

Ciclos e previsão Cíclica dos Preços das Commodities: um modelo de indicador antecedente para a commodity açúcar

Talita Mauad Martins^a, Dante Pinheiro Martinelli^b

^a Doutora em Administração FEA-USP. Diretora Administrativa Hagros.

^b Livre Docente em Administração FEA-USP. Professor titular da FEA-USP-RP

Palavras-chave:

Resumo Na trajetória da economia mundial, destaca-se a importância do agronegócio, que exerce um papel essencial no desenvolvimento econômico e social dos países, devido principalmente à sua capacidade de geração de renda e empregos. Entretanto, o agronegócio possui um obstáculo para a sua sustentabilidade, que é sua natureza cíclica, sofrendo influências de vários fatores de mercado e apresentando elevada volatilidade nos preços das commodities. Nesse sentido, vê-se a necessidade de explorar o aspecto cíclico dos preços das commodities, com o intuito de captar a dinâmica dos fatores de mercado que influenciam a formação do preço, para o seu monitoramento antecipado. Dentro desse contexto, o objetivo do presente estudo foi propor o desenvolvimento de uma ferramenta para prever o comportamento dos ciclos de crescimento e retração de uma commodity, especificamente o açúcar, com base no modelo de indicador antecedente. Portanto, da análise de previsão de pontos de mudança e de previsão linear, conclui-se que os indicadores antecedentes da commodity açúcar (IAC) constituem-se em um instrumento informativo para sinalizar o comportamento futuro do preço do açúcar, mesmo quando apenas dados preliminares e não revisados estão disponíveis. A ferramenta proposta, além de servir como um instrumento para compreender a natureza das flutuações dos preços das commodities, pretende tornar-se fonte de subsídios para o projeto de diretrizes, ações e formulação de estratégias de desenvolvimento, tanto no âmbito das políticas públicas, quanto daquelas iniciativas que deveriam ser adotadas pelo setor privado, servindo como um instrumento essencial para o planejamento das instituições integrantes do agronegócio.

Key words:

Sugar.
Business Cycles.
Forecast.
Prices.

Abstract

In the course of the world economy, underscoring the importance of agribusiness, which plays a key role in economic and social development of countries, mainly due to its ability to generate income and jobs. However, agribusiness has an obstacle to its sustainability, which is its cyclical nature, is influenced by various market factors and a very high volatility in commodity prices. In this sense, we see the need to explore the cyclical aspect of commodity prices, in order to capture the dynamics of market factors that influence the pricing for its monitoring anticipated. Within this context, the objective of this study was to propose the development of a tool to predict the behavior of cycles of growth and shrinkage of a commodity, specifically sugar, based on the type of leading indicator. Therefore, the analysis of forecasting turning points and linear prediction, it is concluded that the leading indicators of crude sugar (IAC) is based on an informative tool for signaling future behavior of the price of sugar, even when only preliminary data not reviewed are available. The proposed tool, besides serving as a tool to understand the nature of fluctuations in commodity prices, hopes to become a source of input for the draft guidelines, actions and formulation of development strategies, both in the public policies and those initiatives that should be adopted by the private sector, serving as an essential tool for planning of institutions of agribusiness.

Introdução

O agronegócio exerce um papel essencial no desenvolvimento da economia mundial e brasileira, devido principalmente à sua capacidade de geração de renda e empregos, contribuindo de forma dinâmica para os processos de desenvolvimento econômico e social dos países (BARRIGA, 1995).

Entretanto, o agronegócio é caracterizado por sua natureza cíclica, sofrendo influências de vários fatores de mercado e apresentando elevada volatilidade de preços (OLIVEIRA; AGUIAR, 2003), o que se constitui num obstáculo para a sua sustentabilidade, principalmente quando o produto agrícola é classificado como uma commodity.

A commodity, por definição, é uma mercadoria padronizada e de baixo valor agregado, produzida por diferentes produtores e comercializada em nível mundial, cuja oferta e demanda são praticamente inelásticas no curto prazo e cujos preços são definidos pelo mercado (WILLIAMSON, 1989; SANDRONI, 1994; MATIAS *et al*, 2005).

Associada a tais características, o principal problema das commodities são as grandes flutuações de preço que ocorrem, freqüentemente, em curtos períodos de tempo, em função da influência de fatores climáticos e aspectos mercadológicos e conjunturais, resultando, segundo Oliveira e Aguiar (2003), na incerteza de renda para os seus participantes, como agricultores, armazenadores, atacadistas, exportadores e agroindústrias processadoras de commodities agropecuárias.

Neste sentido, a análise dos preços das commodities tem sido, cada vez mais, objeto de interesse dos agentes de mercado e acadêmicos (LAMOUNIER, 2007), pois reduz os riscos e a incerteza e auxilia no processo de tomada de decisão dos agentes participantes do agronegócio (BRESSAN, 2004).

Apesar de vários estudos terem sido desenvolvidos com o objetivo de prever os preços das commodities (BRENNAN; SCHWARTZ, 1985; FAMA; FRENCH, 1987; GIBSON; SCHWARTZ, 1990; DIXITY; PINYCK, 1993; GRUDNITSKI; OSBURN, 1993; BESSEMBINDER *et al*, 1995; SCHWARTZ, 1997; NTUNGO; BOYD, 1998; ALEXANDER, 1998, 1999; SCHWARTZ; SMITH, 2000; MANOLIU; TOMPAIDIS, 2000; LUCIA; SCHWARTZ, 2001; MCMILLAN; SPEIGHT, 2001; SORENSEN, 2002; BRESSAN, 2004; FREIMAN; PAMPLONA, 2005; MATIAS *et al*, 2005; AIUBE *et al*, 2006; CHICRALLA, 2006; MEDEIROS *et al*, 2006; OLIVEIRA, 2007; SOBREIRO *et al*, 2008; SOBREIRO *et al*, 2009; PEREIRA, 2009), nota-se que os modelos propostos impõem uma série de limitações (SOBREIRO *et al*, 2008) que devem ser observadas.

Primeiro, percebe-se que grande parte dos estudos realizados para prever os preços de commodities se mostrou ineficaz e os resultados apresentados pelos diversos autores não são definitivos, no sentido de que existe um vasto campo de estudo acerca da comparação do desempenho preditivo de modelos de previsão. Segundo, constata-se que não existe um modelo único validado ou uma abordagem ou teoria capaz de prever o preço das commodities e

cada pesquisa aborda uma face aproximativa da realidade, notadamente no que tange à delimitação da amostra e à expectativa de relevância teórica que explique a observação empírica realizada (DEMO, 1995). Um terceiro ponto é que todas as modelagens encontradas para prever o preço das commodities não consideraram simultaneamente fatores fundamentais que influenciam no comportamento do preço de uma commodity, tais como: aspectos climáticos, de oferta e de demanda, macroeconômicos e de estruturas relacionadas; pelo fato de muitos destes fatores apresentarem apenas disponibilidade de dados de baixa frequência, que não se constituem no foco dos estudos analisados. Por fim, o quarto aspecto é a constatação de que existe uma lacuna de pesquisa, voltada para a análise e compreensão da tendência cíclica nos movimentos mundiais de preços das commodities, no sentido de antecipar o seu movimento e não apenas predizer o seu valor, o qual não é validado empiricamente (MATIAS *et al*, 2005).

Adicionalmente, constata-se ainda na literatura sobre o assunto, que as pesquisas realizadas recentemente sobre modelagem de preços de commodities, alternaram-se entre análises empíricas que ora enfocam o risco e ora enfocam a volatilidade do comportamento dos preços dessas commodities, a partir da utilização de séries de dados de alta frequência, ou seja, intra-anuais (dias, semanas, meses, horas). Neste sentido, vale destacar que a maioria dos modelos encontrados utilizaram metodologias não estruturadas para realizar previsões de curto prazo nos preços (CHAUVET *et al*, 2000), analisando somente as variações sazonais dos preços das commodities.

Com base nesse cenário, viu-se a necessidade de explorar o aspecto cíclico dos preços das commodities, com o intuito de monitorar as flutuações dos preços e fazer previsões, considerando a análise dos ciclos. De acordo com Martins e Martinelli (2009), no cenário atual de mudanças, o conhecimento dos ciclos determina o aprimoramento dos processos de gestão com a definição de fatores-chave de sucesso que podem ser utilizados pelas empresas e agentes, a fim de vencer em ambiente competitivo.

É seguindo esta linha de atuação, a partir da teoria de ciclos de negócios, que o presente estudo propôs uma ferramenta para prever o comportamento cíclico do preço de uma commodity, especificamente o açúcar, de forma a gerenciar parte do obstáculo estrutural do agronegócio, representado pela

elevada e crescente volatilidade dos preços das commodities.

Destaca-se que a relevância de estudar a commodity açúcar reside em sua grande importância tanto no contexto doméstico, como internacional.

Neste contexto, a proposta do trabalho foi desenvolver, primeiramente, um modelo de ciclo de negócios para os preços agrícolas, e propor a construção de uma ferramenta para antecipar os pontos de inflexão no ciclo de preços da commodity açúcar, com base no modelo de indicador antecedente. Por fim, a partir deste indicador, pretendeu-se construir um sistema para fornecer previsões lineares do preço futuro da respectiva commodity, de forma que possibilitasse captar a dinâmica dos fatores de mercado.

Neste sentido, faz-se necessário diferenciar dois objetivos distintos. O primeiro consistiu em antecipar os pontos de mudança no ciclo de preços da commodity açúcar, os quais, em geral, são uma probabilidade de o preço encontrar-se em crescimento ou retração na safra seguinte. Outro objetivo foi prever o preço por meio do indicador antecedente.

O entendimento do comportamento da tendência cíclica dos preços da commodity açúcar torna possível contribuir para a verificação do efeito de políticas de incentivo e definição de cenários que minimizem o risco da atividade agrícola por parte dos tomadores de decisão (HARRISON; STEVENS, 1976), podendo também auxiliar os agentes ligados ao setor na tomada de decisões sobre produção e comercialização.

A Commodity Açúcar

A produção de açúcar é realizada em mais de 140 países, em várias partes do mundo. O Brasil é o maior produtor de açúcar, respondendo por aproximadamente 19,4% do comércio mundial. Na safra 2007/08, o Brasil produziu mais de 32,1 milhões de toneladas de açúcar. Em segundo lugar vem a Índia, com produção de 28,9 milhões toneladas, seguida da China, com 14,5 milhões de toneladas e dos Estados Unidos, cuja produção foi de R\$ 7,6 milhões de toneladas de açúcar.

Os quatro maiores produtores também são os quatro maiores consumidores de açúcar no mundo (CARUSO, 2002), apesar de existirem diferenças notórias no balanço entre oferta e demanda de cada um desses países, segundo Satolo (2008).

O consumo mundial de açúcar vem crescendo de forma constante, especialmente devido ao aumento de demanda em países asiáticos e africanos, tendo atingido aproximadamente 156,3 milhões de toneladas na safra 2007/08, segundo dados do USDA (2008). Segundo estimativas da DATAGRO (2007), nos últimos quatro anos, a taxa média de crescimento do consumo mundial de açúcar foi de 2,8% ao ano e se aproxima da taxa média de crescimento populacional urbano mundial de 2005-2010, de 2% ao ano, conforme dados divulgados pela Divisão de População da ONU.

Comparando o consumo e a produção mundial de açúcar, nota-se que tanto a produção como o consumo, estão crescendo ao longo da última década, contudo a produção cresce em maior intensidade, principalmente nos últimos anos, acompanhando o *boom* do setor energético, que ocasionou grandes investimentos no setor de açúcar e álcool, o que fez com que os estoques finais aumentassem em 12% no período de 2000/2001 a 2007/2008.

Ciclo de Negócios dos Preços Agrícolas

O ciclo de negócios nasceu na literatura econômica na segunda metade do século XIX, com o objetivo de analisar os movimentos de curto prazo de economias capitalistas. Com o passar do tempo, a partir das primeiras décadas do século XX, o ciclo serviu também para incentivar pesquisas voltadas para a construção de métodos de previsão conjuntural nestas economias.

Neste contexto, vale apresentar o método mais conhecido para previsão de ciclos, que são os indicadores antecedentes. Conceitualmente, o indicador antecedente pode ser definido como uma técnica que agrupa variáveis que antecipam as flutuações do fenômeno que se deseja prever e desta forma identifica as reversões e fases cíclicas de variáveis fundamentais. De acordo com Hollauer e Issler (2006), o sistema de indicadores antecedentes apóia-se precisamente em um exame detalhado da sensibilidade cíclica de um grande número de variáveis em busca da identificação do padrão de comportamento de cada uma delas e de sua correlação com as outras variáveis que exibam sensibilidade cíclica.

Os indicadores antecedentes têm sido um instrumento de previsão bem-sucedido e com longa tradição nos Estados Unidos, a começar com o importante trabalho de Burns e Mitchell (1946)

no *National Bureau of Economic Research* (NBER). Esse instrumento é hoje amplamente utilizado para prever os pontos de mudança na trajetória da economia dos países, não somente dos Estados Unidos, mas também dos países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico e, recentemente, do Brasil.

Embora originalmente os indicadores antecedentes fossem concebidos principalmente para antecipar os pontos de mudança do ciclo econômico medido pelo Produto Interno Bruto dos países, eles também têm sido utilizados para antecipar ciclos de negócios regionais, flutuações econômicas internacionais, mudanças nas fases do mercado financeiro e na trajetória da inflação (CHAUVET, 2001), bem como na análise de diversos setores específicos, tais como o mercado de seguro (CONTADOR *et al*, 1994; CONTADOR; FERRAZ, 1996; 2006), dentre vários outros exemplos de aplicações (LAHIRI; MOORE, 1991).

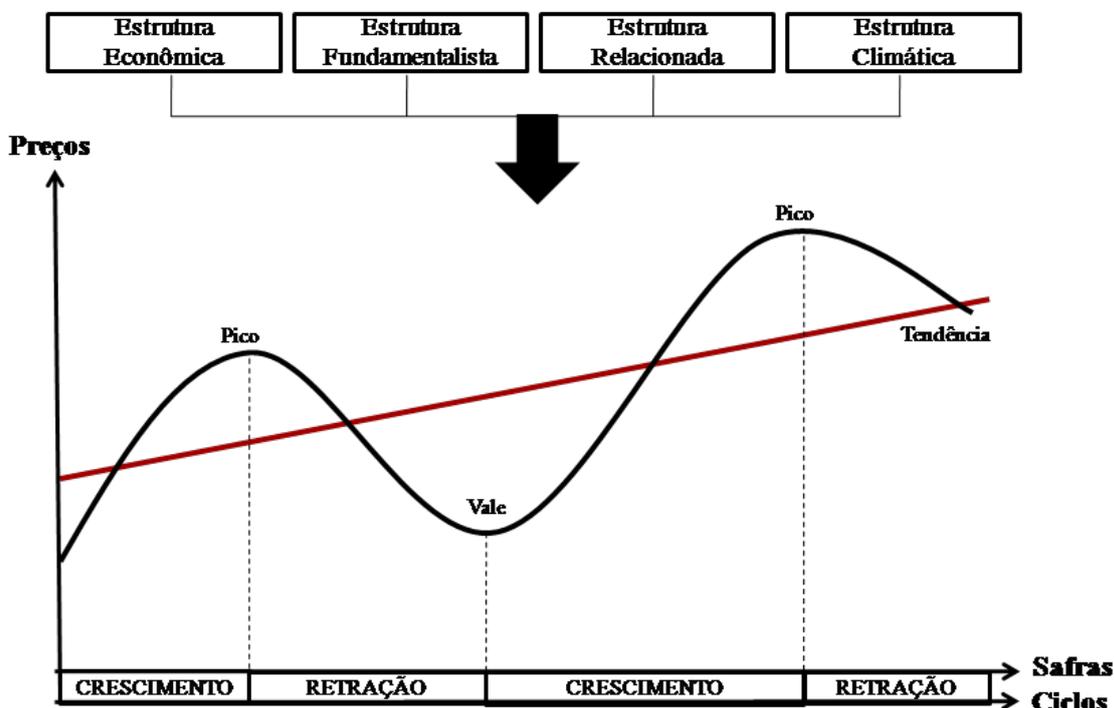
Contudo, a aplicação do indicador antecedente para previsão de preços não foi encontrada nos estudos de ciclos de negócios. É seguindo esta linha de atuação que o presente estudo utiliza a concepção de ciclo de negócios para analisar as variações cíclicas do preço de um ativo, no caso, uma commodity agrícola. Para isto, duas argumentações fazem-se necessárias.

Dado que a economia é composta pela interação de variáveis econômicas, tais como os preços, as quantidades transacionadas no mercado, a riqueza produzida, as taxas de juro, as taxas de câmbio, as taxas de desemprego, entre diversas outras; a presente proposta é isolar um dos seus fatores, o preço, e analisá-lo separadamente. Isto porque os preços, assim como a economia, estão sempre em flutuação, criando ciclos de ascensão e declínio, atrelados ao comportamento de variáveis macroeconômicas e estruturais envolvidas.

Especificamente quando analisada uma commodity, a argumentação baseada em um ciclo de preços e não atrelado à produção ainda é mais forte, pois a sua volatilidade encontra-se nos preços praticados pelo mercado e não em sua produção, que apresenta um crescimento vegetativo atrelado ao aumento populacional, principalmente quando se considera as commodities agrícolas de consumo básico.

Neste sentido, a partir do ciclo de negócios, o presente estudo procurou desenvolver um ciclo de preços agrícola, conforme apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Ciclo de preços agrícolas



O ciclo de preços agrícolas, exposto no Gráfico 1, relaciona o nível de preços da commodity agrícola com o tempo, medido pelas safras, condicionando duas fases cíclicas (crescimento e retração) à exposição da influência direta das estruturas que representam os principais fatores de alteração nos preços das commodities, que são: econômicos, fundamentalistas, climáticos e de produtos relacionados.

Cada ciclo inicia num “vale”, o ponto mais baixo de preços, que representa o término de um período de retração e o início de um ciclo de crescimento. Depois de algum tempo, o preço do ativo atinge um “pico”, o ponto mais alto do ciclo de crescimento, seguindo-se posteriormente de outro período de retração. Portanto, o ciclo de preços é uma sucessão de estágios interligados, pois o final de um período coincide com o início do outro.

Como visto, o modelo de ciclo proposto contou com duas fases distintas. No entanto, devido à maior abrangência do ciclo de preços agrícolas, na sua construção, foram consideradas algumas características específicas que fundamentam esse novo ciclo, tais como:

1. Os ciclos de preços representam as flutuações (ou desvios temporários) em torno da tendência estocástica constante de aumento dos preços;

2. Os ciclos são causados por distúrbios aleatórios, geralmente denominados de “impulsos”, que afetam o preço da commodity e criam um padrão cíclico de reações de comportamento. Estes impulsos são relacionados às quatro principais estruturas de influência cíclica: econômica, fundamentalista, climática e relacionada;

3. A duração e amplitude de cada ciclo podem variar;

4. A seqüência de mudanças cíclicas é repetitiva, mas não é periódica;

5. No ciclo proposto, a morte é um destino que não é considerado, pois não há uma seqüência irreversível das fases de vida das variáveis econômicas, existindo a possibilidade de se interferir conscientemente, com decisões e ações administrativas, no curso do seu desenvolvimento.

O Indicador Antecedente da Commodity Açúcar

O presente estudo procurou construir o Indicador Antecedente da Commodity Açúcar - IAC. Para tal, foram seguidos cinco passos consecutivos.

O primeiro passo para a construção do indicador foi a seleção das estruturas componentes do IAC, resultado da combinação de quatro fatores estruturais (Econômica, Fundamentalista, Relacionada e Climática) e o levantamento das

potenciais candidatas a variáveis antecedentes (379 variáveis do período de 1960 a 2008), baseado na análise de dados secundários.

O segundo passo foi analisar a variável de referência, objeto do estudo, que são os preços da commodity açúcar. Para isso, utilizou-se como referência o preço do açúcar mundial, com base no índice ICE 11 do contrato futuro negociado na Bolsa de Nova York, referente ao preço médio anual do açúcar demerara.

Em seguida, o terceiro passo, foi realizar a datação da variável de referência, para identificar as mudanças cíclicas na cotação dessa commodity. Para isso, primeiramente investigaram-se os movimentos cíclicos do preço do açúcar, a partir da estimação de um modelo de cadeia de Markov de dois estados, com componente auto-regressivo. Em seguida, combinaram-se os resultados da cadeia de Markov e uma análise da série a partir da variação do log dos preços entre dois anos. De posse desse resultado, o comportamento dinâmico do preço do açúcar foi então examinado, a partir do confronto com acontecimentos históricos, para determinar quais os fatores principais que causaram suas variações, de acordo com as quatro estruturas preponderantes para análise do preço de uma commodity.

Posteriormente, no quarto passo, realizou-se a seleção do IAC e a classificação das variáveis

antecedentes do preço do açúcar. Para isso, procedeu-se primeiramente uma cuidadosa e extensa verificação das fontes para assegurar a qualidade e confiabilidade dos dados. Para selecionar as séries para compor o indicador, as séries foram transformadas para alcançar a estacionariedade, aplicando testes de raiz unitária de Dickey-Fuller e Phillipe-Perron. Em seguida, as séries foram classificadas de acordo com sua capacidade de causar as variações no preço do açúcar, a partir de testes de causalidade de Granger bi-variados. Modelos de regressão linear simples foram então implementados para verificar o conteúdo marginal de previsão. De posse da redução do número de variáveis independentes, o próximo passo foi a escolha dos indicadores antecedentes, por meio do procedimento de Filtro de Kalman.

Por fim, no quinto passo, foi aplicada uma metodologia de previsão do preço, utilizando um modelo auto-regressivo (AR). Neste sentido, o indicador proposto foi combinado com o preço do açúcar em vetores auto-regressivos (VAR) para se obter uma previsão linear do preço.

O quadro 1 faz uma exposição dos passos para a construção do Indicador Antecedente do Açúcar, relacionando os métodos de análise utilizados e os objetivos que as diferentes etapas pretenderam alcançar.

Quadro 1 - Passos para a construção do Indicador Antecedente do Açúcar

PASSOS		MÉTODOS	OBJETIVOS
1°	Seleção das estruturas e levantamento dos dados	Previsão da variável de referência.	Selecionar as estruturas que compõem o indicador e coletar as variáveis independentes que tenham alguma relação logicamente identificável com o objeto da pesquisa.
2°	Análise da variável de referência	Análise descritiva dos dados.	Analisar a série alvo, que é a variável cujo movimento cíclico se procura antecipar.
3°	Datação da série de referência	Análise descritiva dos dados.	Analisar a série alvo, que é a variável cujo movimento cíclico se procura antecipar.
4°	Seleção do indicador e classificação das variáveis antecedente	Testes de raiz unitária (RU); Análise de cointegração; Teste de causalidade de Granger; Modelo de fatores dinâmicos; Filtro de Kalman; Método do Erro Quadrático Médio.	Construir o indicador proposto no estudo e classificar as variáveis antecedentes, segundo: (a) sua capacidade de influenciar no sentido de Granger o preço do açúcar; (b) seu conteúdo de previsão marginal; (c) sua relação bivariada e correlação cruzada; (d) sua capacidade de antecipar os picos e vales e (e) a sua tipologia: antecedentes ou coincidentes.
5°	Previsão da variável de referência	Modelo VAR (Vetores Auto-regressivos).	Simular o indicador antecedente com a variável de referência em vetores auto-regressivos para obter uma previsão linear.

Discussão dos Resultados

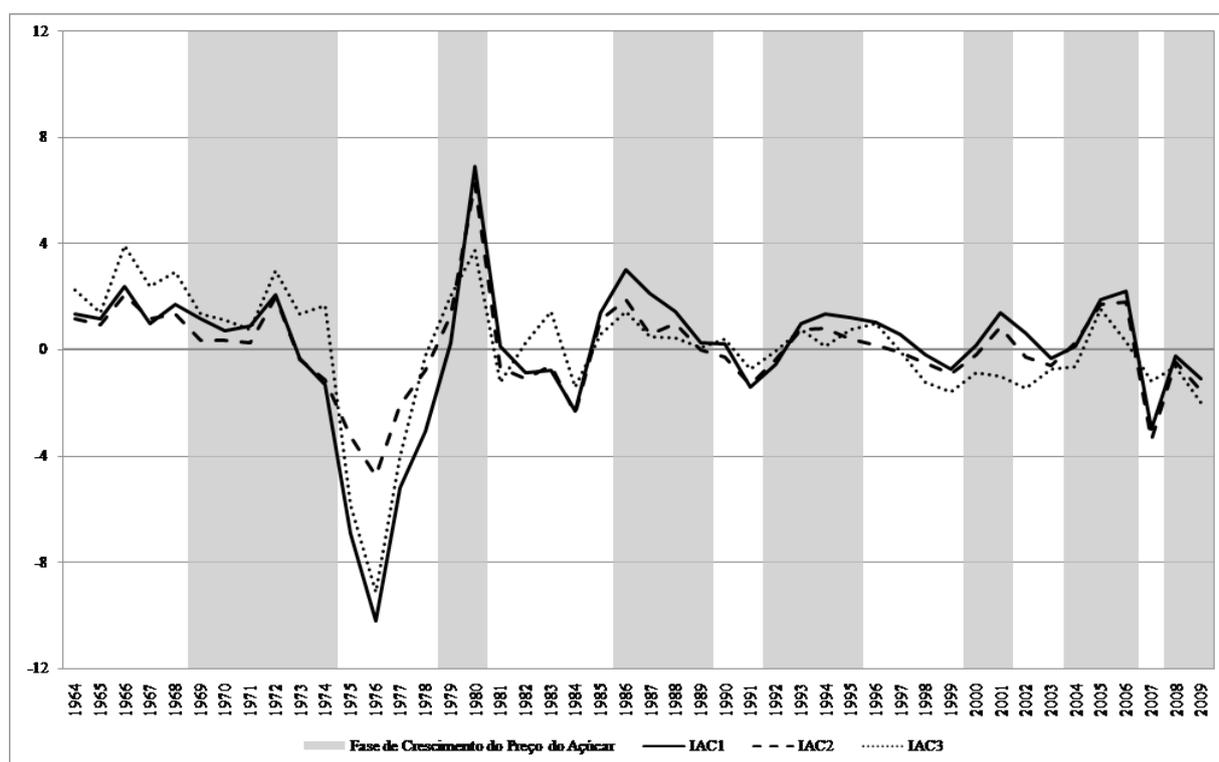
O trabalho apresentou dois resultados, de acordo com os principais objetivos pretendidos do estudo, que são discutidos separadamente a seguir.

O primeiro referiu-se ao objeto principal do presente estudo, que foi propor a construção de uma ferramenta para antecipar os pontos de inflexão no ciclo de preços da commodity açúcar, com base no modelo de indicador antecedente.

Neste sentido, o estudo desenvolveu três IAC (Indicadores Antecedentes da Commodity Açúcar), compostos por quatro variáveis cada, sendo uma relacionada a cada estrutura: fundamentalista, climática, relacionada e econômica. Como resultado, os indicadores antecedentes calculados indicaram uma boa performance, quanto à previsão de pontos de mudança nos ciclos de preços do açúcar,

num horizonte de dois anos de antecedência.. Considerando as doze inflexões de ciclo entre os anos de 1960 e 2008, apenas as inversões de 1968 e 1985 não foram antecipadas, com um ou dois períodos de antecedência, por nenhum dos indicadores. Entretanto, esses dois momentos não possuem importância significativa. Além disso, notou-se que as correlações encontradas entre o preço do açúcar e os indicadores antecedentes selecionados são muito mais elevadas do que aqueles encontrados entre o preço e quaisquer outras séries temporais analisadas. O gráfico 2 apresenta os três indicadores antecedentes selecionados no estudo (IAC) e a sua relação com os ciclos definidos pela variação do preço do açúcar (as áreas reticuladas representam as fases de crescimento positivo). Os indicadores foram defasados em dois períodos, a fim de comparar seus movimentos com o preço do açúcar.

Gráfico 2 - Comparação entre o preço do açúcar e os indicadores antecedentes propostos



Já o segundo aspecto discutido no trabalho foi o resultado da previsão dos valores dos preços pelos modelos auto-regressivos, a partir da inclusão dos IAC nos modelos. Apesar do objetivo principal do indicador proposto ser a antecipação dos pontos de mudança, o indicador antecedente do açúcar

também foi combinado com o preço do açúcar em vetores auto-regressivos, para fornecer previsões do preço futuro da commodity.

Neste caso, foram comparados os resultados de dois modelos: o modelo AR, somente com o preço sendo estimado como previsão do preço futuro, e o

modelo VAR, com a inclusão dos IAC selecionados no estudo para a previsão do preço do açúcar. Conclui-se que há uma melhora visível e significativa na inclusão do indicador antecedente, quando comparado as estatísticas qualitativas do modelo AR com as correspondentes do VAR.

A tabela 1 apresenta uma comparação entre os preços previstos entre os dois modelos. Nota-se a aplicação do VAR com os três indicadores antecedentes encontrados e a média dos valores previstos pelos IAC.

Tabela 1 - Comparação dos preços efetivos e os previstos para o açúcar (cts US\$ por libra-peso)

	PREÇOS EFETIVOS		PREÇOS ESTIMADOS			
		AR	VAR(IAC1)	VAR(IAC2)	VAR(IAC3)	MÉDIA VAR
2008	13,84	9,72	12,10	13,65	10,43	12,60
2009*	15,38	9,75	17,54	13,03	14,51	15,03

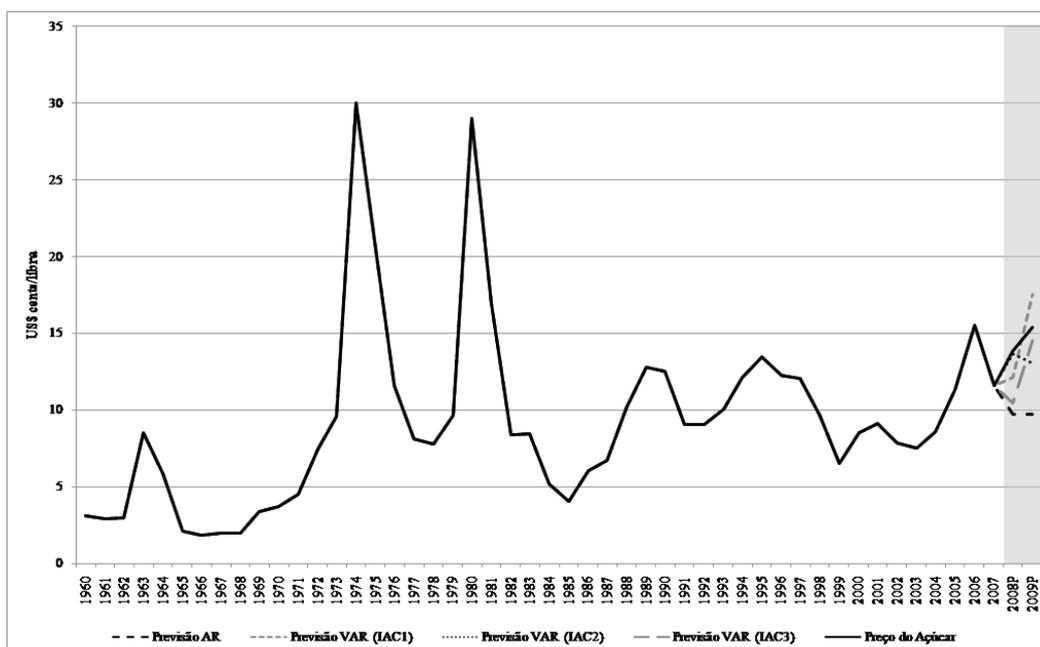
*Referente ao primeiro semestre de 2009.

De acordo com os preços estimados, percebe-se que o modelo AR indica manutenção da queda de preço, de 2007 para o ano 2008, e relativa estabilidade em 2009. Já os modelos VAR indicam alta do preço em 2008 e apenas o modelo com o indicador IAC2 (por sinal o melhor modelo) indica uma pequena queda em 2009, em relação a um alto patamar verificado em 2008. O indicador IAC3 é o contrário, indica queda em 2008 e alta em 2009. E o indicador IAC1 indica uma pequena alta em 2008 e uma alta bem expressiva em 2009 (possivelmente, quando incorporar os dados do 2º semestre, esse indicador acabe por apresentar um EQM bem melhor que o IAC2). Finalmente, quando realizada a

média dos preços previstos entre os IAC, percebe-se que o preço médio estimado (US\$ 15,03 cents por libra-peso) coincide quase exatamente com o valor efetivo do primeiro semestre do ano de 2009 (US\$ 15,38 cents por libra-peso).

O gráfico 3 reporta o valor previsto pelos modelos AR e VAR, bem como o valor observado para a variável de interesse (preço do açúcar). O dado de previsão para o ano de 2009 é referente ao primeiro semestre. O resultado demonstra mais uma vez que o modelo VAR com a inclusão dos IAC acompanha o preço efetivo, com exceção do IAC2. Já o modelo AR caminha na direção oposta.

Gráfico 3 - Preços previstos do açúcar (cts US\$ por libra-peso)



FONTE: Bolsa de Nova York – ICE FUTURES, 2009.

Por fim, como medida da qualidade do modelo, calculou-se o erro quadrático médio (EQM) de previsão e seu relativo ganho percentual (GP%), para os valores fora da amostra, referentes ao ano de 2008 e ao primeiro semestre de 2009. Destaca-se

que devido à finalidade para a qual são concebidos, torna-se essencial que os indicadores tenham bom poder de previsão fora de amostra. A tabela 2 apresenta os resultados da validação do modelo.

Tabela 2 - Validação do modelo

	AR	VAR(IAC1)	VAR(IAC2)	VAR(IAC3)
EQM	24,3	3,8	2,8	6,2
GP (%)		84,2	88,6	74,6

Como se pode perceber, todos os modelos VAR com a inclusão dos IAC apresentam ganhos significativos em relação ao modelo base (modelo AR). Contudo, o modelo com o maior ganho de previsão porcentual é o modelo VAR, com o indicador antecedente IAC2, que apresenta uma redução de 88,6% no EQM, em relação ao modelo AR.

Conclui-se que os resultados comprovam a eficiência do modelo proposto neste trabalho. Além do IAC conseguir antecipar, na maior parte das vezes, os momentos de inflexão dos preços do açúcar; os modelos VAR com o IAC, utilizados para a previsão dos preços, apresentaram uma maior capacidade de previsão e uma boa aderência à realidade, mostrando-se apropriados para a previsão de preços e corroborando, dessa forma, para a validação do modelo proposto no presente estudo.

Vale ressaltar que a metodologia proposta de previsão de preços é dinâmica e não-linear, à medida que generaliza os modelos clássicos de previsão estática, permite a inclusão de variáveis exógenas para explicar a evolução dos preços e possibilita captar a dinâmica dos fatores de mercado para o monitoramento do comportamento cíclico de crescimento e retração dos preços.

Considerações Finais

Conclui-se que os indicadores antecedentes da commodity açúcar (IAC) constituem-se em um instrumento informativo, para sinalizar o comportamento futuro do preço do açúcar, fora de amostra, mesmo quando apenas dados preliminares e não revisados estão disponíveis.

Nesse contexto, o estudo procurou contribuir com a construção de uma ferramenta, que visa conseguir um melhor direcionamento dos investimentos e políticas públicas e servir, também, como um

instrumento para o monitoramento dos preços da commodity açúcar.

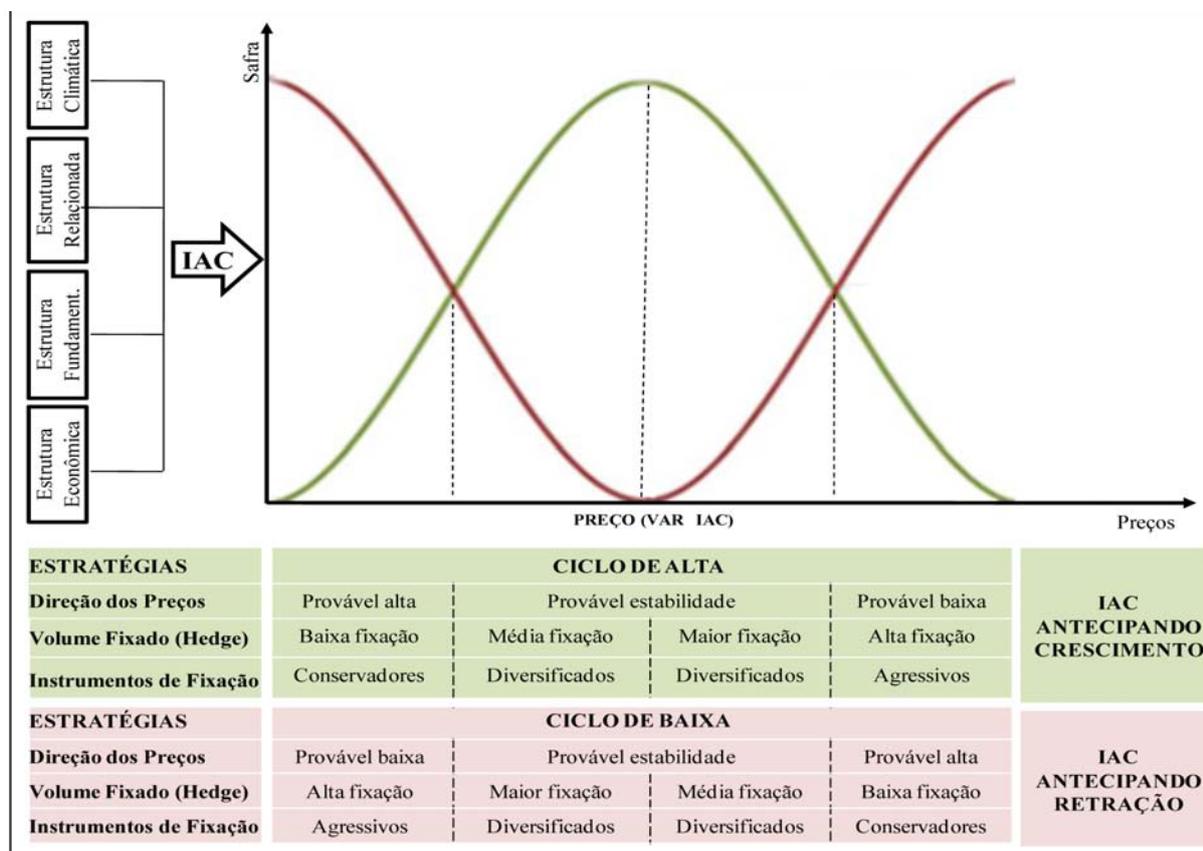
Nota-se, desta forma, que o indicador proposto pode ser utilizado como uma ferramenta de auxílio no processo de planejamento e tomada de decisão, tanto pelo setor público, quanto pela iniciativa privada, a partir de estímulos e mecanismos de indução ou apoio à commodity analisada (HOLLAUER *et al*, 2009).

Especificamente em relação ao setor público, o IAC pode capacitar os governos para empreenderem ações de planejamento e servir como uma fonte de referência para o estabelecimento de políticas específicas que estimulem o desenvolvimento da commodity analisada. A par do indicador, o poder público poderá antecipar os preços do açúcar, formulando e executando políticas públicas setoriais, como, por exemplo, a política de incentivo para preços mínimos.

Já em relação à utilização do IAC pela iniciativa privada, nota-se que as empresas e produtores podem antecipar o tipo de mercado que estarão enfrentando e direcionar corretamente os esforços e investimentos na produção e comercialização do açúcar. Nesse sentido, o indicador proposto pode ser utilizado como uma diretriz para o estabelecimento de ações e formulação de estratégias de preços, como, por exemplo, operações para redução de riscos do preço da commodity, a partir de sua fixação no mercado, e operações para o aproveitamento de margens e receitas nos preços.

Seguindo esse raciocínio, é importante destacar que existem estratégias específicas para o gerenciamento dos preços, dependendo do ciclo que o IAC antecipar para o preço da commodity açúcar. A ilustração 1 faz uma breve ilustração das estratégias de gestão para cada estágio dos ciclos de preços de alta e de baixa, de acordo com a direção do preço esperado, volume fixado e instrumento de fixação.

Ilustração 1 - Matriz de estratégias para o preço da commodity açúcar



A partir da ilustração 1, nota-se que o indicador proposto (IAC), concebido a partir da combinação de quatro estruturas (econômica, fundamentalista, climática e relacionada), antecipa os ciclos de preços da commodity açúcar. Assim, quando o IAC indicar um ciclo de alta, à medida que o preço vai alcançando o seu valor esperado, próximo à estabilidade baseada na previsão do IAC pelo modelo auto-regressivo, deve-se aumentar o volume de fixação de preços, a partir da utilização de instrumentos de fixação mais agressivos (tais como o mercado futuro). Por outro lado, no ciclo de baixa, a estratégia é a inversa.

Por fim, acredita-se, dessa forma, que este estudo tenha trazido uma contribuição para a área de modelagem de preços de commodities e de previsão cíclica, a partir da utilização dos indicadores antecedentes. Conseqüentemente, o estudo abre o caminho para novas pesquisas, tais como: aplicação do modelo proposto para outras commodities, desenvolvimento de estudos qualitativos etc.

REFERÊNCIAS

- AIUBE, F. A. L *et al.* Processos estocásticos dos preços das commodities: uma abordagem através do filtro de partículas. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, v. 60, n.3, July-Sept. 2006.
- ALEXANDER, C. *Optimal hedging using cointegration*. **The Royal Society London**. v. 357, p.2039-2058, 1999.
- _____. **Risk management and analysis: measuring and modelling financial risk**. London: Ed. Alexander Carol, v. 1, Chapter 4. 1998.
- BARRIGA, C. Tecnologia e competitividade em agronegócios. **Revista de Administração**. São Paulo, v.30, n.4, p. 83-90, out-dez, 1995.
- BESSEMBINDER, H. *et al.* Mean reversion in equilibrium asset price: evidence from the futures term structure. **The Journal of Finance**. v. 50, n. 1, mar/1995.

- BRENNAN, M.; SCHWARTZ, E. *Evaluating natural resource investments*. **Journal of Business**. v. 58, n. 2, p. 135–157, 1985.
- BRESSAN, A. A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE-eletrônica**. v. 3, n. 1, Art. 9, jan-jun, 2004.
- BURNS, A.; MITCHELL, W. **Measuring business cycles**. New York: National Bureau of Economic Research, 1946.
- CARUSO, R. C. **Análise da oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo**. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- CHAUVET, M. *A monthly indicator of Brazilian GDP*. **Brazilian Review of Econometrics**. v. 21, n.1, p.1-48, May, 2001.
- _____. *et al.* **Two methodologies to build inflation leading indicators for Brazil**. Research and Studies Department Central Bank of Brazil, July 2000. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/?SEMETAS00/>. Acesso em: 10/07/2009.
- CHICRALLA, M. R. **Antecipação do movimento do preço da commodity aço em contratos a preço firme no mercado de engenharia industrial no Brasil**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas.
- CONTADOR, C. R. *et al.* Ciclos econômicos e o mercado de seguros no Brasil: um estudo sobre previsão cíclica. **Cadernos de Seguro**. V. 12, n. 75, p. 15-25, ago-set, 1994.
- _____.; FERRAZ, C. B. Mercado de seguro e previsão com indicadores antecedentes. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 27-47, out-mar, 2006.
- DATAGRO. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO 2007**. Disponível em: <<http://www.datagro.com.br>>. Acesso em: 11/12/2008.
- DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. New Jersey, USA: Priceton University Press, 1993.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. *Commodity futures prices: some evidence on forecast power, premiums and the theory of storage*. **Journal of Business**. v. 60, n. 1, p. 55-73, 1987.
- FREIMAN, J. P.; PAMPLONA, E. O. Redes neurais artificiais na previsão do valor de commodity do agronegócio. In: *V Encontro Internacional de Finanças*. 2005, Santiago, Chile. **Anais...** Santiago: [s.n], 2005.
- GIBSON, R.; SCHWARTZ, E. S. *Stochastic convenience yield and the pricing of oil contingent claims*. **The Journal of Finance**. V. 45, n. 3, jul/1990.
- GRUDNITSKI, G.; OSBURN, L. *Forecasting S&P and gold futures prices: an application of neural networks*. **The Journal of Futures Markets**. V. 13, n. 6, p.631-643, 1993.
- HARRISON, P. J.; STEVENS, C. F. *Bayesian forecasting*. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series B, v. 38, n. 3, p. 81-135, 1976.
- HOLLAUER, G. *et al.* Novo indicador coincidente para a atividade industrial brasileira. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 5-27, jan-mar, 2009.
- _____.; ISSLER, J. V. Construção de indicadores coincidentes para a atividade industrial brasileira e comparação de metodologias. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**. Texto para Discussão nº1194, 2006.
- LAHIRI, K., MOORE, G. H. (eds.). **Leading economic indicators: new approaches and forecasting records**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- LAMOUNIER, W. M. Tendência, ciclos e sazonalidade nos preços spot do café brasileiro na NYBOT. **Gestão de Produção**. São Carlos, v. 14, n. 1, p. 13-23, jan.-abr. 2007.
- LUCIA, J. J.; SCHWARTZ, E. S. *Electricity prices and power derivatives: evidence from the nordic power exchange*. **Review of Derivatives Research**. v. 5, n.1, p.5–50, 2001.
- MANOLIU, M.; TOMPAIDIS, S. *Energy futures prices: term structure models with kalman filter estimation*. **Technical Report**. University of Texas, Austin, 2000.
- MARTINS, T. M.; MARTINELLI, D.P. Índice de desenvolvimento setorial: uma proposta para analisar o ciclo de vida dos setores industriais. **Revista de Administração - RAUSP**, São Paulo, v.44, n.2, p. 87-101, abr./maio/jun. 2009.
- MATIAS, M. A. *et al.* Análise de padrões de comportamento de preços com fins de projeção de receita: testes estatísticos em uma série temporal de preços da commodity cobre. **Brazilian Business Review**. Vitória, v.2, n.2, p. 113-130, jul/dez, 2005.
- MCMILLAN, D. G.; SPEIGHT, A. E. H. *Non-ferrous*

- metals price volatility: a component analysis. Resource Policy*. V. 27, p. 199-207, 2001.
- MEDEIROS, A. L. *et al.* Análise e previsão de preços de commodities do setor sucroalcooleiro. In: XXVI ENEGEP. 2006. Fortaleza, Ceará, Brasil. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP, 2006.
- NTUNGO, C.; BOYD, M. *Commodity futures trading performance using neural network models versus ARIMA models. Journal of Futures Markets*. v. 18, n. 8, p.965-983, 1998.
- OLIVEIRA, M. A. **Aplicação de redes neurais artificiais na análise de séries temporais econômico-financeiras**. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, V. A.; AGUIAR, D. R. Determinantes do desempenho dos contratos futuros de commodities agropecuárias no Brasil. In: IV Congresso Internacional de Economia e Gestão de Redes Agroalimentares. 2003, Ribeirão Preto, São Paulo. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto / USP, 2003.
- PEREIRA, L. M. **Modelo de formação de preços de commodities agrícolas aplicado ao mercado de açúcar e álcool**. São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo, Universidade de São Paulo.
- SANDRONI, P. **Novo dicionário de Economia**. São Paulo: Abril, 1994.
- SATOLO, L. F. **Dinâmica econômica das flutuações na produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2008. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SCHWARTZ, E. S. *The stochastic behavior of commodity prices: implications for valuation and hedging. The Journal of Finance*, v. 52, n. 3, p. 923–973, 1997.
- _____.; SMITH, J. E. *Short-term variations and long-term dynamics in commodity prices. Management Science*. V. 46, n.7, p. 893–911, 2000.
- SOBREIRO, V. A. *et al.* Precificação do etanol utilizando técnicas de redes neurais artificiais. **Revista de Administração da USP**, São Paulo, v.44, n.1, p.46-58, jan./fev./mar., 2009.
- _____. *et al.* Uma estimação do valor da commodity de açúcar utilizando redes neurais artificiais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**. N. 7, p. 36-52, 2008.
- SORENSEN, C. *Modeling seasonality in agricultural commodity futures. Journal of Futures Markets*. V. 22, n.5, p.393–426, 2002.
- USDA - United States Department of Agriculture. **Sugar: world markets and trade**. 2008. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/htp/sugar/sugar.html>>. Acesso em: 20/04/2009.
- WILLIAMSON, J. **Economia aberta e a economia mundial**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.