

## ESTIMAÇÃO DA DEMANDA BRASILEIRA POR ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO PERÍODO DE 1995-2008

Cléia Duarte Machado – Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – cleia.duarte@gmail.com

Gustavo Bertotti – Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – gustavo.bertotti@gmail.com

Angélica Massuquetti – Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – angelicam@unisin.br

Igor Alexandre Clemente de Moraes – Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – imorais@unisin.br

Resumo: O complexo sucroalcooleiro esteve entre os três principais setores de exportação de produtos agrícolas, em valor exportado, no ano de 2008. Nesse mesmo ano, o Brasil exportou US\$ 58,4 bilhões em produtos agrícolas, sendo que US\$ 7,9 bilhões relacionaram-se ao setor, ou seja, 13,5% das exportações agrícolas. Esses dados revelam a importância do setor para o agronegócio brasileiro. Atualmente, o Brasil configura-se como um dos maiores produtores mundiais de álcool, tendo produzido, na safra 2007/2008, 38% da produção mundial. A demanda externa desse produto cresce a cada ano em virtude da necessidade de redução da emissão de poluentes na atmosfera, de tal forma que o Brasil exportou, em 2008, 5,1 bilhões de litros, sendo 45% superior ao ano de 2007. Os principais países consumidores do álcool nacional são: Estados Unidos da América, Japão, Jamaica, Nigéria, Coreia do Sul, Suécia, Países Baixos, Costa Rica, El Salvador e México. A conquista do mercado nacional por meio dos automóveis *flex-fuel*, desde seu lançamento em 2002, e a importância do álcool como um combustível limpo, produzido por biomassa, contribuem para a atenção do mercado internacional, das autoridades públicas e da própria opinião pública, que acompanham os movimentos desse mercado. O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do mercado consumidor de álcool combustível no Brasil, no período de 1995-2008, através de um modelo de demanda, considerando as inter-relações de preço do álcool e do bem substituído, bem como a influência da produção brasileira de veículos a álcool e o impacto gerado pela renda. A estimação da equação de demanda de álcool combustível possibilita a realização de análises sobre o comportamento do mercado, o que se torna útil para definição de políticas setoriais e para o planejamento da tomada de decisões dos agentes econômicos.

Palavras-chave: setor sucroalcooleiro, demanda de álcool combustível, modelagem econométrica.

### 1 INTRODUÇÃO

A produção de álcool no Brasil foi incentivada com a implantação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), em 1975, no contexto do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), em decorrência da elevação dos preços e da instabilidade de fornecimento do petróleo no mercado internacional. Este Programa também estimulou o crescimento da renda e a geração de empregos no meio rural (CARUSO, 2002).

A partir do início da década de 1990, com a liberação dos preços do açúcar, do álcool e da cana, os preços do setor sucroalcooleiro passaram a ser determinados de acordo com as regras de livre mercado e desde então o setor tem sofrido profundas transformações produtivas em um período relativamente curto de tempo. A evolução do mercado de álcool indica que, nos últimos anos, os agentes econômicos adequaram-se ao novo cenário após a

desregulamentação e definiram estratégias de gestão empresarial, tendo em vista a concorrência e a necessidade de ganhos produtivos financeiros e mercadológicos (CEPEA, 2008).

O complexo sucroalcooleiro esteve entre os três principais setores de exportação de produtos agrícolas, em valor exportado, no ano de 2008, ao lado do complexo soja (primeira posição) e de carnes (segunda posição). Nesse mesmo ano, o Brasil exportou US\$ 58,4 bilhões em produtos agrícolas, sendo que US\$ 40,4 bilhões corresponderam aos setores indicados e US\$ 7,9 bilhões relacionaram-se ao setor sucroalcooleiro, ou seja, 13,5% das exportações agrícolas. Esses dados revelam a importância do setor para o agronegócio brasileiro (MAPA, 2009).

A demanda externa desse produto cresce a cada ano em virtude da necessidade de redução da emissão de poluentes na atmosfera, de tal forma que o Brasil exportou, em 2008, 5,1 bilhões de litros, sendo 45% superior ao ano de 2007. Os principais países consumidores do álcool nacional são: Estados Unidos da América, Japão, Jamaica, Nigéria, Coreia do Sul, Suécia, Países Baixos, Costa Rica, El Salvador e México (MDIC, 2010). Atualmente, o Brasil configura-se como um dos maiores produtores mundiais de álcool, tendo produzido, na safra 2007/2008, 38% da produção mundial.

Desde o início da década de 1990, a produção de álcool, no Brasil, apresenta índices positivos, passando de 12,7 bilhões de litros na safra 1994/1995 para 22,5 bilhões de litros na safra 2007/2008. O álcool anidro vinha sendo produzido em menor quantidade que o álcool hidratado até a safra de 1999/2000, porém, essa posição inverteu-se a partir de 2000/2001 devido ao comportamento do consumo da mistura álcool/gasolina.

O crescimento do mercado de álcool combustível no Brasil, em parte, se deve pelo lançamento e pela aceitação do carro bicombustível no mercado brasileiro, o qual contribui diretamente para a preservação do meio ambiente. Conforme Zanão (2009), entre 2003 e 2007 foram comercializados cerca de 4,6 milhões de carros bicombustíveis, com a participação desses veículos nas vendas de carros novos de 86%, em 2007, enquanto que os carros movidos somente a gasolina tiveram uma redução nas vendas de 79%. A conquista do mercado nacional por meio dos automóveis *flex-fuel*, desde seu lançamento em 2002, e a importância do álcool como um combustível limpo, produzido por biomassa, contribuem para a atenção do mercado internacional, das autoridades públicas e da própria opinião pública, que acompanham os movimentos desse mercado.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do mercado consumidor de álcool combustível no Brasil, no período de 1995-2008, através de um modelo

de demanda, considerando as inter-relações de preço do álcool e do bem substituto, bem como a influência da produção brasileira de veículos a álcool e o impacto gerado pela renda. A estimação da equação de demanda de álcool combustível possibilita a realização de análises sobre o comportamento do mercado, o que se torna útil para definição de políticas setoriais e para o planejamento da tomada de decisões dos agentes econômicos.

Diante do exposto, esse artigo contém quatro partes, incluindo essa introdução. Na seção seguinte, apresenta-se o modelo de demanda proposto e o método empregado. Na terceira seção são apresentados e discutidos os principais resultados estatísticos obtidos para a formulação do modelo. Por fim, a última seção traz as considerações finais e sugestões de pesquisa futura.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Equação de Demanda de Álcool Combustível

Para a estimação da equação de demanda de álcool no Brasil, para o período 1995-2008, o modelo parte das inter-relações de preços e do nível de renda, bem como verifica o grau de intensidade que a produção de veículos exerce sobre o setor. De um modo geral, a demanda, no formato log-linear, pode ser descrita a partir da equação 2.1:

(2.1)

$$\log \text{Cons\_alc} = \alpha_1 \log \text{prec\_alc} + \alpha_2 \log \text{prec\_gas} + \alpha_3 \log \text{prod\_veic} + \alpha_4 \log \text{sal\_min} + u_t$$

Onde:

cons\_alc corresponde ao *quantum* consumido de álcool;

prec\_alc é o preço médio mensal do álcool;

prec\_gas é o preço médio mensal da gasolina;

prod\_veic é a produção média mensal de veículos;

sal\_min é a média mensal do salário mínimo real; e

$u_t$  = erro aleatório.

De acordo com o modelo proposto, a expectativa é de que a elasticidade de preço do álcool no mercado interno possua uma relação inversa, uma vez que quanto maior for o preço praticado, menor será o consumo de álcool. Em relação à variável preço da gasolina, tratando-se de um bem substituto, espera-se um sinal positivo, o que indica que uma elevação no preço do bem substituto provoca um aumento na demanda de álcool. Para a produção de veículos a expectativa é de que aumentos na produção impactem positivamente, elevando a demanda do setor. Por fim, em relação ao nível de renda, partiu-se da expectativa de que aumentos no salário mínimo motivem aumentos gradativos de consumo de álcool.

## 2.2 Procedimentos de Pesquisa

Os dados utilizados são mensais e dessazonalizados, correspondendo a um total de 168 observações. As variáveis preço de álcool, preço da gasolina e produção de veículos foram obtidas no Sistema Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de Recuperação Automática (SIDRA-IBGE). As variáveis consumo de álcool e média mensal do salário mínimo referem-se a indicadores levantados e divulgados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Foram efetuados testes<sup>1</sup> tradicionais propostos na literatura de econometria, com o objetivo de identificar o comportamento das variáveis que melhor explicam o modelo. O primeiro passo foi a composição de três modelos de longo prazo, os quais seguem no Anexo Estatístico, tabela 4, e, logo após, foi efetuado teste de raiz unitária (tabelas 1 e 3), heterocedasticidade (tabelas 5 e 7) e auto-correlação (tabela 5). Em relação aos modelos que apresentaram algum desses problemas (raiz unitária, heterocedasticidade e auto-correlação), todos foram corrigidos e a partir de então escolhido o modelo que melhor explica a demanda de álcool combustível no mercado brasileiro. Na segunda etapa, após escolha do modelo, o mesmo foi analisado e aplicados choques de preços sobre a demanda para analisar suas implicações sobre as demais variáveis.

---

<sup>1</sup> Os testes econométricos foram realizados através do *software Eviews 6.0*.

### 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS

#### 3.1 Resultados da Equação de Demanda de Álcool Combustível no Mercado Brasileiro

O objetivo dessa seção é apresentar os testes econométricos realizados com o intuito de encontrar a equação que melhor se adapte. Ou seja, as equações, na sua maioria, apresentam tendências e distorções e, dessa forma, são necessários testes para identificar tais problemas, para posteriores ajustes no modelo escolhido.

Primeiramente, verifica-se a presença de raiz unitária nas variáveis com os testes de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) e *Ng-Perron*. Os resultados, que podem ser consultados na tabela 1 e no Anexo Estatístico, tabela 3, indicam uma forte tendência de raiz unitária para todas as séries, ou seja, um processo estocástico não-estacionário. Observa-se que no teste ADF, todas as séries, quando testadas em nível, são de ordem I(1), indicando a presença de raiz unitária. Porém, as séries tornam-se estacionárias<sup>2</sup> de ordem I(0) quando as mesmas são testadas em 1° diferença, entretanto, quando utilizadas em 1° diferença, a série perde os dados de longo prazo, conforme Morais et al. (2008). O teste *Ng-Perron* apresentou tanto em nível como em tendência resultados positivos de presença de raiz unitária em quase todas as séries, cujos resultados podem ser observados na tabela 1.

**Tabela 1: Resultados dos testes de raiz unitária *Ng-Perron* para as séries de preço médio de álcool, preço médio de gasolina, produção de veículos a álcool, consumo de álcool e salário mínimo**

Variáveis	* Em nível, intercepto					* Em nível, tendência, intercepto				
	MZa	MZt	MSB	MPT	I( )	MZa	MZt	MSB	MPT	I( )
pre_alc_sa	0,547 I(1)	0,552 I(1)	1,00 I(1)	64,6 I(1)	I(1)	-11,1 I(1)	-2,22 I(1)	0,20 I(1)	8,86 I(1)	I(1)
pre_gas_sa	0,86 I(1)	1,49 I(1)	1,73 I(1)	191 I(1)	I(1)	-2,87 I(1)	-0,93 I(1)	0,32 I(1)	24,89 I(1)	I(1)
prod_vei_sa	-4,14 I(1)	-1,43 I(1)	0,34 I(1)	5,91 I(1)	I(1)	-21,45 I(0)	-2,97 I(0)	0,13 I(0)	6,05 I(1)	I(0)
sal_min_real_sa	1,35 I(1)	1,45 I(1)	1,07 I(1)	85,3 I(1)	I(1)	-14,67 I(1)	-2,70 I(1)	0,18 I(1)	6,21 I(1)	I(1)
con_alc_sa	-0,67 I(1)	-0,36 I(1)	0,54 I(1)	18,5 I(1)	I(1)	-0,16 I(1)	-0,07 I(1)	0,48 I(1)	55,7 I(1)	I(1)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: Significativo a 2,5%.

<sup>2</sup> Estacionariedade implica que a série tem média e variância constantes ao longo do tempo e covariância dependendo apenas do intervalo de tempo (GUJARATI, 2006).

Conforme observado no Anexo Estatístico, tabela 4, três equações<sup>3</sup> foram testadas para a estimação do modelo de longo prazo<sup>4</sup>. Em relação ao preço do álcool foi usada uma variável *dummy* em uma das estimações<sup>5</sup> com o objetivo de testar se o aumento da produção de veículos *flex-fuel*, a partir do ano de 2002, impactou diretamente no preço do álcool combustível. A variável *dummy* confirma a hipótese, resultando em um aumento na elasticidade da demanda do setor. Observa-se que os coeficientes tiveram os sinais esperado, indicando que a demanda de álcool é influenciada pelas variáveis inseridas no modelo. Ressalta-se também que o modelo apresentou resultados satisfatórios em relação à ausência de heterocedasticidade ARCH (1) = 0,008 (0,92).

Todavia, neste primeiro momento, analisando somente os testes até agora apurados das três equações, comparando as estimativas *Akaike* e *Schwarz*, chega-se à seleção da formulação<sup>6</sup> 3.1, no formato log-linear:

(3.1)

$$\text{Cons\_alc} = 0,830\alpha\text{cons\_alc}_{-1} - 0,175\alpha_0\text{prec\_alc} + 0,023\alpha\text{prec\_gas} + 0,086\alpha\text{prod\_veic} + 0,384\alpha\text{sal\_min} + v,$$

(0,02)                      (0,04)                      (0,05)                      (0,02)                      (0,07)

Conforme se verifica no gráfico 1, as variáveis inseridas no modelo apresentam algumas quebras estruturais ao longo do período, porém, observa-se uma forte tendência de crescimento em todas as variáveis<sup>7</sup>. Observa-se também que a produção brasileira de veículos apresentou um declínio até o ano de 1998, devido ao sucateamento da frota existente e do inexpressivo aumento das vendas de veículos movidos a álcool.

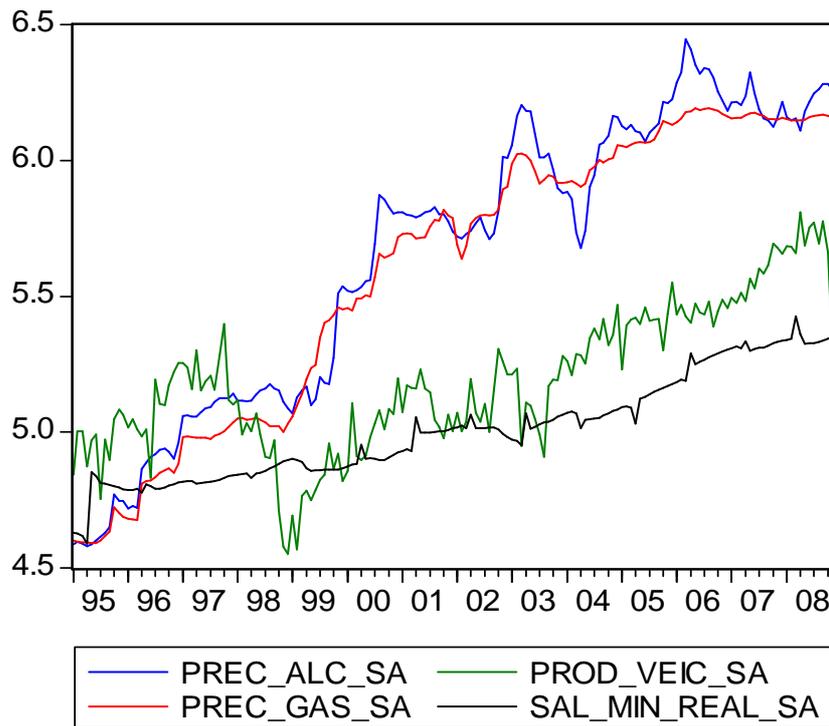
<sup>3</sup> Conforme os resultados demonstrados no Anexo Estatístico, a equação 1 apresentou heterocedasticidade e a correção do erro se deu através do formato GARCH (1,1), conforme tabela 6.

<sup>4</sup> Através do teste *Breusch-Godfrey LM Test*, constatou-se que em todas as equações havia presença de autocorrelação nas séries.

<sup>5</sup> Conforme Anexo Estatístico, equação 3 (Eq03) na tabela 4.

<sup>6</sup> A equação descrita nessa seção (Eq02) apresentou os valores de *Akaike* e *Schwarz* mais satisfatórios (Anexo Estatístico, tabela 3).

<sup>7</sup> Um fator impactante nas variáveis pode ser explicado pelo crescimento da economia após a criação do Plano Real em 1994 (COSTA, 2003).



**Gráfico 1 - Comportamento das variáveis preço do álcool, preço da gasolina, produção de veículos e salário mínimo no Brasil – 1995-2008**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar da relação de longo prazo fornecer resultados satisfatórios para a interpretação das elasticidades, Gujarati (2006) ressalta que uma vez que os testes ADF e *Ng-Perron* indicam que as variáveis possuem raiz unitária de ordem  $I(1)$ , consequentemente, parte-se da premissa de que os resultados possam ser explicados por uma tendência. Dessa forma, efetua-se o teste de co-integração, a fim de solucionar possíveis erros da estimação, seguindo a proposta de Johansen (1988), onde a combinação de variáveis  $I(1)$ , de tal forma, resulte na constituição de variáveis  $I(0)$ . A aplicação do teste de *Johansen* para as variáveis  $I(1)$ , indica a existência de pelo menos dois vetores<sup>8</sup> de co-integração. Em suma, os resultados apresentam que há relações de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. O modelo a ser ajustado deve, portanto, ser um modelo com Correção de Erro (VEC), para considerar os aspectos tanto de curto quanto de longo prazo. A tabela 2 apresenta os resultados de três equações pelo mecanismo de correção de erro. Após várias estimativas, de acordo com os critérios de *Akaike* e *Schwarz*, o modelo 1 é o que apresenta os resultados mais significativos, sendo aqui o escolhido para a análise:

<sup>8</sup> O vetor de co-integração foi normalizado para a variável consumo de álcool, conforme os resultados:  
 $(2 \quad 2,25\alpha_{prec\_alc} - 0,869\alpha_{pre\_gas} + 0,194\alpha_{prod\_veic} - 4,984\alpha_{sal\_min})$   
 (0,51) (0,52) (0,24) (0,62)

**Tabela 2 - Resultados dos modelos com Correção de Erro**

VARIÁVEL	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
$\Delta\text{cons\_alc}$	-	-0,077 (0,031)	-0,011 (0,019)
$\Delta\text{cons\_alc}_{t-1}$	-0,071 (0,021)	-0,077 (0,031)	-
$\Delta\text{pre\_alc}$	-0,106 (0,028)	-0,736 (0,037)	-
$\Delta\text{pre\_alc}_{t-1}$	-	-	-0,066 (0,018)
$\Delta\text{pre\_gas}_{t-1}$	0,023 (0,001)	0,034 (0,016)	-0,007 (0,011)
$\Delta\text{sal\_min}$	-	0,035 (0,018)	0,033 (0,010)
$\Delta\text{sal\_min}_{t-1}$	0,032 (0,001)	-	-
$\Delta\text{prod\_veic}_{t-1}$	-	0,081 (0,068)	-
$\Delta\text{prod\_veic}_{t-2}$	0,045 (0,009)	-	-
R-squared	0,7233	0,6549	0,5574
Akaike AIC	-3,58	-3,36	-3,24
Schwarz SC	-2,56	-2,34	-2,31

Fonte: Elaborada pelos autores.

O modelo apresenta todos os coeficientes significativos e sinais conforme o esperado. Logo, a estimação de demanda de álcool pode ser descrita segundo a equação 3.2:

$$(3.2)$$

$$\Delta\text{cons\_alc} = \alpha_0 - 0,071\Delta\text{cons\_alc}_{t-1} - 0,106\Delta\text{pre\_alc} + 0,023\Delta\text{pre\_gas}_{t-1} + 0,032\Delta\text{sal\_min}_{t-1} + 0,045\Delta\text{prod\_veic}_{t-2} + \nu_t$$

(0,021)
(0,028)
(0,001)
(0,001)
(0,009)

Em relação à equação de demanda de álcool, obteve-se um coeficiente de determinação *R-squared*, cujo valor foi de 0,72. Gujarati (2006) considera que o coeficiente de determinação representa a qualidade do ajustamento da linha de regressão, ou seja, com base nessas afirmações, conclui-se que em 72% as variações relacionadas explicam o comportamento da demanda de álcool. Observa-se que neste modelo há influência de preço defasado de gasolina, de renda e de produção de veículos sobre a demanda de álcool. Preços não atrativos da gasolina no período anterior favorecem o consumo de álcool no período atual. Em relação à produção de veículos, pode-se afirmar que o crescimento do setor automotivo em períodos anteriores proporciona aumentos futuros na demanda de álcool. Destaca-se

também que um menor consumo de álcool, defasado um período, irá resultar em uma maior demanda presente.

A variável preço médio da gasolina, como se esperava em relação ao bem substituto, apresentou parâmetro positivo (0,023), indicando que uma variação de 10% no preço médio da gasolina gera uma variação de 0,23% na quantidade demandada de álcool. Em relação à variável preço médio do álcool, pode-se observar que a mesma confirma a teoria econômica, ou seja, aumentos de preço do álcool geram impactos negativos sobre a curva de demanda, direcionando o consumidor para o consumo do bem substituto. Logo, se houver elevação de 10% no preço médio do álcool, a sua demanda sofre uma queda na ordem de 1,06%. O coeficiente produção de veículos (0,045) apresentou relação positiva com o modelo. Esse resultado indica que um aumento de 10% na produção brasileira de veículos provoca um aumento de 0,45% na demanda de álcool. Já em relação ao coeficiente da variável elasticidade renda-demanda (salário mínimo), nota-se que ocorre influência positiva do período anterior em relação ao comportamento da demanda e que o mesmo também apresenta resultados de acordo com a teoria econômica. O resultado indica que a demanda de álcool é elástica a variações na renda, ou seja, uma elevação de 10% na renda implica que a quantidade demandada de álcool irá variar 0,32% no mesmo sentido.

Os resultados estimados no período, de uma forma geral, apontaram para as condições de preços do álcool e da gasolina, bem como variações na renda e na produção de veículos, como principais fatores que influenciaram a demanda de álcool no Brasil.

### **3.2 Análise de Choques de Preços na Demanda de Álcool Combustível**

Essa seção apresenta uma análise sobre as variáveis do modelo em relação aos choques no preço do álcool<sup>9</sup>. Quando se utiliza os modelos VAR ou VEC, um dos motivos é analisar os efeitos de choques individuais sobre a dinâmica do sistema. Este mecanismo tem como objetivo mostrar como um choque em uma determinada variável afeta as demais variáveis no decorrer do tempo. Um choque em uma variável não afeta somente ela, mas também as demais variáveis do modelo.

Conforme gráfico 2, no Anexo Estatístico, verifica-se que choques no preço do álcool afetam negativamente a demanda de álcool combustível nos 15 primeiros períodos e após tende a se estabilizar, confirmando a teoria econômica: qualquer elevação nos preços leva,

---

<sup>9</sup> Para esta apuração foi utilizado o *software EvIEWS 6.0* através da ferramenta *Impulse*, que simula choques. Para este estudo foram utilizados 25 períodos para apuração e análise dos choques.

gradativamente, à queda da demanda. Com relação ao preço do bem substituto, que neste caso é a gasolina, a elevação do preço do álcool acarreta na elevação do preço da gasolina. Isto existe, em parte, devido a uma tendência dos consumidores substituírem o álcool pela gasolina, uma vez que houve um aumento dos preços do álcool e, conseqüentemente, o acréscimo do consumo da gasolina leva, posteriormente, ao aumento do seu preço. A resposta para a produção de veículos é oscilante, tendo ciclos de cinco em cinco períodos, o que não demonstrou reação aos choques, mantendo seu próprio ciclo. Conforme pode ser observado no gráfico 2, a resposta do salário mínimo é também de oscilação para os sete primeiros períodos, levando a um crescimento até o 15º período. A variável preço do álcool agiu também conforme o esperado, primeiramente a elevação dos preços do álcool tiveram aumento, entretanto, quando os consumidores perceberem a elevação dos preços, tenderam ao consumo do bem substituto e, conseqüentemente, observa-se a queda dos preços. Todavia, de acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002), o impacto das variáveis a choques do preço do álcool agiu conforme o esperado e comprova a elasticidade da demanda em relação aos preços.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse artigo teve como objetivo estimar a equação de demanda brasileira de álcool no período 1995 a 2008. Através de uma modelagem econométrica determinou-se o grau de intensidade das variáveis de preços do álcool e do bem substituto em relação à demanda de álcool. Todavia, também se testou a influência da renda e da produção brasileira de veículos no setor. Os testes *ADF* e *Ng-Perron* indicaram a presença de raiz unitária em algumas séries, sinalizando a necessidade de cuidados no tratamento dos dados, a fim de evitar séries espúrias. Com base no teste tradicional de Johansen (1988), os testes de máximo autovalor ( $\lambda_{max}$ ) e de traço ( $\lambda_{trace}$ ) apresentam valores significativos a partir de hipótese nula de que há pelo menos dois vetores e co-integração. A estimação no mecanismo de correção de erros aponta que em 72% as variáveis inseridas no modelo explicam a demanda de álcool no Brasil.

De um modo geral, observou-se a importância dos impactos das defasagens do preço da gasolina, produção de veículos e renda no modelo. Os resultados demonstraram que a quantidade demanda de álcool varia inversamente em relação ao preço do álcool, ou seja, aumentos no preço geram impactos negativos sobre a curva de demanda, direcionando o consumidor para o consumo do bem substituto. Em relação à variável preço médio da

gasolina, o resultado aponta um sinal positivo em relação à demanda, indicando que a gasolina é um substituto direto do álcool. A variável produção de veículos indicou que o crescimento do setor automotivo motiva positivamente o aumento da demanda de álcool, fato este que se acentuou a partir do ano de 2002 com o lançamento dos veículos *flex-fuel*. Em relação à variável elasticidade-renda da demanda, de acordo com o esperado, nota-se que aumentos na variável salário mínimo provocam uma influência positiva em relação ao comportamento da demanda e que o mesmo também apresenta resultados satisfatórios com a teoria econômica. O resultado indica que a demanda de álcool é elástica a variações na renda.

Verificou-se também que a demanda de álcool reage negativamente a choques no preço da gasolina, ao contrário da variável preço da gasolina, que resulta positivamente. Já a produção de veículos não é afetada pelos choques nos preços de álcool. Para o teste de causalidade de *Granger*, identificou-se que as variáveis preço do álcool, preço da gasolina e salário mínimo causam a demanda de álcool. Em suma, os apontamentos ora apresentados são de certo modo coerentes aos resultados esperados em relação à equação de demanda de álcool, estimulados sobremaneira pelo crescimento das variáveis preços, renda e produção automotiva.

Por fim, ressalta-se que os novos contornos que estão surgindo na indústria alcooleira, como a introdução de motores bicombustíveis (Gás Natural Veicular – GNV), poderão impactar diretamente sobre a demanda, como também a oferta de álcool no Brasil. Como proposta de pesquisa futura, sugere-se que mais trabalhos possam a ser desenvolvidos para examinar novos parâmetros que este estudo não possibilitou conclusões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. R. A.; SHIKIDA, P.F.A.; SOUZA, E. C.; CARVALHEIRO, E. M. Uma análise econométrica preliminar das ofertas de açúcar e álcool paranaenses. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, p. 21-32, 2006.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - Brasil. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

ANGELIS, Cristiano Trindade. **Um estudo sobre os filtros Hodrick-Prescott e Baxter-King**. 2004. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BESANKO, David; BRAEUTIGAM, Ronald R. **Microeconomia uma abordagem completa**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

CARUSO, R.C. **Análise da oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador do açúcar**. São Paulo: CEPEA/USP. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

COSTA, Mario Luiz Oliveira. **Setor sucroalcooleiro: da rígida intervenção ao livre mercado**. São Paulo: Método, 2003.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Nacional, 2003.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Banco de Dados/Outras Estatísticas**. Disponível em: <[http://www.iea.sp.gov.br/out/producao/prev\\_safra.php](http://www.iea.sp.gov.br/out/producao/prev_safra.php)>. Acesso em: 12 set. 2009.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Dados macroeconômicos/estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2009.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vector. **Journal of Econometric Dynamic and Control**, Amsterdam, 12, 231-254, 1988.

MAPA/ACS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Relações Internacionais. **Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino**. Brasília: MAPA/ACS, 2009a.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção de Veículos a Álcool no Brasil**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2009b.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Biocombustíveis: álcool combustível**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=999>>. Acesso em: 25 fev. 2010.

MORAIS, I. A. C.; ANJOS, A. T. M.; BERTOLDI, A. **Um modelo não-linear para as exportações de borracha**. São Leopoldo: PPGE UNISINOS, 2008. Texto para Discussão nº 2008-01. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/ppg/economia/publicacoes/borracha.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2009.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SIDRA-IBGE. Sistema Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de Recuperação Automática. **Índices de preço**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

ZANÃO, Aline.G. **Caracterização da infra-estrutura de armazenagem de álcool no Brasil e análise da sua concentração na região Centro-Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

## ANEXO ESTATÍSTICO

Tabela 3 - Teste de raiz unitária – ADF

Variáveis	$\tau$	$\tau_{\mu}$	$\tau_{\tau}$	I( )	1º Diferença	$\tau$	$\tau_{\mu}$	$\tau_{\tau}$	I( )
pre_alc_sa	1,59 I(1)	-1,68 I(1)	-2,44 I(1)	I(1)	$\Delta p_{alc}$	-9,13 I(0)	-9,36 I(0)	-9,41 I(0)	I(0)
pre_gas_sa	2,95 I(1)	-1,94 I(1)	-0,90 I(1)	I(1)	$\Delta p_{gas}$	-9,07 I(0)	-9,84 I(0)	-10,65 I(0)	I(0)
prod_vei_sa	-0,15 I(1)	-2,64 I(1)	-3,08 I(1)	I(1)	$\Delta p_{vei}$	-15,55 I(0)	-15,50 I(0)	-15,50 I(0)	I(0)
Sal_min_real_sa	2,35 I(1)	-1,03 I(1)	-3,31 I(1)	I(1)	$\Delta m_{sal}$	-16,93 I(0)	-17,34 I(0)	-17,29 I(0)	I(0)
con_alc_sa	0,77 I(1)	0,15 I(1)	0,63 I(1)	I(1)	$\Delta con_{alc}$	-6,94 I(0)	-6,97 I(0)	-13,60 I(0)	I(0)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: 2,5% significância.

Tabela 4 - Resumo equações

Variáveis	Eq01	Eq02	Eq03
Preço Alcool	-0,404 (0,11)	-0,175 (0,04)	-0,173 (0,04)
Preço Gasolina	-0,355 (0,12)	0,023 (0,05)	0,017 (0,05)
Salário Mínimo Real	1,786 (0,12)	0,384 (0,07)	0,378 (0,07)
Produção Veículos	0,358 (0,05)	0,086 (0,02)	0,083 (0,02)
Cons. Álcool (-1)	-	0,830 (0,02)	0,831 (0,02)
Prec. Alc * Dummy	-	-	0,001 (0,00)
Intercepto	-2,102 (0,36)	-0,759 (0,15)	-0,701 (0,18)
R- Squared	0,750	0,959	0,959
Akaike	-1,340	-3,147	-3,137
Schwarz	-1,247	-3,035	-3,006
RMSE	0,120	0,067	0,068
MAE	0,089	0,055	0,056
MAPE	2,018	1,275	1,288
TIC	0,013	0,007	0,007

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: 2,5% significância.

Tabela 5 - Teste de heterocedasticidade e autocorrelação

Teste	Eq.1	Eq.2	Eq.3
ARCH (1 lag)	89,414 (0,00)	1,223 (0,26)	1,220 (0,26)
Heterocedasticidade	SIM	NÃO	NÃO
LM	106,217 (0,00)	31,824 (0,00)	32,668 (0,00)
Autocorrelação	SIM	SIM	SIM

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 6 - Resumo equações – corrigindo heterocedasticidade – ARCH/GARCH**

Variáveis	Eq01(ARCH/GARCH)	Eq02	Eq03
Preço Álcool	-0,263 (0,06)	-0,175 (0,04)	-0,173 (0,04)
Preço Gasolina	-0,356 (0,07)	0,023 (0,05)	0,017 (0,05)
Salário Mínimo Real	1,124 (0,06)	0,384 (0,07)	0,378 (0,07)
Produção Veículos	0,436 (0,03)	0,086 (0,02)	0,083 (0,02)
Cons. Álcool (-1)	-	0,830 (0,02)	0,831 (0,02)
Prec. Alc * Dummy	-	-	0,001 (0,00)
Intercepto	-0,013 (0,22)	-0,759 (0,15)	-0,701 (0,18)
R- Squared	0,668	0,959	0,959
Akaike	-2,037	-3,147	-3,137
Schwarz	-1,888	-3,035	-3,006
RMSE	0,138	0,067	0,068
MAE	0,094	0,055	0,056
MAPE	2,080	1,275	1,288
TIC	0,015	0,007	0,007

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 7 - Teste de heterocedasticidade após correção**

	Eq.1	Eq.2	Eq.3
ARCH (1 lag)	0,384 (0,53)	1,223 (0,26)	1,220 (0,26)
Heteroscedasticidade	NÃO	NÃO	NÃO

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 8 - Teste de Cointegração Johansen (1988) - Equação de Demanda**

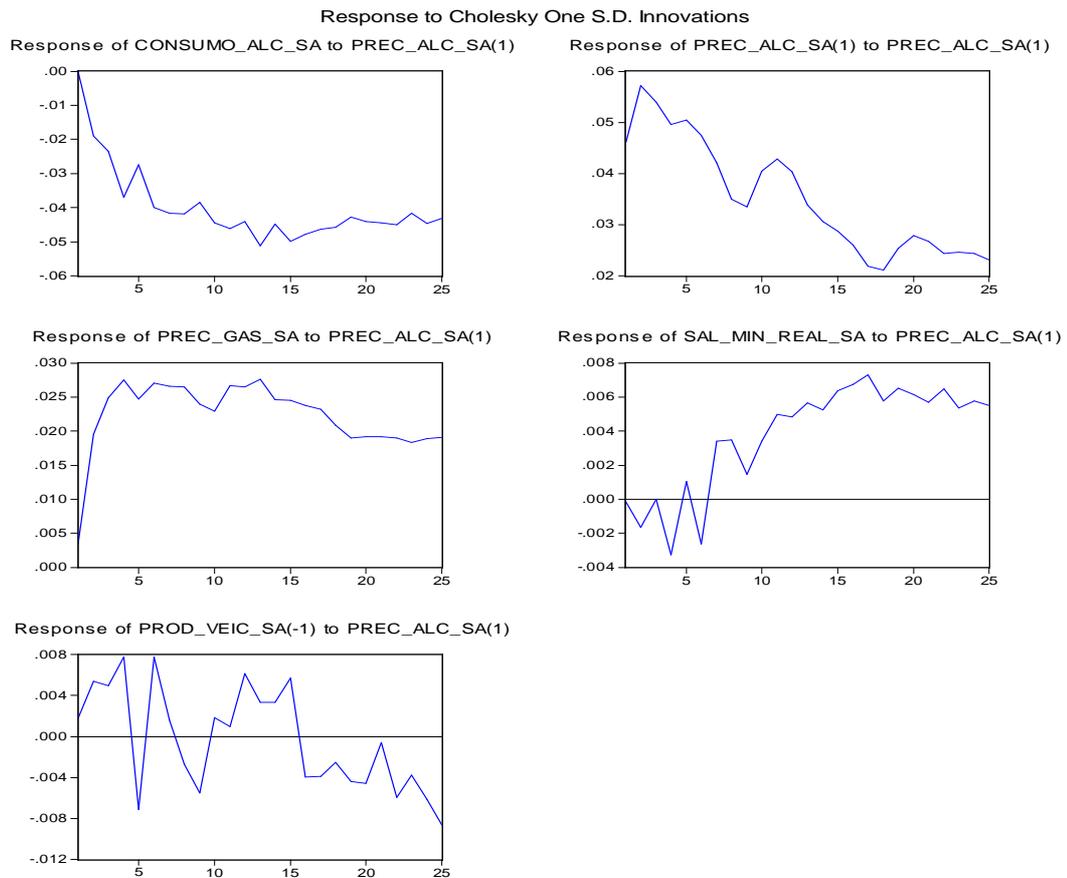
$\lambda$ Traço					$\lambda$ Max			
H0	Eignvalue	Statistic	Critical Value	Prob	Eignvalue	Statistic	Critical Value	Prob
r = 0	0,220	90,807	69,818	0,000	0,220	40,548	33,876	0,006
r ≤ 1	0,147	50,259	47,856	0,029	0,147	26,095	27,584	0,076
r ≤ 2	0,096	24,163	29,797	0,193	0,096	16,609	21,131	0,191
r ≤ 3	0,032	7,554	15,494	0,514	0,032	5,325	14,264	0,700
r ≤ 4	0,013	2,228	3,841	0,135	0,013	2,228	3,841	0,135

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 9 - Teste de Causalidade de Granger – 2 defasagem**

Direção da Causalidade	Valor F	Definição
Prec_Alc → Cons_Alc	8,852	SIM
Cons_Alc → Prec_Alc	3,231	NÃO
Prec_Gas → Cons_Alc	4,453	SIM
Cons_Alc → Prec_Gas	0,814	NÃO
Prod_veic → Cons_Alc	1,385	NÃO
Cons_Alc → Prod_Veic	1,969	NÃO
Sal_Min → Cons_Alc	7,642	SIM
Cons_Alc → Sal_Min	3,797	NÃO
Prec_Gas → Prec_Alc	9,812	SIM
Prec_Alc → Prec_Gas	1,100	NÃO
Prod_Veic → Prec_Alc	0,940	NÃO
Prec_Alc → Prod_Veic	0,691	NÃO
Sal_Min → Prec_Alc	0,230	NÃO
Prec_alc → Sal_Min	2,019	NÃO
Prod_Veic → Prec_Alc	0,986	NÃO
Prec_Alc → Prod_Veic	1,124	NÃO
Sal_Min → Prec_Gas	0,033	NÃO
Prec_Gas → Sal_Min	1,789	NÃO
Sal_Min → Prod_Veic	1,360	NÃO
Prod_Veic → Sal_Min	5,943	SIM

Fonte: Elaborado pelos autores.



**Gráfico 2 - Resposta de choques no preço do álcool para as variáveis consumo álcool, preço do álcool, preço da gasolina, salário mínimo e produção de veículo**

Fonte: Elaborado pelos autores.