agrícolas, em particular o açúcar. O contexto que regula a relação de compra e venda nesse caso é tão ou mais importante que a característica do produto. O açúcar possui um mercado internacional complexo, com reflexos imediatos em sua cadeia de suprimentos. Assim, os gestores de tal cadeia precisam ir além do referencial de Fisher (1997), buscando um sistema híbrido, mesclando responsividade à minimização de custos, como o proposto por Lee (2002). O autor também trabalha a característica funcional e inovadora dos produtos, reforçando o ponto da incerteza, tanto do lado da demanda como do suprimento.

A análise da cadeia estudada à luz do referencial teórico proposto por Lee (2002) pode ser aplicada quando focamos a redução nas incertezas na demanda e suprimentos como uma condição para a migração para uma cadeia eficiente, sem para isto relacioná-las à característica do produto. As entrevistas relacionadas com gestores da cadeia exportadora de açúcar encaixam-se nesse referencial, somando evidências para os arranjos propostos ainda por Van der Vorst & Beulens (2002).

A partir das incertezas identificadas na presente pesquisa, sugere-se que a cadeia exportadora de açúcar não consegue ser absolutamente eficiente, buscando continuamente ações para redução nas incertezas, principalmente de demanda, para sua evolução, principalmente para minimizar o fluxo físico, levando à redução de custos e maior lucratividade. O mapeamento das incertezas expôs de maneira estruturada e hierarquizada os impactos nessa cadeia, com os gestores apontando estratégias para lidar com tais questões. O resultado mostrou que o nível de incertezas observadas é pouco compatível com uma visão de cadeia eficiente, focada somente em custo. As incertezas que desestabilizam a cadeia pedem por ações que foquem tanto a redução de custos quanto a responsividade e a agilidade, trazendo grandes desafios para a gestão da cadeia de suprimentos do açúcar.

Trabalhos futuros devem aprofundar as relações de causa e efeito que impactem na demanda, sugerindo padrões claros, inclusive quantitativos, de que decisão tomar para responder de modo mais eficiente a cada situação - a busca por modelos matemáticos de apoio à decisão é um complemento importante. Enquanto limitação, a quantificação apresentada no presente estudo é mínima, não permitindo, por exemplo, um tratamento estatístico das colocações dos respondentes do *survey*, dado o pequeno número de participantes. Além disso, ainda que os principais *players* sejam considerados, não foi possível atingir a totalidade (ou mesmo a saturação) de empresas que lidam diariamente com a cadeia de exportação de açúcar no Brasil. As respostas foram também concentradas em alguns poucos gestores, que ainda que representativos, não envolvem diretamente a visão de uma série de outros atores (e.g. presidentes, planejadores de embarque) envolvidos na cadeia.

Apesar disso, o reconhecimento de que a cadeia de exportação brasileira de açúcar possui incertezas que exigem flexibilidade pode ajudar os gestores a aceitar custos adicionais, quando estes proporcionarem ganhos globais. O reconhecimento destas incertezas pode também ajudar a focar esforços coordenados para

minimizar tais custos, com a aplicação de estratégias adequadas e conjuntas, até entre competidores, na gestão dessa cadeia.

### REFERÊNCIAS

ALCOPAR. Principais Países Importadores Do Açúcar Brasileiro. Recuperado em novembro de 2013 de [http://www.alcopar.org.br/estatisticas/paises\\_imp.htm](http://www.alcopar.org.br/estatisticas/paises_imp.htm)

Bardin, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1979.

CHEN, I. J.; PAULRAJ, A. Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. *Journal of Operations Management*, v.22, p. 119-150, 2004.

CHRISTOPHER, M., TOWILL, D. R. Supply chain migration from lean and functional to agile and customized. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5 (4), p. 206-213, 2000.

COLLIN, J.; ELORANTA, E.; HOLMSTRÖM, J. How to design the right supply chains for your customers. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14 (6), p. 411-417, 2009.

COLLINS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

DAVIS, T. Effective supply chain management. *Sloan Management Review*. p. 35-46, 1993.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, Out. 1989.

FISHER, M. L. What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, Boston, p. 105-116, Mar/Abr 1997.

FISHER, M. L.; HAMMOND, J.; OBERMEYER, W.; RAMAN, A. Configuring a supply chain to reduce the cost of demand uncertainty. *Production and Operation Management*, v.06, n. 3, p. 21-25, 1997.

GERMAIN, R.; CLAYCOMB, C.; DRÖGE, C. Supply chain variability, organizational structure, and performance: the moderating effect of demand unpredictability. *Journal of Operations Management*, v. 26, p. 557-570, 2007.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 6ª ed., 2011.

GODSELL, J.; HARRISON, A.; EMBERSON, C.; STOREY, J. Customer responsive supply chain strategy: an unnatural act? *International Journal of Logistics*, v.9, n. 1, p. 47-56, Mar 2006.

GUNASEKARAN, A.; LAI, K.; EDWINCHENG, T. Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. *Omega*, 36 (4), p. 549-564, 2008.

HEIKKILÄ, J. From supply to demand chain management: efficiency and customer satisfaction. *Journal of Operation Management*, v. 20, p. 747-767, 2002.

HO, C. F.; CHI, Y. P.; TAI, Y. M. A structural approach to measuring uncertainty in supply chains. *International Journal of Electronic Commerce*, v. 9, n. 3, p. 91-114, 2005.

HULT, G. T. M.; KETCHEN, D. J.; ARRFELT, M. Strategic supply chain management: improving performance through a culture of competitiveness and knowledge management. *Strategic Management Journal*, 28 (10), p. 1035-1052, 2007.

LAMBERT, D. M., COOPER, M. C. Issues in supply chain management, *Industrial Marketing Management*, v. 29, p. 65-83, 2000.

LEE, H. L. Aligning supply chain strategies with product uncertainties. *California Management Review*, v.44, n.3, p.105-119, 2002.

LEE, H. L. The Triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, Boston, p.102-112, 2004.

LIN, C.; CHEN, H. Dynamic allocation of uncertain supply for the perishable commodity supply chain. *International Journal of Production Research*, v.41, n.13, p. 3119-3138, 2003.

LO, S. M.; POWER, D. An empirical investigation of the relationship between product nature and supply chain strategy. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15 (2), p. 139-153, 2010.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico da agroenergia. Brasília, 2009.

Ministério da Agricultura. Cana de Açúcar. Recuperado em julho de 2012 de <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Principais produtos exportados. Recuperado em agosto de 2012 de [http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/60\\_principais\\_produtos\\_exportados](http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/60_principais_produtos_exportados).

OLIVEIRA, A. M. K. Potencial da logística ferroviária para a movimentação de açúcar para a exportação no Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

QI, Y.; BOYER, K.; ZHAO, K. Supply chain strategy, product characteristics, and performance impact: evidence from Chinese manufacturers. *Decision Science*, 40 (4), p. 667-695, 2009.

RANDALL, T. R. ; MORGAN, R. M.; MORTON, A. R. Efficient versus responsive supply chain choice: an empirical examination of influential factors. *Journal of Product Innovation Management*, v. 20, p. 430-443, 2003.

SELDIN, E.; OLHAGER, J. Testing the fit between products and supply chains, in 9th European Operations Management Association Conference, p. 1305-1314, 2002.

SHEN, J. J.M. A multi-commodity supply chain design problem. University of California, Berkeley, v. 37, p. 753-762, 2005.

SIMON, Alexandre Tadeu. Metodologia para avaliação do grau de aderência das empresas a um modelo conceitual de gestão da cadeia de suprimentos. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, 2005.

UNICA - União da Indústria de Cana de Açúcar. UNICADATA. Recuperado em junho de 2012 de <http://www.unicadata.com.br/>.

VAN DER VORST, J. G. A. J.; BEULENS, A. J. M. Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 32, n.6, p. 409-430, 2002.

VAN DER VORST, J. G. A. J.; BEULENS, A. J. M.; BEEK, P.V. Supply chain management in food chains: improving performance by reducing uncertainty. *International Transactions in Operational Research*, v.5, n.6, p.487-499, 1998.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. São Paulo: Editora Bookman, 2005.