

Análise econômica e financeira do mercado brasileiro de combustíveis

Recebimento dos originais: 27/08/2009
Aceitação para publicação: 18/11/2011

André Ribeiro de Oliveira

Mestre em Administração pela Universidade Federal de Lavras
Instituição: Universidade Federal de Lavras
Endereço: Departamento de Administração e Economia. Lavras/MG.
CEP: 37200-000.
E-mail: andre180282@yahoo.com.br

Cristina Leis Leal Calegário

Doutorado em Agricultural And Applied Economics pela University of Georgia
Instituição: Universidade Federal de Lavras
Endereço: Departamento de Administração e Economia. Lavras/MG.
CEP: 37200-000.

Luiz Eduardo Gaio

Doutorando em Administração pela Universidade de São Paulo
Instituição: UNIARARAS
Endereço: Rua Antônio Achê, 536 ap. 21, Jardim Irajá. Ribeirão Preto/SP.
CEP: 14020-600.
E-mail: lugaio@yahoo.com.br

Carlos Alberto Grespan Bonacim

Doutor em Contabilidade pela USP
Instituição: Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto
Endereço: Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre. Ribeirão Preto/SP.
CEP: 14040-905.
E-mail: carlosbonacim@usp.br

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo analisar as relações entre os preços do etanol e do petróleo no mercado brasileiro, buscando informações referentes à intensidade de transmissão de preços e às relações existentes entre estes mercados. Especificamente, buscou-se analisar a elasticidade de transmissão e a causalidade de preço entre os mercados do petróleo e do etanol brasileiro e avaliar o impacto da introdução dos veículos *flex fuel* na produção de etanol no Brasil. Utilizou-se para análise de transmissão e causalidade de preço os Modelos de Autorregressão Vetorial (VAR) aplicados às séries de preço do petróleo, Álcool anidro, Álcool Hidratado, *dummy* para os veículos *flex fuel*, venda de veículos *flex fuel*, preço da gasolina, vendas de veículo a Álcool, vendas de veículo a Gasolina e uma tendência temporal. Os resultados evidenciaram que os preços de etanol são influenciados pelo preço do Petróleo da semana anterior à observada, o que comprova a influência das oscilações do preço do petróleo mundial sobre os preços do etanol no mercado brasileiro. Também se evidenciou que

a introdução dos veículos *flex fuel* no Brasil interferiu no aumento do preço e produção de álcool.

Palavras-chave: Biocombustíveis, Etanol, Petróleo, Veículos *Flex Fuel*.

1. Introdução

Desde o início do século XX, o petróleo tem sido a principal fonte de energia global. Contudo, em razão da grande volatilidade dos preços desse combustível e da instabilidade política que prevalece nas regiões detentoras de grandes reservas mundiais, a procura por fontes alternativas de energia tem se tornado cada vez mais relevante.

Com a crise do petróleo nos anos 70 do século XX, o mundo despertou para a busca por outras fontes energéticas. No Brasil, a crise culminou com a criação do Pró-álcool nos anos 80 do século passado e outros programas de incentivo ao uso de combustíveis alternativos como óleos vegetais, gasogênio, gás natural, biogás, etc (BARBOSA et al, 2008).

De acordo com Grandó (2005), a crescente demanda por combustíveis renováveis como alternativa aos combustíveis fósseis e a maior preocupação internacional com o aquecimento global (amplificada com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto), evidencia os benefícios dos biocombustíveis. Além disso, a perspectiva da diminuição das reservas mundiais de petróleo e gás natural nas próximas décadas também têm resultado no aumento das buscas por novas formas de abastecimento energético.

Neste cenário, os biocombustíveis, com destaque para o etanol, têm se destacado como fontes de energia alternativa. Percebe-se um aumento crescente na sua utilização em vários países, devido aos acordos internacionais, como o protocolo de Quioto e outros, visando uma alternativa promissora para a obtenção de energia complementar e independente de hidrocarbonetos fósseis. Dado o contexto, o presente trabalho consiste em uma análise das relações entre os preços do etanol e do petróleo no mercado brasileiro, buscando informações referentes à intensidade de transmissão de preços e às relações existentes entre estes mercados, por meio de análises econométricas.

A relevância deste trabalho justifica-se pela importância do tema de combustíveis renováveis e não-renováveis no cenário atual, quando os países buscam cada vez mais obter independência energética e diminuir a emissão de gás carbônico para a redução do aquecimento global. Além disso, informações sobre a transmissão de preços entre os mercados de petróleo e etanol são de fundamental importância para a tomada de decisões,

bem como para a definição de políticas públicas com vistas ao desenvolvimento do mercado nacional, dado o grande volume de investimento público e privado, tanto no setor petrolífero quanto sucroalcooleiro.

2. Material e métodos

Este tópico realiza uma compilação da literatura existente sobre o mercado e o processo de transmissão de preços de álcool, abordando suas características, custos e aspectos relacionados ao processo de introdução do modelo flex para a análise econômica e financeira do mercado brasileiro de combustíveis.

2.1. Análise de Transmissão de Preços

Para realizar análises referentes à intensidade de transmissão de preços do etanol e do petróleo no mercado brasileiro e necessário verificar a ordem de integração das séries, pois, segundo o que estabelecem as metodologias de análises de séries temporais, para evitar o problema de regressão espúria, as séries estudadas devem possuir o mesmo nível de integração. Utilizou-se dois testes de estacionariedade: o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) (Dickey e Fuller, 1979) e o teste PP (Phillips & Perron, 1988) para as séries em nível e nas diferenças. O resultado dos testes de estacionariedade é acompanhado de seu p-valor, ou seja, a probabilidade de a série apresentar uma raiz unitária. Foram utilizados 20 níveis diferentes de defasagens, levando em consideração os fatores, a tendência e o parâmetro da constante se necessários. A escolha do nível ótimo de defasagem (lag) ocorreu conforme os menores valores dos critérios de informação de Akaike (AIC) e bayesiano (BIC).

Uma vez certificado o nível de integração, utilizou-se a metodologia de causalidade proposta por Granger (1969), com os níveis de defasagem iguais a 1, 2, 4, 5 e 10, buscando verificar se existe relação de causalidade e elasticidade entre os preços do petróleo, álcool anidro e álcool hidratado. Para a estimação dos coeficientes de elasticidade, utiliza-se o modelo de autorregressão vetorial (VAR), uma vez que se trata de dados defasados. A fim de que os coeficientes do modelo VAR expressem as elasticidades diretas, os dados devem ser logaritmizados antes do ajuste.

2.2. Custos de produção e a análise dos reflexos da introdução dos veículos Flex Fuel na produção de Álcool

O setor sucroalcooleiro possui, desde o período colonial, papel relevante no desenvolvimento econômico do país (MACHADO, 2003). A agroindústria canavieira passou por diversas transformações e, atualmente, o Brasil exerce papel de destaque no cenário mundial, reconhecido como líder na produção e eficiência do setor sucroalcooleiro. Este setor representa considerável importância na economia brasileira, empregando 1,32 milhões de trabalhadores em 2009 – alguma coisa próxima a 2,5% de toda população economicamente ativa (IBGE, 2010).

Contudo, apenas em 1975, com a criação do Proálcool, o álcool passou a ocupar lugar de destaque na política energética nacional - com o Programa Nacional do Álcool - Proálcool (FISCHER, 1992). Após um grande período em crise, amplificada pela desregulamentação de preços, o setor reestruturou-se a partir do progresso técnico e redução de custos (VIEIRA, 2007).

Nesse contexto, a produção foi desenvolvida com base na mecanização da agricultura, na logística, na diversificação do portfólio de produtos, no aproveitamento dos subprodutos e em processos produtivos sustentáveis (GONÇALVES, 2009).

Diante deste cenário, a introdução dos veículos Flex Fuel no mercado representou um marco. Para desenvolver a análise do impacto das vendas de carros *flex fuel* sobre a produção de álcool no Brasil foram utilizados três grupos de variáveis: a variável dependente referente à produção brasileira de álcool, as variáveis independentes, *dummy* veículos *flex fuel* e a venda de veículos *flex fuel* e as variáveis de controle, preço do álcool, preço da gasolina e venda de veículos a gasolina.

A estimação dos parâmetros da regressão se deu por meio do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), levando em consideração todos os pressupostos econométricos de correção e ajuste, tais como multicolinearidade, heteroscedasticidade e autocorrelação serial. O efeito heteroscedástico foi evitado utilizando-se o logaritmo natural nas séries mais voláteis, como, por exemplo, as séries de preço, evitando a dispersão exagerada dos dados.

Para corrigir possíveis problemas de quebra estrutural e tendência estocástica, foram ajustados diversos modelos para diferentes tipos de variáveis de controle, como variáveis de tendência, parâmetro constante e variáveis *dummy* para quebras estruturais.

Porém, tais variáveis não foram significativas para este caso, não havendo a necessidade de incorporá-las. A escolha das variáveis que pertenceriam ao grupo de controle foi selecionada após o ajustamento de diversos modelos distintos e escolhido aquele que apresentasse o melhor valor segundo o critério de informação de Akaike (AIC) e bayesiano (BIC).

2.3. Fonte de dados e descrição das variáveis

Foi utilizada na pesquisa uma base de dados quantitativos, composta por um grupo de variáveis, conforme segue:

- preço do petróleo – preço FOB, em dólar (US\$), estilo exportação, semanal, do barril de petróleo do mercado físico – amostra de janeiro de 2001 a dezembro de 2008;
- preço do álcool anidro – preço do álcool anidro combustível, em reais (R\$) por metro cúbico – amostra de janeiro de 2001 a dezembro de 2008;
- preço do álcool hidratado – preço do álcool hidratado combustível, em reais (R\$) – amostra de janeiro de 2001 a dezembro de 2008;
- *dummy* veículos *flex fuel* – composta por uma forma binária, assumindo o valor 0 para os anos em que não existia venda de veículos *flex fuel*, em específico para os anos entre 1990 a 2002 e o valor 1 para os anos que houve venda de carros *flex fuel*, de 2003 a 2008;
- vendas de veículos *flex fuel* – valores referentes à quantidade vendida de veículos *flex fuel*, no Brasil, entre 1990 a 2008;
- preço da gasolina – referente ao preço médio anual do metro cúbico de gasolina, em reais, no Brasil;
- vendas de veículos a álcool – composta pela quantidade de veículos a álcool vendidos anualmente, no Brasil, no período de 1990 a 2003;
- vendas de veículos a gasolina – composta pela quantidade de veículos a gasolina vendidos anualmente, no Brasil, no período de 1990 a 2003;
- tendência – variável composta pelos números unitários crescentes de 0 a 13.

Os dados foram tratados pelo programa Excel. Para a utilização de métodos estatísticos utilizou-se o software Eviews®.

3. Resultados e discussão

3.1. Teste de raiz unitária

O primeiro passo da avaliação empírica corresponde ao teste de raiz unitária (teste de estacionariedade) aplicado às séries dos preços do petróleo, álcool anidro e álcool hidratado. Na Tabela 1 estão expressos os resultados dos testes de raiz unitária de Dickey-Fuller e Phillips-Perron aplicados aos preços do petróleo, álcool anidro e álcool hidratado.

TABELA 1: Teste de estacionariedade (testes de raiz unitária)

<i>Em Nível</i>	ADF		PP	
	Estatística t	p-valor	Estatística t	p-valor
Preço petróleo	-0,21	0,93	-0,12	0,95
Preço álcool anidro	-3,29	0,02	-2,73	0,07
Preço álcool hidratado	-3,33	0,01	-2,86	0,05
<i>Primeira diferença</i>				
Preço petróleo	-15,46	0,00	-15,75	0,00
Preço álcool anidro	-10,86	0,00	-10,86	0,00
Preço álcool hidratado	-11,73	0,00	-11,65	0,00

Analisando-se a Tabela 1, pode-se observar que os p-valores dos testes de ADF e PP para as séries em nível do preço do álcool anidro e hidratado são menores do que 0,05, o que os coloca na área de rejeição da hipótese nula – rejeita-se a hipótese de não estacionariedade -, evidenciando a estacionariedade destas séries em nível, a 5% de significância.

Dessa forma, pode-se afirmar que os preços do álcool anidro e hidratado não possuem qualquer tipo de tendência, se comportando em um mesmo nível, com média constante ao longo do tempo. A série de preço do petróleo em nível foi a única não estacionária, se tornando apenas quando se aplica a primeira diferença, uma vez que o p-valor dos testes ADF e PP estão na área de aceitação da hipótese nula, sendo ele igual a 0,93 (ADF) e 0,95 (PP), o que não ocorre para o preço na primeira diferença.

Uma vez observado que os preços do álcool anidro e hidratado já são estacionários, então se considera que eles são integrados de ordem 0, ou seja, I(0). Para o caso do preço do petróleo, seu nível de integração é de ordem 1, I(1).

Em se tratando de séries com níveis de integração diferenciados, não é necessária a realização de testes de cointegração. Conforme exposto por Maddala e Kim (1998), um dos

pressupostos do teste de cointegração é a necessidade de que as séries sejam integradas de mesma ordem e acima de I(1). Dessa forma, não é necessária a utilização de modelos de correção de erros podendo, então, utilizar o modelo VAR na sua forma simplificada.

3.2. Teste Causalidade de Granger

Na Tabela 2 é apresentada uma súmula dos resultados dos testes de causalidade entre os preços dos combustíveis. Os valores do p-valor menores que 0,10 indicam a rejeição da hipótese nula de ausência de causalidade ao nível de significância de 10%, enquanto os valores acima de 0,10 indicam a aceitação da hipótese. Em outras palavras, os p-valores baixo marcados com asterisco indicam a existência da relação de causalidade entre preços.

Foi realizado o teste de causalidade de Granger para cinco níveis de defasagens, com o objetivo de verificar até que ponto pode existir algum tipo de relação entre os preços. Os níveis de defasagem no tempo utilizados foram 1, 2, 4, 5 e 10. A escolha destes níveis de *lag* deve-se à quantidade de semanas passadas, testando a relação causal para 1, 2, 4, 5 e 10 semanas de defasagem.

TABELA 2: Teste de causalidade entre os preços do petróleo, álcool anidro e álcool hidratado.

Relação	Estatística F	p-valor
<i>1 defasagem</i>		
Preço petróleo -> preço álcool anidro	3,69	0,06***
Preço petróleo -> preço álcool hidratado	2,45	0,12
Preço álcool anidro -> preço petróleo	1,51	0,22
Preço álcool anidro -> preço álcool hidratado	0,00	0,95
Preço álcool hidratado -> preço álcool anidro	0,68	0,41
Preço álcool hidratado -> preço petróleo	3,21	0,07***
<i>2 defasagens</i>		
Preço petróleo -> preço álcool anidro	3,41	0,03**
Preço petróleo -> preço álcool hidratado	1,55	0,21
Preço álcool anidro -> preço petróleo	0,36	0,69
Preço álcool anidro -> preço álcool hidratado	8,12	0,00*
Preço álcool hidratado -> preço álcool anidro	5,15	0,01*
Preço álcool hidratado -> preço petróleo	0,76	0,47

Nota: (*) Existe causalidade, a 1% de significância.

(**) Existe causalidade, a 5% de significância.

(***) Existe causalidade, a 10% de significância.

Analisando-se a Tabela 2, com 1 defasagem, observa-se que o preço do petróleo possui alguma relação de causalidade com o preço do álcool anidro, uma vez que a estatística

t encontra-se na área de rejeição da hipótese nula de ausência de causalidade, o que é facilmente observado pelo p-valor menor que 0,1, a 10% de significância. Como só existe esta relação de causalidade, denomina-se que existe uma causalidade unidirecional no sentido de Granger do petróleo sobre o álcool anidro. Isto posto, em se tratando de dados semanais, verifica-se que os preços do álcool anidro de uma determinada semana são influenciados pelo preço do petróleo da semana anterior à observada.

Outra causalidade também observada na Tabela 2, na 1ª defasagem, refere-se à relação entre o álcool hidratado e o preço do petróleo. Conforme visto pelos altos valores da estatística t, estando elas na área de rejeição de H_0 , verifica-se que os preços do álcool hidratado começam a causar alguma interferência, no sentido de Granger, sobre o preço do petróleo. Porém, tal evidência vai contra os pressupostos macroeconômicos, uma vez que o mercado brasileiro de álcool representa uma parcela pequena no mercado global de combustíveis, principalmente se comparado com o mercado mundial de petróleo.

A partir de duas defasagens, o resultado observado (Tabela 2) difere do anterior, pois se obtiveram três p-valores baixos, estando na área de rejeição da hipótese nula. Verifica-se que o petróleo ainda mantém uma relação causal com o preço do álcool anidro, para um prazo de duas semanas.

Um fato curioso observado no segundo nível de defasagem é com relação à causalidade entre os mercados nacionais de álcool anidro e hidratado. Tal efeito pode ser explicado pelo fato de os mercados nacionais de combustíveis, principalmente dos alcoóis, possuírem a mesma característica de oferta e demanda, resultando em um comportamento semelhante nas flutuações dos preços. Trata-se de mercados semelhantes, em que os agentes atuantes são, em sua maioria, os mesmos.

Em se tratando de duas defasagens no tempo de análise, a realidade do mercado começa a mudar o foco. Onde antes não existia causalidade, agora há uma causalidade bidirecional no sentido de Granger para os preços do álcool anidro e hidratado, mostrando que as flutuações de mercado podem interferir em ambos os preços, em um prazo de duas semanas.

Tal evidência demonstra que as usinas sucroalcooleiras devem ficar atentas ao comportamento do mercado do álcool combustível concorrente em um intervalo de duas semanas. Para os outros níveis de defasagem, 4, 5 e 10, os resultados mostram que a causalidade se mantém igual ao nível de defasagem de 2.

Dessa forma, pode-se dizer que, nestas condições, o mercado já assimilou todas as informações necessárias para o comportamento de oferta e demanda do preço, dando um sentido semelhante ao comportamento para diferentes períodos de tempo.

Tais resultados demonstram a ligação forte, em ambos os lados, dos preços dos alcoóis nacionais, o que serve de referência para previsões ou, quem sabe, para a tomada de decisão sobre o comportamento futuro dos preços dos combustíveis nacionais.

A interferência do preço do petróleo sobre o mercado nacional de álcool anidro, para todos os níveis de defasagem, é uma realidade já esperada pelos agentes pertencentes à cadeia produtiva do álcool. É importante que a utilização do preço do petróleo como referência para projeções futuras de oferta e demanda de álcool seja uma ferramenta utilizada no cotidiano dos investidores do setor sucroalcooleiro.

Em uma breve análise financeira com relação aos custos da produção de álcool percebe-se que a ausência de interdependência dos preços do petróleo com álcool hidratado é um fator importante para os produtores quando se desejam precificar o produto. Valorizar não significar somente levantar os custos de produção, estabelecer uma margem de lucratividade e lançar o produto no mercado, mas também observar os comportamentos dos preços de produtos inter-relacionados. A não relação entre o preço do petróleo e álcool é um importante indicador de que a precificação deve ocorrer a partir do custeio. Não é o comportamento do preço do petróleo que dita o álcool, e sim, diversos outros fatores na cadeia produtiva.

3.3. Elasticidade de transmissão de preço

A ideia inicial desta análise é estimar o coeficiente de elasticidade da série, visando medir os impactos de transmissão de preço e causalidade entre os mercados de combustíveis. Dessa forma, ajustou-se um modelo autorregressivo vetorial (VAR) na sua forma simplificada.

Na Tabela 3 é apresentado o resultado da estimação do modelo VAR. Em se tratando de dados logaritimizados, os coeficientes apresentados representam as estimativas de elasticidades das relações entre os preços, para os diferentes períodos de defasagens.

TABELA 3 – Matriz de relações contemporâneas.

Influência		Coeficientes (elasticidades)	p-valor
Do	Sobre		
<i>0 defasagens</i>			
Preço petróleo	Preço álcool anidro	0,23	0.000
Preço petróleo	Preço álcool hidratado	0,15	0.000
Preço álcool anidro	Preço petróleo	1,17	0.000
Preço álcool hidratado	Preço petróleo	0,75	0.000
Preço álcool anidro	Preço álcool hidratado	0,90	0.000
Preço álcool hidratado	Preço álcool anidro	0,87	0.000
<i>1 defasagem</i>			
Preço petróleo	Preço álcool anidro	0,23	0,000
Preço petróleo	Preço álcool hidratado	0,15	0,000
Preço álcool anidro	Preço petróleo	1,16	0,000
Preço álcool hidratado	Preço petróleo	0,73	0,000
Preço álcool anidro	Preço álcool hidratado	0,89	0,000
Preço álcool hidratado	Preço álcool anidro	0,86	0,000

Conforme resultados apresentados na Tabela 3, com 0 defasagem, percebe-se que as oscilações dos logaritmos dos preços do petróleo geram certo impacto sobre o logaritmo dos preços do álcool anidro, uma vez que seus coeficientes foram significativos, a 1%, 5% e 10%. Seu coeficiente de 0,23 demonstra que a oscilação de 10% no valor do preço do petróleo irá causar uma oscilação de 2,3%, menos que proporcional no preço do álcool anidro, no mesmo instante de tempo.

A diferença entre as análises da causalidade de Granger e do vetor autorregressivo condiz com o já esperado pela teoria econométrica, uma vez que, na causalidade de Granger, é avaliada a interferência entre somente duas séries de preços, o que não ocorre com o VAR, que utiliza um vetor de relação contemporânea, incorporando todas as séries, em diferentes níveis de defasagem, em uma só análise.

Comparando-se os resultados apresentados na análise de causalidade de Granger com os apresentados na Tabela 3, ao nível de 1 defasagem, percebe-se que, apesar de o álcool hidratado apresentar certa relação com o preço do petróleo, a elasticidade de impacto não é elevada, uma vez que o coeficiente de elasticidade calculado é menor do que 1. Um aumento de 10% do preço do álcool hidratado proporciona uma alta de 7,5% – coeficiente igual a 0,75 e p-valor significativo a 1%, ou seja, uma variação menos que proporcional.

A relação causal do preço do petróleo sobre o preço do álcool anidro, para duas semanas de defasagem, demonstra que existe um impacto moderado sobre os preços. O coeficiente de elasticidade menor do que 1 retrata a inelasticidade do mercado. Toda alta no preço do petróleo mundial irá gerar, após duas semanas, uma alta do preço do álcool anidro. Esta relação fica em torno de 10% para 2,3%.

O impacto das oscilações dos preços do petróleo sobre o preço do álcool anidro é um efeito não apenas nos níveis recentes de defasagem. Verifica-se que, para todos os níveis estudados, esta relação acontece. Isso demonstra que todos os agentes pertencentes à cadeia produtiva do álcool anidro devem levar sempre em consideração as oscilações do preço do petróleo mundial para a tomada de decisão sobre a produção e consumo do Álcool.

Em termos numéricos, percebe-se que uma alta de 10% do preço do petróleo proporciona uma alta de, aproximadamente, 2,4% no preço do álcool anidro. Uma vez que os coeficientes de elasticidade nos períodos de defasagem ficaram em torno de 0,24, em média - 0,23, 0,23, 0,24, 0,24, 0,25 para 1, 2, 4, 5 e 10 defasagens, respectivamente.

3.4. Impacto dos veículos *flex fuel* sobre a produção de álcool no Brasil

Os valores do ajuste da regressão referente à análise do impacto dos carros *flex fuel* sobre a produção de álcool nacional estão apresentados na Tabela 4, juntamente com suas variáveis de controle, preço do álcool, preço da gasolina, vendas de veículos a álcool e vendas de veículos a gasolina.

Analisando-se a Tabela 4, pode-se perceber que as variáveis testadas para incorporar o modelo obtiveram um bom ajustamento. Este fator pode ser observado pelo valor de R quadrado igual a 0,93, o que indica que a produção ajustada explica 93% da produção real. A estatística F também é um bom parâmetro para se verificar a qualidade de ajuste. O valor de 27,53 o coloca na região de rejeição da hipótese nula. A estatística de Durbin Waltson é significativa, indicando a ausência de autocorrelação serial de primeira ordem.

TABELA 4 – Relação entre veículos *flex fuel* e a produção de álcool.

Variáveis	Coefficiente	Estatística t	p-valor
<i>Variáveis independentes</i>			
Constante	11799,17	6,40	0,00*
Dummy veículos <i>flex fuel</i>	3040,75	3,09	0,01**
Vendas veículos <i>flex fuel</i>	0,01	3,41	0,00*
<i>Variáveis de controle</i>			
Preço álcool	3,40	2,60	0,02**
Preço gasolina	3,38	2,30	0,04**
Vendas veículos gasolina	0,01	2,20	0,04*
Preço açúcar	-91,70	4,50	0,00*
R quadrado	0,93	Estat-F	27,53
R quadrado ajustado	0,89	p-valor	0,00
Erro padrão da regressão	909,49	Nº obs.	19
Estatística de Durbin-Watson	1,85		

Nota: (*) Existe relação, a 1% de significância
(**)Existe relação, a 5% de significância

A estatística *t* da variável *dummy* possui um valor considerável, dando significância ao parâmetro estimado, a 1%. O valor 6,40 (estatística *t*) se encontra na região de rejeição da hipótese nula, o que demonstra a influência da produção de carros *flex fuel* sobre a produção de álcool nacional. Em termos numéricos, pode-se dizer que, após o ano de 2003, a produção de álcool, no Brasil, teve um acréscimo de 3,04 milhões de metros cúbicos, em média, devido à implantação dos carros bicompostíveis.

O consumidor só tem a ganhar com os carros *flex fuel*. A demanda por gasolina se tornou muito mais vulnerável, pois qualquer pequena oscilação nos preços já é um motivo para os consumidores optarem pelo bem substituto (álcool combustível).

Outro valor também importante na análise corresponde à variável venda de veículos *flex fuel*. Conforme se observa na Tabela 4, o p-valor menor do que 0,01 indica que esta variável é significativa a 1%, pois sua estatística *t* entra na área de rejeição da hipótese nula, ou seja, o coeficiente é diferente de zero.

Tal evidência é uma confirmação de que a produção dos veículos *flex fuel* interferiu no aumento na produção de álcool, conforme verificado pela variável *dummy*. Porém, seu coeficiente próximo de zero indica que, após a implantação dos carros *flex fuel*, o setor sucroalcooleiro já havia assimilado as informações do mercado, aumentando a produção, conseguindo manter um controle das imperfeições causadas pela oferta e demanda de álcool. Em outras palavras, já havendo um número grande de veículos bicompostíveis no mercado, o

aumento de um carro *flex fuel* na frota nacional não gera grandes efeitos na produção de álcool, uma vez que o setor, prevendo o aumento da produção de carros *flex fuel*, se preparou, em termos de capacidade instalada, para atender a essa nova demanda.

Com relação às variáveis de controle, percebe-se que todas foram significativas, a 5% de confiança. A variável preço de álcool possui boa influência na produção do álcool. O aumento de R\$1,00 no preço de álcool produz um aumento de 3,4 milhões de metros cúbicos na produção de álcool. Tal evidência está de acordo com os pressupostos microeconômicos: quanto maior o preço maior será a produção de álcool, devido ao incentivo para esse aumento.

O preço do bem substituto – preço da gasolina – é uma importante variável a ser considerada. Conforme dados da Tabela 9, um aumento de R\$1,00 no preço da gasolina proporciona um aumento de 3,38 milhões de metros cúbicos na produção de álcool. Com o aumento do preço da gasolina, consumidores deixam de abastecer seus veículos com gasolina e optam por um combustível alternativo (álcool). O simples fato de os consumidores mudarem de atitude na hora do consumo proporciona um aumento significativo na demanda por álcool, elevando consideravelmente sua produção.

As vendas de veículos a gasolina também exercem influência na produção de álcool, uma vez que seu coeficiente é significativo a 1%. O coeficiente 0,01 das vendas de veículo a gasolina indica que, para um aumento de 1 veículo a gasolina, tem-se um aumento de 1 mil metros cúbicos na produção de álcool.

O preço do açúcar é um importante fator na hora de se verificar a produção de álcool. O coeficiente -91,7, significativo a 1%, indica que um aumento de US\$ 1,00 na cotação do açúcar irá promover uma queda de 91,7 mil metros cúbicos na produção de álcool. Com o aumento do preço, a produção de açúcar fica mais atraente para as usinas sucroalcooleiras e, dessa forma, a produção de álcool é reduzida para dar lugar à produção de açúcar.

4. Considerações finais

Informações sobre a transmissão de preços entre os mercados de petróleo e etanol são de fundamental importância para os agentes destes setores no que se refere à tomada de decisões, bem como para a definição de políticas públicas com vistas ao desenvolvimento do mercado nacional, dado o grande volume de investimento público e privado, tanto no setor petrolífero quanto sucroalcooleiro.

Com este trabalho pretendeu-se analisar as relações entre os preços do etanol e do petróleo no mercado brasileiro, buscando informações referentes à intensidade de transmissão de preços e às relações existentes entre estes mercados, por meio de análises econométricas. Especificamente, buscou-se analisar a elasticidade de transmissão e a causalidade de preço entre os mercados do petróleo e do etanol brasileiro e analisar o impacto da introdução dos veículos *flex fuel* na produção de etanol no Brasil.

O teste causalidade de Granger evidenciou que existe uma causalidade unidirecional no sentido de Granger do petróleo sobre o álcool anidro com um nível de defasagem, ou seja, os preços do álcool anidro de uma determinada semana são influenciados pelo preço do petróleo da semana anterior à observada.

É importante que a utilização do preço do petróleo como referência para projeções futuras de oferta e demanda de álcool seja uma ferramenta utilizada no cotidiano dos investidores do setor sucroalcooleiro.

Em se tratando de duas defasagens no tempo de análise, verificou-se uma causalidade bidirecional no sentido de Granger para os preços do álcool anidro e hidratado. Dessa forma, em um prazo de duas semanas, as flutuações de mercado podem interferir em ambos os preços. Assim, é importante que as usinas sucroalcooleiras fiquem atentas ao comportamento do mercado do álcool combustível concorrente, em um intervalo de duas semanas.

Como, para os demais níveis de defasagem utilizados, a causalidade se manteve igual ao nível 2, pode-se dizer que, nestas condições, o mercado já assimilou todas as informações necessárias para o comportamento de oferta e demanda do preço, dando um sentido semelhante ao comportamento para diferentes períodos de tempo.

As análises de elasticidade de transmissão de preço revelaram que uma alta no preço do petróleo proporciona uma elevação no preço do álcool anidro. Assim, é importante que todos os agentes pertencentes à cadeia produtiva do álcool anidro levem em consideração as oscilações do preço do petróleo mundial para a tomada de decisão sobre a produção e consumo do álcool.

Os valores do ajuste da regressão referente à análise do impacto dos veículos *flex fuel* sobre a produção de álcool nacional demonstraram a influência da produção de carros bicombustíveis sobre a produção de álcool no Brasil. Após o ano de 2003, a produção de álcool teve um acréscimo devido à implantação desse tipo de veículo.

Verificou-se, ainda, que, após a implantação dos carros *flex fuel*, o setor sucroalcooleiro já havia assimilado as informações do mercado, aumentando a produção,

conseguindo assim manter um controle das imperfeições causadas pela oferta e demanda de álcool. Em outras palavras, pode-se dizer que, prevendo o aumento da produção de veículos bicombustíveis, o setor sucroalcooleiro se preparou, em termos de capacidade instalada, para atender a essa nova demanda.

É importante ressaltar, como limitação deste trabalho, a utilização de apenas séries históricas de preços (petróleo, álcool anidro, álcool hidratado, gasolina e açúcar) e de vendas de veículos (*flex fuel*, a álcool e a gasolina). Como sugestão para trabalhos futuros, é interessante que se considerem outras variáveis para a composição dos modelos, como por exemplo, séries de produção e variáveis macroeconômicas.

5. Referências

BARBOSA, R. L.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; VOLPATO, C. E. S. **Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de biodiesel.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 05, out. 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n5/35.pdf>> Acesso em 09/07/2009.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 74, n. 366, p. 427-431, June 1979.

FISCHER, A L. **Impactos sociais do PROÁLCOOL:** um estudo sobre as relações, o processo e as condições de trabalho na agroindústria canavieira paulista. São Paulo: PUC, 1992.

GONÇALVES, D. B. Considerações sobre a expansão recente da lavoura canavieira no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.10, p. X-Y, 2009.

GRANDO, F. A força do combustível verde. **Revista do CONFEA**, Brasília, v. 9, n. 22, p. 14-17, jun. 2005.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods. **Econometrica**, Chicago, v. 37, n. 3, p. 424-438, July 1969.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17/02/2010.

MACHADO, F. B. Brasil, a doce terra: história do setor sucroalcooleiro. **Texto para discussão**, 2003. Disponível em <<http://www.jornalcana.com.br>>. Acesso em 25/01/2010.

MADDALA, G. S.; KIM, I. M. **Unit roots, cointegration, and structural change**. Cambridge: Cambridge University, 1998. 528 p.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, Great Britain, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.

VIEIRA, M. C. A. **Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas**. BNDES, 2007. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em 27/03/2010.