

## **Análise da dinâmica e do desempenho da indústria sucroenergética nacional**

*Michelle Moutinho Venâncio<sup>1</sup>*

*Viviani Silva Lírio<sup>2</sup>*

*Sergio Louro Borges<sup>3</sup>*

*Marcelo José Braga<sup>4</sup>*

*Marília Fernandes Maciel Gomes<sup>5</sup>*

**Resumo:** O Brasil figura como um dos principais *players* no mercado sucroenergético internacional, apesar das mudanças ocorridas no setor durante a década de 1990. Nesse contexto, o presente estudo analisou a dinâmica e o desempenho da indústria nacional, utilizando o modelo VAR. Os resultados indicaram que o mercado de açúcar é mais estável, quando comparado ao de etanol, apesar de este ser mais dinâmico; também ratificaram a competitividade do Brasil em ambos os mercados e que a desregulamentação ocorrida na década de 1990 proporcionou maior instabilidade no setor.

**Palavras-chave:** Açúcar. Etanol. Brasil.

### **Analysis of the dynamics and performance of the Brazilian sugarcane energetic sector**

**Abstract:** Brazil is one of the main players in the international sugarcane market despite changes in the sector during the 1990s. In this context, the present study examined the dynamics and performance of the domestic sugar industry, using the VAR model. The results indicated that the sugar market is more stable than the ethanol one, which in turn is more dynamic; also indicated the fact that Brazil is competitive on both of them and that deregulation occurred in the 1990s provided greater instability in the sector.

**Keywords:** Sugar. Ethanol. Brazil.

**Classificação JEL:** Q13, G14

#### **1. O problema e sua importância**

O mercado sucroenergético mundial, nos últimos dez anos, tem apresentado dinamismo crescente, derivado, sobretudo, da ampliação da demanda por etanol combustível. No Brasil, o etanol tem sido utilizado, recorrentemente, para conter os aumentos sucessivos do preço da gasolina. Tal política é uma estratégia deliberada do Governo, desde a década de 1970, com a implantação do Proálcool. Todavia, devido à variabilidade da escolha do usineiro em produzir etanol ou açúcar e aos aumentos sucessivos no preço do etanol com relação ao petróleo, na década de 1980, o projeto não obteve o sucesso esperado de maneira continuada.

Outra hipótese de ampliação do mercado decorre da expectativa de aumento contínuo do desestímulo ao uso de hidrocarbonetos fósseis (principal emissor de poluentes na atmosfera) e, em

---

<sup>1</sup> MSc. Economia Aplicada – Universidade Federal de Viçosa. E-mail: ecr@ufv.br

<sup>2</sup> Dr. Economia Aplicada – Profa. Adjunta, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: vslirio@ufv.br

<sup>3</sup> MSc. Economia Aplicada – Prof. Auxiliar, Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Gov. Valadares. E-mail: sergiolb@hotmail.com.br

<sup>4</sup> Dr. Economia Aplicada – Prof. Adjunto, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: ecr@ufv.br

<sup>5</sup> Dr. Economia Aplicada – Profa. Associada, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: ecr@ufv.br

contrapartida, do aumento do uso de etanol e de outros hidrocarbonetos renováveis, como já vem acontecendo desde a assinatura do protocolo de Quioto, em 1997 (GAMARRA, 2009).

Além disso, o forte crescimento dos países asiáticos tem feito com que a expansão da demanda por commodities (alimentos, minérios e energia) ocorra a uma taxa maior do que a do crescimento vegetativo da população. No caso das commodities, caso a oferta não consiga atender ao aumento da demanda, inevitavelmente a tendência dos preços será aumentar (AGRIANUAL, 2005).

O açúcar, comparado ao etanol, tem perdido espaço no mercado, uma vez que esse combustível apresenta melhor rentabilidade, devido ao aumento da demanda, principalmente externa ao País. No Brasil, pode-se exemplificar esse fato com o significativo aumento nas vendas de carros flexfuel – grandes responsáveis pelo aumento do consumo doméstico de etanol (UNICA, 2007) — e com a elevação da sua mistura à gasolina vendida ao consumidor final, que passou de 20% para 25% em 2013 (ANP, 2013).

A dinâmica do mercado sucroenergético incorpora grande influência, além do mercado internacional do açúcar, do preço do petróleo, uma vez que o etanol é o substituto direto da gasolina. O preço do etanol tem, por sua vez, relação direta com a oferta e o preço do açúcar, pois a maioria das usinas instaladas no Brasil possui capacidade para produção de ambos (UNICA, 2013).

A presente pesquisa, portanto, pretendeu considerar o trade-off entre açúcar e etanol, buscando a compreensão sobre quais variáveis são preponderantes na escolha entre a produção de açúcar ou de etanol. Todavia, por tratar-se de setor estratégico, a análise contou sempre com os aspectos relacionados à presença, ou não, de intervenção governamental e de fatores externos.

Deve-se ressaltar que ainda são escassos estudos analíticos sobre o assunto proposto. Entre as pesquisas existentes, podem ser citados os trabalhos de Moraes (2000), que realizou pesquisa mostrando até que ponto é possível o afastamento do Estado no setor sucroenergético nacional; e o de Vieira (2001), que afirma que a continuidade da produção de etanol combustível no País está associada à necessidade de reestruturação do Programa Nacional do Etanol e ao modelo de intervenção do Estado.

Pelo exposto, e dada importância socioeconômica do setor sucroenergético para o Brasil, responsável por aproximadamente 2% do PIB, torna-se fundamental o entendimento dos fatores preponderantes que interferem em seu comportamento visando, principalmente, a dar sustentabilidade à compreensão do expressivo crescimento da produção verificado no Brasil (JORNALCANA, 2011).

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o comportamento do setor sucroenergético, em âmbito nacional e internacional, identificando e quantificando os efeitos da variável “preço”, sobre as variações na oferta de açúcar e de etanol no Brasil; e avaliando a inserção brasileira no mercado internacional desses produtos.

## 2. Referencial teórico

Os procedimentos de intervenção e de regulação nos mercados agroindustriais e, especificamente, o setor sucroenergético nacional, permitem sustentar as discussões sobre as relações de causalidade existentes entre os preços e o comportamento dos mercados de açúcar e etanol, na vigência ou na ausência de programas governamentais para esses setores.

A regulação econômica e os mecanismos de intervenção têm sido utilizados com razoável frequência no Brasil, seja em âmbito macro, no caso do Estado intervencionista, seja em procedimentos de intervenção setorial. Para Grijó (2001), nas ocasiões em que, por alguma razão, as forças de mercado não garantam a eficiência econômica, a intervenção do Estado é necessária, seja diretamente, provendo os bens e serviços, seja por intermédio de regras e normas que restrinjam as escolhas dos agentes individuais e organizações.

Em sua discussão, Fiani (1998) destaca que a regulação econômica pode ser definida como “a ação do Estado que tem por finalidade a limitação dos graus de liberdade que os agentes

econômicos possuem no seu processo de tomada de decisões”. No Brasil, esse debate tem-se desenvolvido com maior ênfase desde fins da década de 1970, e permanece até os dias atuais, ganhando espaço crescente nas discussões econômicas, sobretudo quando se consideram as questões relativas à eficiência desses processos.

Naturalmente, as posições políticas do Governo definem, em última instância, o grau de intervenção pretendido. Todavia, não se pode deixar de considerar a grande pressão que o mercado passou a exercer sobre essa questão a partir da década de 1980, marco internacional da desregulamentação, seja ela ampla seja setorial (FIANI, 1998),

No entanto, a desregulamentação não relata apenas casos de sucesso. O que as evidências empíricas mostram é que as iniciativas são positivas nos casos em que: (a) não havia embasamento para a própria regulação, em geral por se tratar de indústrias competitivas, ou (b) as inovações tecnológicas tornaram inadequado o regime regulatório anterior (FIANI, 1998).

No setor açucareiro brasileiro, podem-se destacar como principais mecanismos da intervenção governamental no setor: os preços administrados, a entrada de novas unidades industriais e produção sobre o controle estatal (principalmente por meio de cotas de produção), as garantias de mercados e subsídios, a divisão regional dos mercados (Centro-Sul, Norte-Nordeste), o controle das exportações e a restrição ao capital estrangeiro (RAMOS, 1999).

No entanto, para a avaliação do setor sucroenergético nacional e das interações entre seus subprodutos principais — o etanol e o açúcar, é válido destacar que sua produção está intimamente interligada, haja vista que se utilizam os mesmos insumos básicos, tais como: mão de obra, estrutura física e matéria-prima. Assim, o aumento no preço de um dos produtos conduz ao crescimento em sua oferta e, conseqüentemente, redução na oferta do outro. Pode-se, então, detalhar as inter-relações descritas em cada segmento considerado, utilizando o modelo detalhado na próxima seção, já que esse — o modelo VAR — considera as variáveis como endógenas.

### 3. Metodologia

Como citado anteriormente, a proposta remete ao uso da metodologia de vetores autorregressivos (VAR), que permite analisar as relações entre os preços e produções do mercado sucroenergético, uma vez que essa modelagem considera que todas as variáveis sejam mutuamente influenciadas (GREENE, 2008). Por meio do seu uso, é possível analisar e identificar as inter-relações no setor sucroenergético brasileiro e o grau em que as oscilações de preços e de oferta são transmitidas de um nível de mercado para o outro e de um produto para o outro, em um mesmo nível de mercado.

Para alcançar o objetivo proposto, foram cumpridas as seguintes fases: a) definição do conjunto de variáveis que compõem o modelo VAR, irrestrito ou restrito, com base na teoria econômica e o número de defasagens; b) realização do teste de raiz unitária, para determinar a ordem de integração das variáveis; c) realização do teste de co-integração, dado o conjunto de variáveis endógenas; e d) se existirem relações de co-integração, adição dos termos de correção de erro e estimativa do modelo na forma de Vetor de Correção de Erro (VEC), principalmente se há interesse em análises de curto prazo. Cada etapa foi realizada para verificar qual tipo de VAR seria utilizado, como se discute em seguida<sup>6</sup>.

Para não obter resultados espúrios, é necessário que tanto as variáveis nas primeiras diferenças quanto o termo de correção de erro (se esse existir) sejam estacionários. Isso garante que as variáveis endógenas tenham trajetórias convergentes para suas médias de longo prazo, após sofrerem um choque inicial.

---

<sup>6</sup> Na seção que discute os modelos VAR estão as justificativas referentes a cada passo utilizados na pesquisa.

### 3.1 Teste de estacionariedade

O primeiro passo para o tratamento de dados de séries temporais é a verificação da sua estacionariedade. Gujarati (2006) afirma que, se uma série temporal é estacionária, sua média, variância e covariância permanecem as mesmas, não importa o ponto em que sejam medidas, ou seja, não variam com o tempo. Se uma série temporal  $y_t$ , para se tornar estacionária, tem de ser diferenciada  $d$  vezes, diz-se que essa série é integrada de ordem  $d$ , denotando-a como  $y_t \sim I(d)$ .

Usualmente, para verificar a estacionariedade da série, são aplicados os testes de raiz unitária, propostos por Fuller (1976) e por Dickey e Fuller (1979), que são bastante populares em análises econométricas, sendo denominados por Teste de Dickey-Fuller (DF) e Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). O procedimento envolve determinar, inicialmente, o número de defasagens ( $p$ ) na equação. O valor de ( $p$ ) pode ser obtido por tentativas, até que se consigam resíduos não-correlacionados, testando-os pelos Critérios Bayesiano de Schwarz (SBC) e de Informação de Akaike (AIC). Uma vez determinada a defasagem da série, aplica-se o teste de Dickey e Fuller (1981), usando a tabela de valores críticos para verificar as equações com (e sem) interceptos e tendências.

### 3.2 Teste de causalidade

Sabe-se que a existência de uma relação entre variáveis não prova causalidade, nem indica a direção da influência. Portanto, é importante definir se, além da correlação, existe sentido de causalidade entre as variáveis e em que sentido isso ocorre.

O teste de causalidade de Granger, considerado de precedência, pressupõe que a informação relevante para a previsão das respectivas variáveis (no presente caso: preço do etanol (PAL), preço do açúcar (PA), produção de etanol (YAL) e produção de açúcar (YA)) esteja contida, unicamente, nos dados da série temporal dessas variáveis.

Conforme Gujarati (2006), a aplicação do teste de causalidade de Granger pressupõe a estacionariedade das séries. Além disso, a direção da causalidade pode diferenciar em função do número de defasagens escolhido. Para a definição de qual resultado considerar, podem-se utilizar os critérios de informação de Akaike ou de Schwarz<sup>7</sup>.

### 3.3 Testes de co-integração

Para identificar a existência de co-integração entre as séries, utilizou-se o procedimento descrito por Johansen (1988). Ao contrário de outros métodos, como no caso de Engle e Granger, ele utiliza Máxima Verossimilhança para estimar os vetores de co-integração e permite testar e estimar a presença de vários vetores e não só de um único vetor de co-integração. Além disso, é possível realizar testes sobre a significância dos parâmetros que compõem os vetores de co-integração.

O outro teste desenvolvido por Johansen e Juselius (1990) é o teste do Máximo Autovalor que testa a existência de exatamente  $r$  vetores de co-integração contra a alternativa de existência de  $r+1$  vetores.

Detectada a co-integração entre as variáveis, inclui-se o modelo de correção de erro, que mostra a velocidade segundo a qual essas variáveis convergem para uma situação de equilíbrio de longo prazo. Outro aspecto relevante reside na interface entre co-integração e modelo de correção de erro, pois, de acordo com Engle e Granger (1987), a “co-integração implica que o sistema segue uma representação de correção de erro e, reciprocamente, um sistema de correção de erros tem variáveis co-integradas”.

<sup>7</sup> Os critérios estatísticos de Erro de Predição Final (FPE), Informação de Akaike (AIC), Informação de Schwarz (SC), Hannan-Quinn (HQ) e o Teste de Razão de Verossimilhança (LR), buscaram escolher a seleção de defasagem ótima, entretanto somente o critério de AIC e SC foram utilizados.

### 3.4 O modelo vetorial auto regressivo (VAR)

O método de autorregressão vetorial (VAR) é especialmente adequado para a análise de séries temporais e tem sido usado de forma extensiva por diversos economistas, para a descrição de dados, previsão e inferência estatística, devido à simplicidade da metodologia e à qualidade dos resultados que ela proporciona.

O ponto de partida para modelos VAR e VEC é tratar cada variável simetricamente dentro de uma concepção de equações simultâneas. O sistema assim especificado mostra as relações dinâmicas entre as variáveis que o compõem, por meio da Função Impulso Resposta (FIR) e da Decomposição de Variância do Erro de previsão.

Recomenda-se que as variáveis incluídas no modelo VAR sejam reconhecidamente inter-relacionadas. Para reforçar a teoria econômica, devem-se utilizar testes estatísticos, com o objetivo de confirmar o sentido de causalidade entre as variáveis selecionadas para estudo. Dessa forma, o teste de causalidade de Johansen e Juselius (1990) é importante para a inclusão de variáveis no modelo VAR, o que, no presente estudo, foi realizado pelo teste co-integração, como ressaltado na seção anterior.

Um VAR irrestrito (ou VAR padrão) mais o termo de correção de erro são conhecidos como modelo do Vetor de Correção de Erro (VEC). Logo, um VEC é um VAR restringido pela relação de equilíbrio de longo prazo que existe entre as variáveis do modelo. Dessa forma, a especificação de um VEC, apesar de permitir desvios de curto prazo, restringe o comportamento de longo prazo das variáveis do sistema para que ele convirja no equilíbrio de longo prazo (relação de co-integração), pois os desvios de curto prazo são paulatinamente corrigidos (pelos termos de correção de erro) de tal forma que o equilíbrio de longo prazo seja garantido. Nessa modelagem, admite-se que as séries tenham as propriedades do modelo de BOX-JENKINS, sejam estáveis e inversíveis. Tenham também os  $e_{it}$  ruído branco com variância constante e não correlacionados.

No que diz respeito ao número de defasagem a ser utilizado no modelo, optou-se pelo critério Schwartz (SC), pois é não enviesado na escolha de modelos sobre parametrizados e não está ligado a nenhuma estatística de teste assintótica.

## 4. Fonte e tratamento de dados

Os dados utilizados foram referentes aos preços e às quantidades produzidas de açúcar e etanol no Brasil. Tais dados foram obtidos junto à *Food and Agriculture Organization* (FAO) e à União de Produtores de Bioenergia (UDOP), sendo referentes ao período de 1979 a 2006. Para as análises, os preços foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços (IGP) obtido no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

## 5. Resultados e discussão

### 5.1 Análise do setor sucroenergético

Antes da análise da inter-relação entre os preços e as quantidades do açúcar e etanol e das consequências do intervencionismo nesse mercado, como proposto pelo estudo, é importante a apresentação das séries utilizadas.

Para iniciar a apresentação dos dados do setor sucroenergético, a Figura 1 apresenta o crescimento da quantidade de cana-de-açúcar produzida no Brasil. Observa-se, que embora a tendência seja de crescimento, há movimentos interessantes. O primeiro vai do início da série até o final dos anos 1980 e mostra a expansão gradual da produção, com divisão equitativa entre a área plantada pelos usineiros e o percentual adquirido de terceiros para produção de açúcar e álcool. O segundo, entre fins de 1980 e 1997, mostra taxas de expansão mais modestas, quase em estagnação,

apontando os efeitos imediatos da desregulamentação setorial; todavia, percebe-se a modificação no padrão de aquisição da matéria-prima, com aumento significativo da cana plantada pela usina. Após esse período, internalizados os efeitos da desregulamentação, há um novo ciclo de expansão, derivado, também, das grandes discussões internacionais sobre a necessidade de modificações na matriz energética mundial, com ênfase no uso dos biocombustíveis.

A Figura 2 contém os dados do mercado de açúcar, que apresenta tendência de produção e o preço crescentes ao longo da série analisada. Isso se deve, além do fato de ser uma commodity que historicamente contribui para a economia brasileira, ao crescimento das rendas doméstica e mundial. Haja vista que mesmo sendo um produto de demanda inelástica, com incremento lastreado no crescimento vegetativo, a grande ampliação no consumo intermediário (doces, biscoitos, sucos, entre outros) ampliou o leque das opções de destino da produção, criando, indiretamente, uma relação mais que proporcional entre a demanda e a renda (IBGE, 2010).<sup>8</sup>

No caso do etanol (Figura 3), observa-se que após os choques do petróleo em 1979, tanto o preço quanto a produção cresceram. Entretanto, naquela época, o mercado ainda era regulamentado pelo Estado, o que dificultava quaisquer inferências sobre os reais efeitos das condições de mercado no comportamento do setor.

Também pode ser visualizado na Figura 3 que, a partir do ano 2000, a tendência da produção de etanol é crescente, em virtude de novas perspectivas de oferta de petróleo, que têm levado outros países desenvolvidos a analisar a possibilidade de implementação de programas de estímulo aos biocombustíveis.

De fato, além das questões relativas à própria oferta de petróleo, podem-se considerar fatores motivadores desses programas: a busca pela redução do impacto ambiental, a redução da emissão de gases causadores de efeito estufa e a estratégia de diversificação da matriz energética que foi adotada por diversos países (OLIVA FILHO, 2007).

Nesse contexto, a demanda crescente por combustíveis renováveis, nos mercados interno e externo, tem atraído investimentos para a formação de novas áreas de cultivo da cana-de-açúcar, movimento esse que tem sido discutido por muitos pesquisadores que abordam, desde os investimentos estrangeiros<sup>9</sup> até algumas questões mais objetivas, como a concorrência de áreas de plantio da cana-de-açúcar em detrimento de produtos como, por exemplo, soja<sup>10</sup>.

Após a apresentação do panorama geral sobre o setor, as próximas seções trazem os resultados obtidos pela pesquisa.

## 5.2 Resultados obtidos para as análises de estacionariedade, causalidade e co-integração

O primeiro procedimento realizado no tratamento dos dados foi a aplicação dos Testes de Raiz Unitária de Dickey-Fuller (DF) e de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Os resultados são apresentados na Tabela 1. Os valores indicam que, nos níveis de significância estatística de 1%, 5% e 10%, não se pode rejeitar a presença de raiz unitária para todas as séries em nível, tratando-se, portanto, de séries não-estacionárias.

O teste realizado para todas as séries em primeira diferença indicou que, nos níveis de 1%, 5% e 10% de significância, pode-se rejeitar a presença de raiz unitária para todas as variáveis, sendo, assim, séries estacionárias.

Em sequência, como proposto, a fim de estabelecer a relação entre os preços e as produções, utilizou-se o teste de causalidade de Granger (Tabela 2).

<sup>8</sup> O que ocorre, basicamente, é que o açúcar tem demanda inelástica, mas seus derivados não. Como a demanda por essa última categoria de produtos tem-se mostrado crescente – e a taxas significativas – a relação principal muda, fazendo com que a demanda pelo açúcar tenha ampliada a sua elasticidade renda da demanda.

<sup>9</sup> Tais como Pinto (2011) que aborda os investimentos diretos no setor sucroenergético.

<sup>10</sup> A exemplo do estudo do BNDES (2008) que analisa os impactos da indústria canavieira no Brasil abordando desde o risco de sua expansão para a produção de alimentos até a poluição atmosférica causada por ela.

Conforme mostram os resultados obtidos, esse teste foi realizado com quatro defasagens, e, em um nível de significância inferior a 10%, conclui-se que existe apenas uma causalidade bidirecional, ou seja, o preço do açúcar causa a produção do açúcar e vice-versa. O oposto acontece com as produções do etanol e do açúcar, que apresentaram ausência de causalidade. Ademais, observou-se causalidade unidirecional para as variáveis: produção do açúcar causa preço do etanol, produção do etanol causa preço do etanol e preço do etanol causa preço do açúcar.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados dos testes para co-integração no modelo VEC. Verifica-se que, tanto pela estatística do traço quanto do autovalor máximo, rejeita-se a hipótese nula de não co-integração ( $r=0$ ) e não pode ser rejeitada a hipótese alternativa de que existe uma relação de co-integração e no máximo duas ( $r \leq 2$  e  $r = 2$ , respectivamente), ou seja, a matriz de raízes características apresenta, pelo menos, duas relações linearmente independentes, ou dois rankings. Isso significa que as variáveis utilizadas no modelo apresentam trajetórias comuns, ou em bloco, de forma que, no longo prazo, a relação é estável.

### 5.3 Análise do padrão de interdependência entre preço e produção do açúcar e do etanol sem considerar intervenção governamental

Após a análise do comportamento das variáveis, o passo seguinte está associado à verificação e à quantificação dos efeitos das defasagens sobre o sistema VAR. Cada variável pode ser influenciada por efeitos retardados de todas as variáveis do modelo, seja por rigidez das respostas, seja pela natureza do processo de formação de expectativas. Para levar em conta esse efeito retardado, é preciso estabelecer a estrutura de defasagens do modelo. Para tanto, aplicaram-se os critérios de Akaike e Schwarz.

A análise dos resultados obtidos deve ser feita pela função impulso-resposta e a decomposição da variância do erro de previsão. No entanto, pode ser realizada de forma separada. Nesta pesquisa, os resultados foram mais bem interpretados quando analisados conjuntamente, pois a importância atribuída a um padrão de resposta de uma variável em relação à outra depende do poder de explicação da variância de previsão.

Os resultados obtidos são representados em pontos percentuais, ou seja, no caso da Tabela 4, no primeiro período o preço do açúcar explica a totalidade das variações da própria variável, ao passo que as demais não têm nenhum poder de explicação. Essa realidade muda de acordo com o período; no último período, por exemplo, a variável preço do açúcar transfere em boa parte seu poder de explicação para a produção do açúcar.

Quanto aos resultados disponibilizados na Tabela 5, também mostraram que a maior parte das variações do preço do etanol depende da própria variável, e que esse cenário muda logo no segundo período considerado, visto que o preço do açúcar passa a determinar a variável em questão.

Os resultados reafirmam a hipótese de que o mercado alcooleiro é mais suscetível à intervenção do que o mercado açucareiro, haja vista os percentuais obtidos na pesquisa apresentados na Tabela 4, referentes à variável preço do açúcar, todavia nota-se que o mercado se influencia mutuamente, deixando residualmente as outras variáveis consideradas terem algum poder de interferência.

Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam que a explicação dos erros de previsão da produção do açúcar deve-se à mesma variável. Esse resultado, de fato, sugere, entretanto, análise criteriosa, visto que se identificou mais claramente o “*trade-off*” existente no mercado alcooleiro, pois os percentuais apresentados nas Tabelas alusivas ao mercado açucareiro mostram poder de explicação residual do mercado alcooleiro, entretanto, o caso contrário não pode ser inferido.

Em relação aos resultados obtidos para a última variável analisada, a decomposição da variância do erro da produção do etanol (Tabela 7) apresentou um cenário que reafirma os resultados anteriores, no que tange ao setor alcooleiro, visto que o poder de interferência do setor açucareiro foi novamente encontrado. Todavia, por meio dessa metodologia proposta, esses resultados não preveem outros fatores que também interferem na estrutura do setor sucroenergético,

em face dos quais não se considera a grande influência de outros fatores externos, como por exemplo, o do mercado de hidrocarbonetos fósseis.

Tais resultados, entretanto, resguardam outros efeitos que não puderam ser medidos de forma mais objetiva, uma vez que se sabe que o setor em análise passou por várias transformações institucionais no período analisado e, por esse motivo, tentou-se captar essas mudanças por meio da inserção da variável *dummy* no modelo, que é demonstrado nas tabelas posteriores.

Em geral, o que se observou é que, no caso do açúcar, um produto tradicionalmente comercializado no mercado internacional, os choques são quase sempre reforçados, apresentando respostas previsíveis; entretanto, no mercado alcooleiro, em que as transformações são mais recentes, não se observa a mesma tendência e, sim, um significativo grau de indeterminação das respostas aos impulsos.

Outra conclusão importante recai sobre os efeitos do grau de interferência no setor, já que o mercado alcooleiro era diretamente marcado pelas políticas intervencionistas. Ao que se pode observar, o fato de o etanol não reforçar o choque decorre, basicamente, das políticas intervencionistas, pois o mercado não age por si só e, sim, em decorrência de metas traçadas pelo Governo. Já no caso do açúcar, que nesse período sofreu influência indireta das políticas, devido ao *trade-off* da produção, esse produto obteve comportamento mais padronizado.

A aparente instabilidade do setor alcooleiro, sugerida pela metodologia adotada, pode ser explicada em consequência das mudanças estruturais e governamentais ocorridas nas últimas décadas. Entretanto, compete enfatizar a importância de conhecer o setor e seus enlaces, a fim de respaldar os tomadores de decisão. A metodologia exclusivamente não consegue explicar o setor na sua plenitude nem suas interferências externas, pois a presente pesquisa buscou apenas entender o mecanismo interno da produção, contudo, algumas pesquisas são infracitadas, no intuito de consolidar a análise.

Apesar de décadas de incertezas, a expectativa é de que o setor alcooleiro cresça significativamente nos próximos anos, não apenas por questões de ordem econômica (esgotamento das reservas de petróleo e preços elevados dos combustíveis derivados dessa matéria-prima), mas também por questões geopolíticas e ambientais.

Ademais, percebe-se que é preciso que o Brasil aproveite esse momento favorável para que se consolide no mercado como *player* mais expressivo. Todavia, não se pode desconsiderar, nesse processo, o fato de que o setor sucroenergético precisa ser analisado como um todo, para que o *trade-off* entre a produção de açúcar e a de etanol seja alocado da melhor forma possível.

O que se pode concluir, de forma geral, é que o mercado de açúcar não é a fonte de demanda crescente de cana-de-açúcar e, por isso, não se instaura a justificativa pelo seu crescimento e dinamismo recentes. De acordo com os resultados obtidos, a produção de etanol torna-se cada vez mais importante para economia brasileira e demanda maiores investimentos no setor, como já sugerido por Bittencourt (2012).

#### **5.4 Análise do padrão de interdependência entre preço e produção do açúcar e do etanol considerando intervenção governamental**

A fim de equacionar o período de intervenção governamental que o setor sucroenergético vivenciou, optou-se pela inserção de uma variável *dummy*, na tentativa de captar os efeitos decorridos no período em que o Governo instaurou políticas de incentivos ao setor.

Ao analisar a Tabela 8, percebe-se a diferença dos resultados: sem a *dummy*, existe maior interferência da variável preço do etanol na variável preço do açúcar, fator esse não observado nos resultados que não foram consideradas as interferências governamentais. Mas também reafirma a teoria da maior estabilidade do setor açucareiro.

Análise correlata à da Tabela 8 pode-se fazer com a Tabela 9, pois após a inserção do período de intervenção governamental observou-se que houve maior influência dos preços tanto do etanol quanto do açúcar. Então, por meio desses resultados, corrobora-se a análise feita



anteriormente, que demonstra a variável preço mutuamente se influenciando, contudo vale ressaltar que o preço do açúcar tem maior interferência que o preço do etanol, no que se refere à análise entre os setores.

Os resultados auferidos na Tabela 10 não foram diferentes dos apresentados nas tabelas anteriores, no que se refere à mudança das variáveis que determina a variável analisada. Tal resultado é observado após a inserção da variável *dummy* que busca captar os efeitos do período intervencionista de caráter efetivo como política governamental, dado o interesse no respectivo setor.

Neste caso específico, a mudança foi o poder de determinação maior da variável preço do açúcar, em consequência, a redução do poder de influência da variável produção do açúcar. Nesse setor, não se observa efeito direto do setor alcooleiro no açucareiro, resultado que não surpreende, pois o açúcar é um produto tradicional e consolidado no mercado internacional e nacional, ou seja, os mercados reciprocamente se influenciam.

Tendo em vista toda a análise já realizada, a Tabela 11 não diverge das principais conclusões extraídas das demais, pois também mostra a diferença entre os resultados e comportamentos com e sem intervenção governamental.

A Tabela 11, da decomposição da variância da produção do etanol, mostra o grau de interferência do setor açucareiro no mercado alcooleiro e a sua forma de interação. Contudo, a variável preço do açúcar possui maior e crescente poder de intervenção frente à produção do etanol.

Pelo exposto, conclui-se que aumentou o poder de interferência do mercado açucareiro em relação ao alcooleiro, considerando a inserção da variável *dummy*, todavia a análise inversa não pode ser feita.

Após análise dos modelos com ou sem intervenção, podemos concluir que o composto da intervenção governamental é mais estável, portanto o período no qual houve influência das políticas governamentais transformou a tendência do setor.

## Considerações finais

O presente estudo objetivou identificar os efeitos da variável “preço” sobre as variações na oferta de açúcar e etanol, assim como suas inter-relações. Para tanto, utilizou-se o modelo Vetor de Correção de Erro (VEC). Os resultados obtidos deixaram claro que, embora o modelo tenha sido capaz de analisar o comportamento do mercado sucroenergético, não conseguiu explicar a totalidade dos efeitos mercadológicos vivenciados pelo setor. Entende-se que isso se deva à grande complexidade das relações entre os mercados de açúcar e de etanol e ao fato de que as determinações de preço ocorrem, muitas vezes, fora do âmbito doméstico.

Todavia, foi possível confirmar que o mercado açucareiro possui maior estabilidade e relações de causalidade mais previsíveis do que o mercado de etanol. A dinâmica do setor e a grande incerteza, associada à real demanda (efetiva e potencial), cria espaço para que os efeitos esperados decorrentes das variações no seu preço nem sempre se confirmem.

Dadas as limitações, sugere-se que futuras pesquisas busquem séries de dados mais amplas e utilizem variáveis que extrapolem às internas ao mercado sucroenergético, de maneira que os relacionamentos domésticos e internacionais possam ser verificados e consigam explicar por quais motivos o mercado de etanol apresenta comportamento menos previsível que o de açúcar.

## Referências

**ANP** Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>. Acesso em 05 de setembro de 2013.

**AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira - 2005.** São Paulo: FNP, 2005.

- BNDES Banco Nacional do Desenvolvimento. **Impactos da indústria canavieira no Brasil**. Brasil, 2008.
- BITTENCOURT, G. M.; FONTES, R. M. O.; CAMPOS, A. C. Determinantes das exportações brasileiras de etanol. **Revista de Política Agrícola**. Brasília, nº 4, p. 4-19, 2012.
- BRANDÃO, A. S. P. Estado e agricultura. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 2, n. 5, p. 47-48, 1993.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimates for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W.A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, 1981.
- ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Cointegration and error correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 251-76, 1987.
- FIANI, R. **Teoria da regulação econômica: estado atual e perspectivas futuras**. Rio de Janeiro: NUCA-IE-UFRJ, 1998. (Texto para discussão, 423).
- FULLER, W.A. **Introduction to statistical time series**. New York: Willey, 1976.
- GAMARRA, J.E.T. **Transmissão de preços entre os mercados do etanol e da gasolina desde o lançamentos dos carros flex-fuel, no mercado brasileiro**. 2009. 147 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6th edition. Upper Saddle River, N.J. Pearson Education, 2008.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2006. 846 p.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasileiro come menos arroz com feijão e mais comida industrializada em casa**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=1788>>. Acesso em 23 de maio de 2013.
- JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Dynamic and Control**, v. 12, p. 251-276, 1988.
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration: with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, p. 169-219, 1990.
- JORNALCANA. Disponível em: <<http://www.canaweb.com.br>>. Acesso em 26 de janeiro de 2011.
- MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro**. São Paulo: Caminho Editorial, 2000. 238 p.
- OLIVA FILHO, S. **Perspectivas Mundiais dos Biocombustíveis**. 2007. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/web/comissoes>>. Acesso em 01 de setembro de 2013.

PINTO, M. J. A. **Os investimentos diretos estrangeiros no setor sucroenergético**. 2011. 174 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

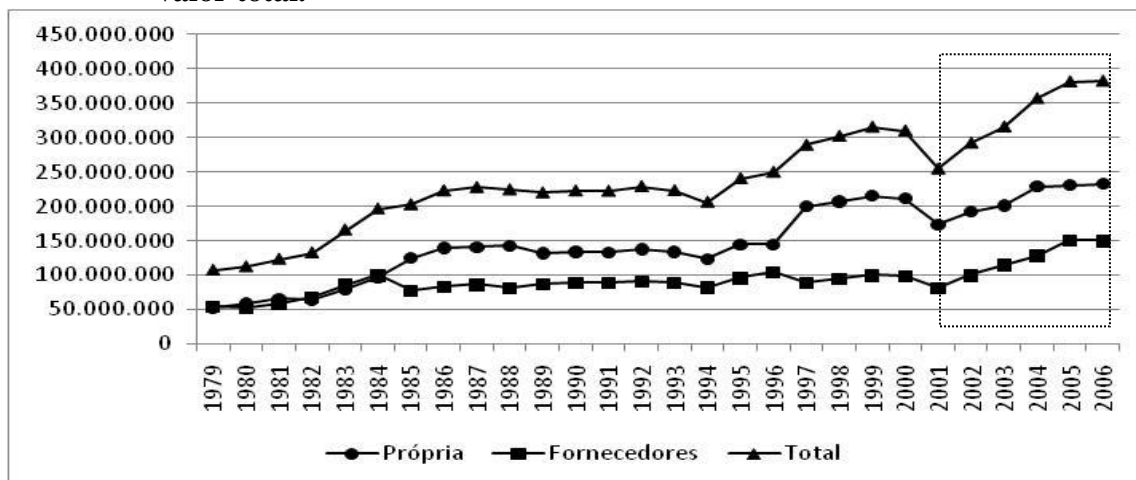
RAMOS, P. Situação atual, problemas e perspectivas da agroindústria canavieira de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 10, p. 9-24, out. 1999.

ÚNICA União da Agroindústria Canavieira de São Paulo . **Estatística**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/pages/estatisticas.asp>>. Acesso em 3 de maio de 2007.

\_\_\_\_\_. **Estatística**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/pages/estatisticas.asp>>. Acesso em 15 junho de 2013.

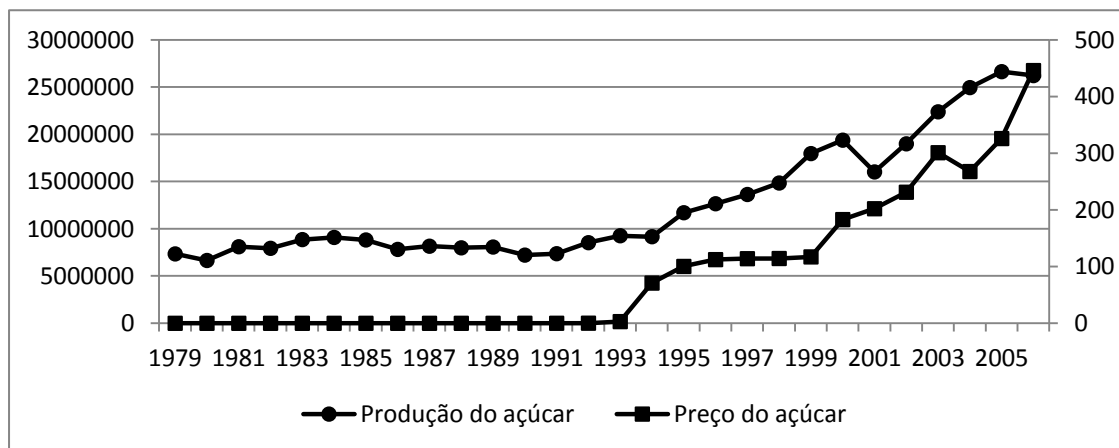
**APÊNDICE**

**Figura 1 – Quantidade de cana-de-açúcar produzida pela própria usina, por fornecedores e valor total.**

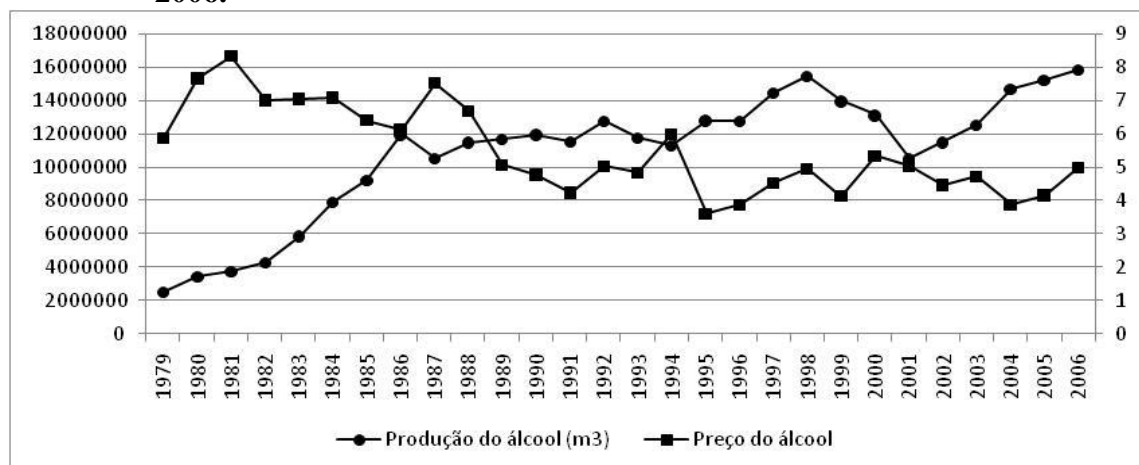


Fonte: União de Produtores de Bioenergia (UDOP).

**Figura 2 – Produção em toneladas e preço real do açúcar, no período de 1979 a 2006.**



Fonte: Food and Agricultural Organization (FAO).

**Figura 3 – Produção em metros cúbicos (m3) e preço real do álcool, no período de 1979 a 2006.**

Fonte: União de Produtores de Bioenergia (UDOP).

**Tabela 1 – Testes de raiz unitária DF e ADF, realizados para as séries  $PAL_t$ ,  $PA_t$ ,  $YA_t$ ,  $YAL_t$ , no período de 1979 a 2006**

Série	Equação de teste	Número de defasagens	Estatística de teste	Valor crítico		
				1%	5%	10%
$PAL_t$	Constante	0	-1,93	-3,69	-2,98	-2,63
$\Delta PAL_t$	Constante	0	-6,50	-3,71	-2,98	-2,63
$PA_t$	Constante e tendência	0	-0,47	-4,33	-3,59	-3,23
$\Delta PA_t$	Constante e tendência	3	-4,42	-4,41	-3,62	-3,25
$YA_t$	Constante e tendência	0	-1,06	-4,33	-3,59	-3,23
$\Delta YA_t$	<b>Constante e tendência</b>	1	-4,93	-4,37	-3,60	-3,24
$YAL_t$	Constante e tendência	2	-2,09	-4,37	-3,60	-3,24
$\Delta YAL_t$	Constante e tendência	3	-4,51	-4,35	-3,59	-3,23

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Foi utilizado o número de defasagens que minimizou o Critério de Informação de Schwartz.

**Tabela 2 – Testes de causalidade de Granger, no período de 1979 a 2006**

Hipótese nula	N.º de defasagens	N.º de observações	Probabilidade
$YA$ não causa $YAL$	4	23	0.825
$YAL$ não causa $YA$	4	23	0.168
$YA$ não causa $PAL$	4	23	0.029
$PAL$ não causa $YA$	4	23	0.980
$YAL$ não causa $PAL$	4	23	0.057
$PAL$ não causa $YAL$	4	23	0.168
$YA$ não causa $PA$	4	23	0.019
$PA$ não causa $YA$	4	23	0.065
$PA$ não causa $PAL$	4	23	0.267
$PAL$ não causa $PA$	4	23	0.006

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 3 – Teste de Johansen e Juselius para co-integração**

	Autovalor máximo		Estatística do traço	
	Valor observado	Valor crítico	Valor observado	Valor crítico
$r=0$	14.65	13.97	29.89	29.68
$r\leq 1$	10.13	14.07	15.23	15.41
$r\leq 2$	5.09	6.76	5.09	5.87

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 4 – Decomposição da variância preço do açúcar**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	24.33376	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	34.91437	72.66184	12.01630	12.74414	2.577716
3	40.78173	53.92785	17.08160	26.11859	2.871959
4	52.93149	32.31802	13.67646	50.43621	3.569314
5	70.05363	19.51899	10.79714	65.99966	3.684207
6	82.65890	16.75772	9.908705	69.21616	4.117414
7	94.87146	14.37823	10.70816	70.12667	4.786934
8	108.8673	10.97527	11.09689	72.79076	5.137078
9	124.0023	8.463293	10.19928	76.12334	5.214087
10	139.2966	6.930387	9.416955	78.33640	5.316257

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 5 – Decomposição da variância do preço do etanol**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	0.696660	3.608589	96.39141	0.000000	0.000000
2	0.974288	39.32692	52.82382	7.545670	0.303587
3	1.215943	45.27181	43.79276	10.61835	0.317073
4	1.368239	36.23228	49.96761	13.52302	0.277091
5	1.412836	34.40601	51.38087	13.90641	0.306717
6	1.476945	35.47263	51.51471	12.73174	0.280928
7	1.602483	38.22995	48.32894	13.17608	0.265027
8	1.753304	38.16099	45.47017	16.14097	0.227867
9	1.832636	35.96271	47.32572	16.50141	0.210159
10	1.872534	34.89538	48.60363	16.27525	0.225745

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 6 – Decomposição da variância da produção do açúcar**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	1638557.	0.201179	0.014666	99.78415	0.000000
2	2430023.	0.574412	0.014583	99.40789	0.003117
3	2925394.	7.507538	0.225445	92.26446	0.002559
4	3537766.	7.327565	1.992304	90.47280	0.207330
5	4218319.	5.158936	2.461459	92.10800	0.271602
6	4982699.	3.705300	2.182697	93.73897	0.373033
7	5780204.	3.112884	2.137813	94.22819	0.521111
8	6436384.	3.054569	2.290021	93.98082	0.674590
9	7053041.	2.724002	2.634666	93.78820	0.853137
10	7748478.	2.256978	2.845178	93.90124	0.996605

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 7 – Decomposição da variância da produção do etanol**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	1361601.	7.574257	0.801338	6.602255	85.02215
2	2042668.	18.01908	0.376562	3.420298	78.18406
3	2999092.	30.78583	1.402917	1.590501	66.22076
4	3714629.	34.08785	1.847496	1.388168	62.67649
5	4294769.	32.80922	2.469327	1.183039	63.53841
6	4770247.	31.26420	2.681394	0.986673	65.06773
7	5258839.	31.37553	2.583012	0.894495	65.14696
8	5756707.	32.77830	2.557670	0.746605	63.91743
9	6209781.	33.42330	2.753094	0.680709	63.14289
10	6586867.	33.03022	2.948881	0.607259	63.41364

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 8 – Decomposição da variância preço do açúcar**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	32.57055	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	45.83236	86.60415	5.803171	7.209495	0.383189
3	50.49000	78.13657	10.15696	11.38954	0.316931
4	53.85985	71.47991	13.14685	15.08298	0.290253
5	57.86736	68.65872	14.14972	16.92766	0.263901
6	63.38368	71.70290	12.70700	15.36744	0.222660
7	69.11585	73.93979	11.86158	14.01137	0.187259
8	73.07665	72.55712	12.69614	14.57922	0.167521
9	76.04997	69.98233	13.89415	15.96588	0.157642
10	78.86733	68.80578	14.34811	16.69362	0.152488

Fonte: Resultado da pesquisa.

**Tabela 9 – Decomposição da variância do preço do etanol**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	0.727970	0.564787	99.43521	0.000000	0.000000
2	0.984216	38.88793	59.66108	1.399009	0.051980
3	1.230625	48.87750	49.49853	0.912347	0.711627
4	1.407433	37.51309	59.31186	2.503078	0.671969
5	1.517520	32.67019	63.42472	3.288022	0.617073
6	1.601670	29.90470	66.02055	3.478867	0.595886
7	1.697692	31.96353	64.33755	3.098001	0.600915
8	1.804919	34.13572	62.50012	2.740915	0.623250
9	1.896898	32.19946	64.36744	2.781447	0.651658
10	1.982682	29.51805	66.66878	3.170915	0.642258

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 10 – Decomposição da variância da produção do açúcar**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	1252384.	3.762278	2.592773	93.64495	0.000000
2	1437282.	9.382853	2.426180	87.90793	0.283035
3	1964358.	45.95852	5.803653	47.07114	1.166688
4	2455167.	63.48976	4.769660	30.90689	0.833693
5	2631596.	63.96784	4.212484	30.93480	0.884880
6	2718450.	61.64251	3.961129	33.28135	1.115013
7	2825184.	61.26421	3.764679	33.61163	1.359484
8	3036959.	64.68195	3.824443	30.10636	1.387243
9	3281811.	68.54216	3.679900	26.45249	1.325450
10	3431068.	69.70072	3.407487	25.56212	1.329672

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 11 – Decomposição da produção do etanol**

Período	Desvio-padrão	PA	PAL	YA	YAL
1	1137119.	15.21719	1.790903	0.428380	82.56352
2	1832812.	30.25485	2.011034	9.841392	57.89272
3	2916518.	49.79075	0.970684	10.09250	39.14606
4	3875894.	58.18446	1.190311	10.95281	29.67243
5	4433589.	59.52809	0.927568	10.35497	29.18937
6	4759566.	58.09089	0.850797	10.05142	31.00689
7	5094517.	56.94043	0.743978	9.901133	32.41446
8	5536853.	57.46897	0.693268	10.02397	31.81379
9	6028801.	58.78680	0.649059	10.12861	30.43552
10	6418648.	59.37188	0.577467	10.09016	29.96049

Fonte: Resultado da pesquisa.

**Recebido em 05.07.13**

**Aprovado em 19.12.13**