AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

PERSPECTIVAS DO PROGRAMA DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL BRASILEIRO

SÉRGIO RANGEL FIGUEIRA; HELOISA LEE BURNQUIST;

ESALQ

PIRACICABA - SP - BRASIL

sergio-figueira@uol.com.br

APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR

SISTEMAS AGROALIMENTARES E CADEIAS AGROINDUSTRIAIS

Perspectivas do programa de álcool combustível brasileiro

1.Introdução

O Brasil foi pioneiro na utilização do álcool como combustível em larga escala. No ano de 1975, o país passou a implementar o Programa Nacional do Álcool com o objetivo de reduzir a importação de petróleo.

Após grande crescimento da venda de carros movidos exclusivamente a álcool, no final da década de 1970 e na década de 1980. O Programa de álcool como combustível brasileiro sofreu um grande revés na década de 1990. O fim dos incentivos fiscais para a produção e venda de carros a álcool, a crise de abastecimento de 1989 e a queda nos preços no mercado internacional de petróleo são apontados como os responsáveis pelo declínio do consumo de carros a álcool.

No ano de 2003, o lançamento dos carros bicombustíveis, movidos tanto a álcool como a gasolina, desencadeia uma nova fase do programa brasileiro de álcool combustível. A partir de então, os carros bicombustíveis vem assumindo uma participação crescente nas vendas de automóveis brasileiros. O sucesso nas vendas dos carros bicombustíveis pode ser atribuído à elevação nos preços do petróleo no mercado internacional, desencadeando expansão dos preços da gasolina no mercado brasileiro, e a possibilidade de escolha do consumidor entre o álcool e a gasolina.

O objetivo deste artigo é o de realizar projeções sobre o consumo de álcool destinado para combustível no Brasil, envolvendo tanto o álcool anidro, misturado na gasolina, como o álcool hidratado, substituto da gasolina .

2.Revisão de literatura

Na revisão de literatura abordam-se as características do programa brasileiro de álcool combustível e a metodologia de Box-Jenkins utilizada para efetuar as projeções do consumo de álcool anidro e hidratado no Brasil entre os anos de 2004 e 2012.

2.1. A evolução do programa do álcool combustível no Brasil

Neste tópico, será elaborado um breve histórico sobre o mercado de álcool combustível no Brasil e suas perspectivas futuras. No ano de 1973, os países da OPEP[1] (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), atuando na forma de cartel, entraram em acordo para reduzir a produção de petróleo mundial, de forma coordenada, ou seja, determinando-se níveis de produção para cada um dos países membros. Isso desencadeou o primeiro choque do petróleo. A redução da produção provocou elevação dos preços do petróleo no mercado internacional, afetando todos os países importadores do produto, como pode ser visualizado na Figura 1. Nessa mesma figura, pode-se verificar que a tendência de alta nos preços no mercado internacional de petróleo perdurou por toda a década de 1970.

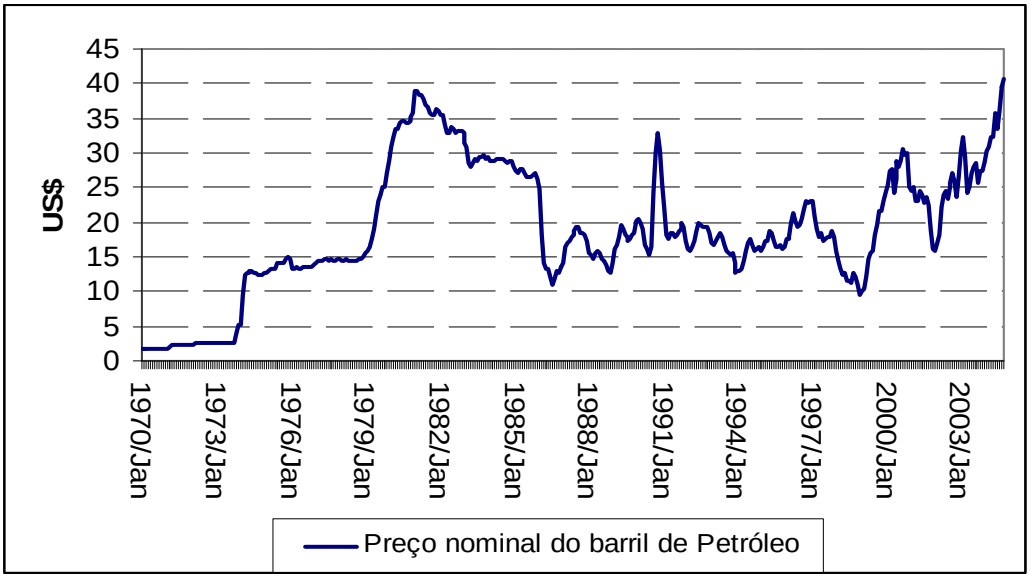

Figura 1 - Evolução mensal do preço do barril de petróleo, em US$, período: jan/70 até dez/03

[1] A formação original da OPEP ocorreu em 1960, incluía Irã, Iraque, Kuwait, Arábia Saudita e Venezuela. Em 1973, oito outros países tinham se unido: Qatar, Indonésia, Líbia, os Emirados Árabes Unidos, Argélia, Nigéria, Equador e Gabão. Em 1973, três quartos das reservas mundiais de petróleo encontravam-se nos territórios da OPEP (MANKIW, 1999).

Fonte: Energy Information Administration (2004d)

Nesse período, como o Brasil importava mais de 80% do petróleo que consumia, as despesas com as importações do país aumentaram de US$ 6,2 bilhões, em 1973, para US$ 12,6 bilhões, em 1974. O saldo da Balança Comercial passou de um leve superávit de US$ 7 milhões em 1973, para um déficit de US$ 4,7 bilhões em 1974. O crescimento do déficit da Balança Comercial desencadeou elevação do déficit da conta corrente, passando de US$ 1,7 bilhão para US$ 7,1 bilhões (BAER, 1996).

No ano de 1974 iniciou-se o governo do General Geisel. Este governo optou pela manutenção do crescimento econômico, apesar do cenário de baixo crescimento nas demais economias. Para manter a taxa de crescimento, elaborou-se o II PND sob a orientação de João Paulo dos Reis Velloso, Ministro do Planejamento na época.

O II PND (1975-1979) avaliava a crise e os transtornos da economia mundial como passageiros, considerando que as condições de financiamento externo eram favoráveis, propunha uma "fuga para frente", assumindo os riscos de aumentar provisoriamente os déficits comerciais e a dívida externa, mas construindo uma estrutura industrial avançada que permitiria superar conjuntamente a crise e o subdesenvolvimento (REGO et al., 2000).

Neste contexto, em 9 de outubro de 1975 o presidente Geisel faz um discurso à nação no qual anunciou uma série de medidas para reduzir ao máximo o déficit no Balanço de Pagamentos, sendo que uma destas medidas foi a elaboração do Programa Nacional do Álcool, concedendo-se estímulos financeiros à expansão da lavoura canavieira e à montagem de destilarias anexas e autônomas (MORAES, 1999).

Shikida; Bacha (1999) salientaram que foi uma orquestração de interesses que levou o Brasil a optar pelo Programa Nacional do Álcool. Para os usineiros tratava-se de diversificar a produção e de "criar" um novo mercado diante das freqüentes crises da economia açucareira. Para a execução do Programa Nacional do Álcool houve um forte apoio oficial, sob a forma de financiamentos, incentivos creditícios e fiscais, subsídios e/ou incentivos de preços. Assim, de 1975 a 1980, foi investido US$ 1,019 bilhão no Programa Nacional do Álcool, sendo 75% desta quantia advinda de recursos públicos e 25% de recursos privados**.** Esse montante foi empregado no desenvolvimento de 209 projetos, na sua maioria visando à instalação ou a modernização de destilarias em áreas tradicionais da agroindústria canavieira (destacadamente em São Paulo, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro).

A produção de álcool deveria ser vendida à PETROBRÁS, sendo que o papel do Instituto do Açúcar e do Álcool[2] - IAA seria o de fiscalizar a produção e a comercialização de todos os tipos de álcool em todo o território nacional.

Também foi estabelecido que a produção de álcool anidro deveria ser feita prioritariamente nas destilarias anexas às usinas (que teriam financiamentos concedidos

[2] O Instituto do Açúcar e do Álcool foi criado em 1933 e extinto em 1990 (governo Collor). Entre as diversas funções deste instituto, destacavam-se a determinação dos limites de produção de açúcar e do álcool, através de cotas para cada usina ou destilaria quando da definição do Plano de Safra, além da fixação de preços da matéria-prima e dos produtos finais, e também a operacionalização das exportações do açúcar excedente produzido (CARUSO, 2000). A extinção do instituto foi decorrência a intenção do governo Collor em implantar uma política de redução do papel do estado na economia (SHIKIDA,1997).

pelas entidades oficiais de crédito, ou através do Fundo Especial de Exportação para se adequarem à produção de álcool). Como grande parte das usinas não possuía destilarias anexas, foram abertas linhas de crédito para que as usinas as instalassem ou as ampliassem, e também para que se instalassem destilarias autônomas (MORAES, 1999).

Em relação ao processo de implantação do programa, devem ser destacadas duas fases: a primeira abrange o período de novembro de 1975 até 1978, conforme indicado na Figura 2, correspondendo ao uso da mistura álcool-gasolina, à implantação das destilarias anexas, e ao envolvimento da indústria automotiva para a produção de carros a álcool. Nesta fase ocorreu uma expansão moderada na produção do álcool.

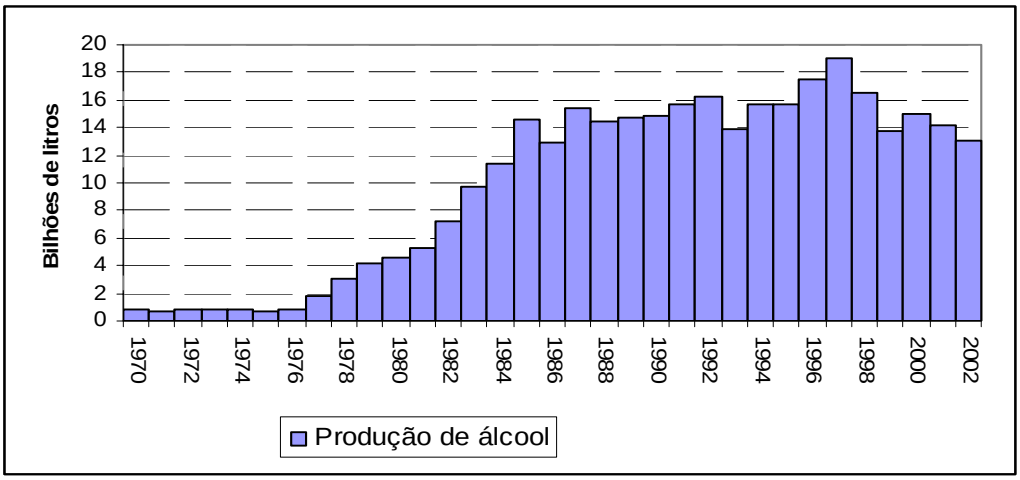

Figura 2 - Evolução da produção brasileira de álcool, período: 1970 até 2002

Nota: A unidade de medida da FAO é tonelada métrica. Utilizou-se a conversão de 810 gramas igual a 1litro. Conversão utilizada pelo Centro de Estudos de Pesquisa Econômica Aplicada - CEPEA.

Fonte: FAO (2004)

A segunda fase, iniciada em 1979, é a da produção em larga escala do álcool hidratado, para ser usado em carros movidos exclusivamente com este combustível. Diante de um novo conflito no Oriente Médio – entre Irã e Iraque - contribuindo para que os preços do petróleo atingissem patamares elevados (Figura 1), acelerou-se a implementação do uso do álcool hidratado como combustível único.

Shikida; Bacha (1999) ressaltam que nesta fase verificaram-se três conjuntos de medidas, incluindo-se desde a indústria de bens de capital até o consumidor final, para o desenvolvimento do programa:

O **primeiro conjunto de medidas** foi tomado no âmbito da agroindústria canavieira, intensificando-se a produção de álcool hidratado a partir da expansão das destilarias autônomas.

O **segundo** foi no âmbito do Estado. A Petrobrás continuou responsável pela comercialização do álcool[3], dando ao produtor garantia de compra do produto, além de dividir parte dos custos de estocagem. Foram tomadas medidas inovadoras de estímulo ao uso do veículo movido exclusivamente a álcool, como redução da alíquota do imposto sobre produtos industrializados (IPI) e da taxa rodoviária única para veículos privados dessa natureza, isenção do IPI para táxis a álcool e o estabelecimento de um limite do preço ao consumidor de álcool hidratado de 65% em relação ao preço da gasolina. Foi definida a obrigatoriedade de adicionamento de 22% de álcool anidro à gasolina.

O **terceiro** foi voltado para a indústria de máquinas e equipamentos para a agroindústria canavieira e para a indústria automobilística, onde foram estimuladas suas produções diante da possibilidade de expansão desses mercados.

As medidas adotadas pelo governo brasileiro surtiram efeito, desencadeando expansão na venda de carros a álcool. Entre os anos de 1983 e 1988, o carro a álcool passou a ser mais vendido em relação ao carro movido à gasolina, conforme ilustrado na Figura 3. Apenas a partir de 1989 a venda de carros a gasolina voltou a ultrapassar a venda de carros a álcool e em 1990 inicia-se o processo de declínio da venda de carros a álcool.

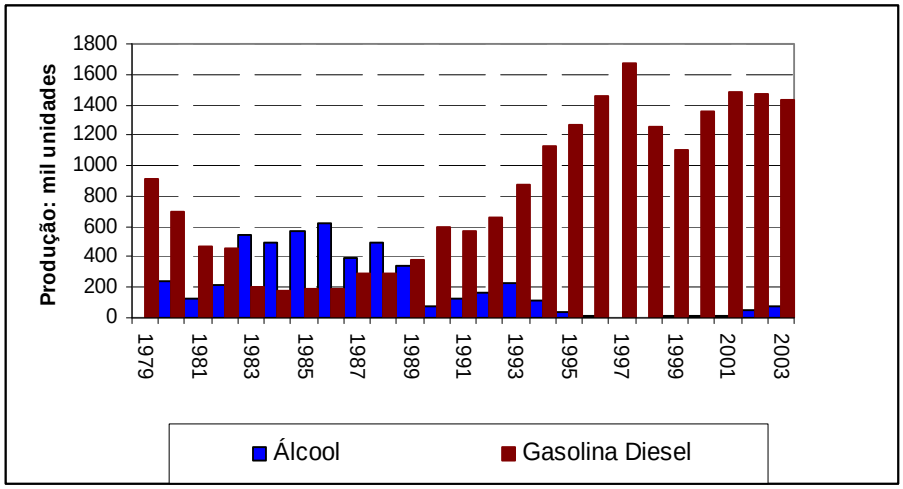

Figura 3 - Evolução da produção de carros a álcool e a gasolina/diesel no Brasil, período: 1979 até 2003

Fonte: Informação UNICA (2005)

O impulso dado ao Programa Nacional do Álcool, a partir de 1979, desencadeou mudanças na utilização da cana-de-açúcar, com parcelas crescentes desse produto sendo

[3] No final de 1983 a Petrobrás se aproximava do monopsônio do álcool já que estava autorizada a comprar o volume que excedia o consumo, além dos estoques de segurança, e cerca de 50% de todo o álcool consumido no País, incluindo anidro e hidratado (este percentual chegava a 100% em São Paulo e arredores). Além disto, detinha controle significativo dos tanques coletores (23,5% da capacidade total de armazenagem, aproximadamente 1,3 milhão de metros cúbicos), e a maior rede de postos de abastecimento de álcool hidratado no País (MORAES, 1999).

utilizadas para a produção de álcool combustível, em detrimento do açúcar entre os anos de 1978 e 1990, como pode ser visualizado na Figura 4.

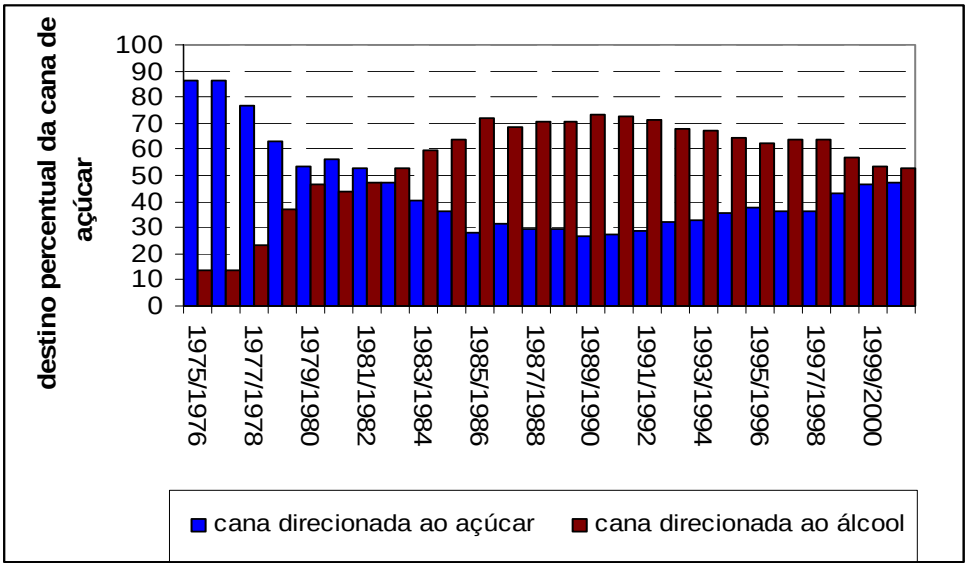

Figura 4 - Destino da cana de açúcar voltada para a produção de álcool e de açúcar, período: 1975/1976 até 1999/2000

Fonte: Leão (2002)

Quanto à disposição geográfica da produção de álcool, registra-se o fortalecimento da produção alcooleira em regiões e estados já tradicionais nesse segmento produtivo, como São Paulo e Rio de Janeiro na região Sudeste, e Alagoas e Pernambuco na região Nordeste. Expandiu-se também a produção de álcool nos seguintes estados: Minas Gerais, Paraná, Paraíba e Rio Grande do Norte. Estados sem tradição no setor sucroalcooleiro, como Goiás, Mato Grosso do Sul, e Mato Grosso, passaram a produzir álcool (SHIKIDA; BACHA, 1999).

Moraes (1999) descreve os acontecimentos que levaram a estagnação do Programa do Álcool na década de 1990 e 2000, repercutindo em queda nas vendas dos carros a álcool. A partir de 1986, começa a ocorrer uma redução dos preços internacionais do petróleo. Nesse período, a expansão da produção brasileira de petróleo diminuía a dependência do país em relação ao petróleo importado. Além disto, os planos econômicos do governo priorizavam o controle inflacionário e do déficit público, suspendendo os financiamentos governamentais para a ampliação da capacidade instalada.

Ao longo da década de 1990 e início de 2000, a tônica passou a ser a liberalização dos preços e da comercialização do açúcar e do álcool. Além disto, o estado brasileiro abdicou dos investimentos e isenções de impostos para estimular a venda de carros a álcool, mantendo-se apenas a mistura do álcool anidro na gasolina.

O fim dos incentivos fiscais, para a produção de carro a álcool, e a crise de abastecimento de 1989[4] são apontados como os principais responsáveis pela reversão na preferência do consumidor em adquirir carro a álcool em detrimento do carro a gasolina (Figura 3). Na década de 1990 e início da década de 2000 tornou-se praticamente irrelevante a venda de carros a álcool em comparação com a de carros a gasolina.

Com a redução gradativa da utilização do álcool como combustível na década de 1990, a produção de açúcar voltou a ocupar uma participação cada vez maior na utilização da cana-de-açúcar (Figura 4).

As expectativas são de que o crescimento na venda de carros bicombustíveis, nos primeiros anos do século XXI, volte a viabilizar o crescimento das vendas de álcool hidratado no futuro. Os carros bicombustíveis, que podem ser abastecidos tanto com álcool como com gasolina, foram lançados em março de 2003 (INFORMAÇÃO UNICA, 2004).

A perspectiva de expansão da venda dos carros bicombustíveis poderá trazer uma nova perspectiva para o consumo de álcool hidratado no Brasil, a despeito do declínio na venda de carros movidos exclusivamente a álcool na década de 1990 e início da de 2000, ver Figura 4, e o consequente sucateamento da frota.

As perspectivas favoráveis ao consumo do álcool hidratado se devem ao crescimento da venda de carros bicombustíveis, e a perspectiva de crescimento da venda destes carros para os próximos anos passando de aproximadamente 48 mil unidades vendidas em 2003 para 1,3 milhões de unidades vendidas em 2010, ver Figura 5.

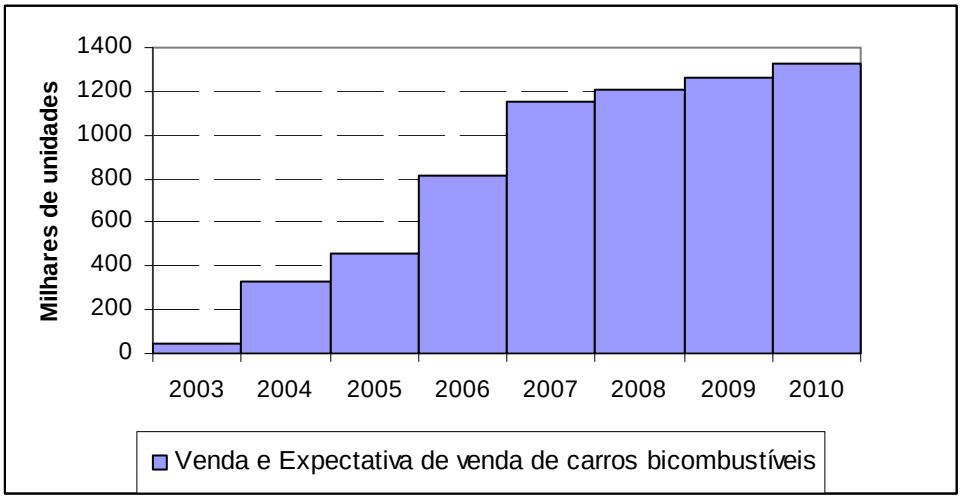

Figura 5 - Vendas e expectativas de vendas de carros bicombustíveis, período: 2003 até 2010

[4]Em 1989, assiste-se a greves e boicotes dos canavieiros e fornecedores de cana independentes, à ameaça dos próprios produtores de parar a produção de álcool, a alteração dos vínculos comerciais tradicionais entre fornecedores e usineiros e a denúncia de comercialização clandestina do álcool. Em dezembro, os produtores, alegando compromisso com os usuários de carro a álcool, ameaçam parar de entregar álcool anidro à Petrobrás, "para mais tarde transformá-lo em hidratado". A Petrobrás, alegando grande defasagem nos preços dos derivados, anuncia, entre outras medidas, a diminuição do prazo de faturamento dos derivados enregues às distribuidoras, a drástica redução dos estoques de segurança de álcool e o dramático corte em seus investimentos. Em meados do ano, a empresa adverte aos usuários sobre a possibilidade de faltar álcool. De fato, pouco depois, começa o desabastecimento e as filas se alongam nos postos (SANTOS, 1993).

Nota: No ano de 2003 e 2004 registram-se as vendas observadas de carros bicombustíveis. No ano de 2005 até 2010, registram-se as expectativas de vendas de carros bicombustíveis.

Fontes: Informação UNICA (2004, 2005)

Com a aquisição de carros bicombustíveis, cabe ao consumidor a escolha entre abastecer o tanque de seu carro com álcool hidratado ou gasolina. Como se gasta mais álcool do que gasolina por quilometro rodado, estima-se que o preço do álcool deva ser de aproximadamente 70% do preço da gasolina, para ser indiferente ao consumidor optar por abastecer o veículo com gasolina ou álcool hidratado.

Desta forma, caso se concretizem as estimativas de venda de carros bicombustíveis para os próximos anos, o álcool hidratado pode voltar a ganhar participação nas vendas de combustíveis no Brasil. Para isto, o preço do álcool hidratado deve se manter competitivo em relação ao preço da gasolina.

Além da relação de preço entre o álcool e a gasolina, a expansão do uso do gás natural veicular (GNV) pode impactar a venda de carros bicombustíveis. Somente em 2003, a frota de carros de passeio movidos a GNV cresceu cerca de 40%, atingindo 630 mil veículos. Em nível federal, a CIDE não incide no gás natural veicular. Em nível estadual, no Rio de Janeiro, estado pelo qual 90% da frota de táxis é movida a GNV e cerca de 240 mil carros rodam com o combustível, há desconto de 75% no IPVA dos veículos convertidos, em relação ao valor cobrado dos veículos a gasolina, e de 50% em relação aos carros a álcool. Além disto, a taxa de ICMS é de 30% para o álcool e de 12% para o GNV (BUENO, 2004).

2.2. METODOLOGIA

O estudo busca obter projeções do consumo de álcool hidratado e anidro, utilizados para combustível, no período de 2006 até 2012. Utiliza-se para a realização da projeção do consumo de álcool anidro, utiliza-se a metodologia de função de transferência, incluindo a variável Produto Interno Bruto, do modelo de Box-Jenkins com séries temporais para se construir cenários relacionados ao consumo de gasolina. Posteriormente, com os valores projetados de consumo de gasolina, elaboram-se cenários relacionados ao consumo de álcool anidro. Além disto, utiliza-se o modelo univariado de Box-Jenkins para se projetar o crescimento do consumo de álcool hidratado.

Os dados relacionados ao consumo de gasolina, consumo de álcool hidratado e a evolução do Produto Interno Bruto foram obtidos no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2004). Todos os dados foram convertidas em séries trimestrais com o intuito de aprimorar os resultados das etapas do modelo de previsão ARIMA, pois minimiza as oscilações temporárias, mensais, da série.

2.2.1. MODELOS UNIVARIADOS DE BOX-JENKINS:

O modelo de Box-Jenkins permite a utilização de modelos univariados de séries temporais para se efetuar as previsões. Os modelos univariados projetam valores futuros de uma série utilizando-se apenas as informações referentes aos valores passados.

Os procedimentos para a elaboração do modelo de Box-Jenkins subdividem-se em quatro etapas. **Etapa 1*:*** *Identificação* das especificações preliminares do modelo; **Etapa 2:** *Estimação* dos parâmetros do modelo; **Etapa 3**: *Checagem de diagnóstico* (verificação) da adequação do modelo; e, **Etapa 4:** Previsão das realizações futuras (Vandaele, 1983).

Para se realizar as quatro etapas para se efetuar a previsão a partir do modelo de Box-Jenkins, utilizou-se o programa computacional RATS (Regression Analysis of Time Series), na versão 4 (Doan ,1996).

Etapa 1: Para se fazer a identificação de qual(is) do(s) filtro(s) AR, I, MA compõem o processo gerador da série, bem como quais são suas respectivas ordens utiliza-se da análise de visualização gráfica da função de autocorrelação (FAC)[5] e da função de autocorrelação parcial (FACP)[6]; para maiores detalhes das análises gráficas ver Vandaele (1983).

Como suporte para a análise gráfica, utiliza-se do teste de Dickey-Fuller como auxílio para se testar a ordem de integração da série. Para maiores detalhes sobre as etapas do teste ver Enders (1995).

Analisam-se também os filtros AR, I, MA sazonais. Para se efetuar a análise da ordem de integração sazonal utiliza-se da visualização gráfica, ver Vandaele (1983) e do teste de raiz unitária sazonal, ver Enders (1995). Vandaele (1983) salienta que o modelo autoregressivo sazonal, o modelo de média móvel sazonal e o modelo autoregressivo e de média móvel sazonal comportam-se com a mesma lógica do modelo não sazonal. Atente-se para a necessidade de se observar o período de sazonalidade para se realizar a análise.

Etapa 2: Uma vez determinados os filtros AR, I, MA e AR, I, MA sazonais, estimam-se os parâmetros do modelo. Ressaltando-se o fato de a metodologia Box-Jenkins adotar um processo iterativo entre as quatro etapas. Desta forma, o modelo apresentado no processo de estimação foi aquele com melhor adequação para as etapas de identificação e verificação.

---

[5] Para a mensuração da Função de Autocorrelação, o coeficiente de autocorrelação "amostral" r_k é determinado pela seguinte equação: $r_k = \dfrac{\sum_{t=k+1}^{n}(y_t + \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}$.

[6]Para se calcular o coeficiente ϕ_{jj} , j=1,2,..., deve-se calcular o último coeficiente, $\beta_{jj,}$ de cada uma das auto-regressões expressas nas seguintes equações: 1) $Y_t = \beta_{11}Y_{t-1} + \varepsilon_t$ sendo: $\phi_{11} = \beta_{11}$; 2) $Y_t = \beta_{11}Y_{t-1} + \beta_{22}Y_{t-2} + \varepsilon_t$ sendo: $\phi_{22} = \beta_{22}$; e, 3) $Y_t = \beta_{k1}Y_{t-1} + \beta_{k2}Y_{t-2} + ... + \beta_{kk}Y_{t-k+\varepsilon t} + \varepsilon_t$ sendo: $\phi_{kk} = \beta_{kk}$.

Etapa 3: Essa etapa da metodologia de Box-Jenkins consiste em verificar se o modelo identificado e estimado é adequado. Em caso positivo, pode-se adotá-lo para fazer previsão; em caso negativo, outra especificação deve ser escolhida para modelar a série, o que implica refazer as etapas de identificação e estimação.

As formas de verificação mais comumente consideradas serão agrupadas em três itens: 1) na **análise dos resíduos**, efetuam-se os testes de autocorrelação residual, de Box-Pierce e de correlação cruzada. O teste de autocorrelação dos resíduos permite diagnosticar a necessidade de incorporação de mais um parâmetro de média móvel no modelo. O teste de Box-Pierce permite diagnosticar se a autocorrelação dos resíduos registrou um valor excessivamente elevado. O teste de correlação cruzada fornece indícios sobre a necessidade de inclusão de um termo autoregressivo no modelo (Morettin; Toloi ; 2004); 2) **Avaliação da ordem do modelo**, analisa-se o modelo está sub ou superespecificado; a realização desta análise deve incluir a inclusão de parâmetros adicionais e a verificação de sua significância estatística; e, 3) **Menor erro quadrático médio**, o previsor ótimo deve ser aquele que minimiza o erro quadrático médio de previsão. Por este critério, seleciona-se um intervalo de tempo com informações sobre o valor da série. Posteriormente, ajustam-se alguns modelos analisando-se o modelo com menor erro quadrático médio. Além dos valores do erro quadrático médio, a visualização gráfica, entre os valores previstos e os observados, permite fazer inferências sobre a qualidade do modelo.

2.2.2. MODELO DE FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

Os procedimentos para o modelo de função de transferência, de Box-Jenkins, também abrangem 4 etapas. Na **etapa 1**, utiliza-se a função de correlação cruzada para se identificar a correlação entre a variável explicativa e a dependente, para maiores detalhes ver Vandaele (1983). Após se identificar a influência da variável explicativa na variável dependente, a próxima etapa consiste em identificar o modelo do resíduo. Tendo-se obtido estimativas preliminares de $\hat{\varepsilon}_t = y_t - \hat{v}(B)_{xt}$ Com a série temporal do resíduo, utiliza-se a metodologia univariada do modelo ARIMA para se identificar o modelo do resíduo (VANDAELE, 1983). Analisando desta forma o processo gerador da série. A **etapa 2** consiste em estimar as variáveis do modelo. A **etapa 3** consiste na checagem de diagnóstico (verificação) da adequação do modelo. Após se estimar os valor da função de transferência inicia-se o processo de verificação. A inadequação do modelo pode ser obtida através dos seguintes testes de análise de resíduos, de superajustamento e subajustamento e o de menor erro quadrático médio. A **etapa 4** consiste na realização das previsões, utilizando-se das funções de transferência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PREVISÃO SOBRE O CONSUMO DE ÁLCOOL HIDRATADO NO BRASIL

Além da projeção do consumo de álcool anidro, através da projeção de consumo de gasolina, o estudo compreendeu projeções do consumo de álcool hidratado no Brasil. Ao contrário da projeção sobre o consumo de gasolina, no entanto, a utilização de um modelo de função de transferência incorporando o PIB não se mostrou significativo e não

apresentou ganhos para o modelo univariado em termos de redução do erro quadrático médio entre os anos de 2001 e 2003. Dessa forma, optou-se pela utilização de um modelo univariado de Box-Jenkins para realizar as projeções de consumo de álcool hidratado entre os anos de 2004 e 2012.

Nas **etapas 1, 2 e 3,** o modelo SARIMA (2,1,1)(0,1,0) foi o que melhor se adequou às etapas de identificação e verificação. A Tabela 1 ilustra os valores estimados e o nível de significância desta variável.

Tabela 1 - Valores estimados para o processo gerador do consumo de álcool hidratado no Brasil, período da série: 1991 até 3° tri. 2005.

Variáveis	Coeficientes	Nível de significância
AR{1}	1,09	0,0000
AR{2}	-0,40	0,0036
MA{1}	-0,9	0,0000

Além dos coeficientes do modelo se mostrarem significativos, apresentam-se a seguir os critérios utilizados na etapa de verificação que corroboram com a decisão da escolha do modelo.

Teste de autocorrelação residual: Como foram analisadas 48 observações, os valores dos limites ($\pm 2/\sqrt{n}$), ver Morettin e Toloi (2004), foram de aproximadamente ±0,28. Conforme se verifica na tabela 2, o acréscimo de outros termos de médias móveis não se mostrou significativo.

Tabela 2 - Valores estimados para o processo gerador do consumo de álcool hidratado no Brasil, período da série: 1991 até 3° tri. 2005

Autocorrelações	Valores das Autocorrelações					
1 até 6	-0,053	0,113	0,064	-0,096	-0,056	-0,047
7 até 12	0,096	-0,239	0,142	0,068	0,052	0,039
13	0,037					

***Teste de Box-Pierce*:** O valor do teste Q fornecido pelo RATS é de Q(13-3) = 8,27, indicando a não existência de autocorrelação dos resíduos com nível de significância de 0,60.

Teste de correlação cruzada: Para a amostra analisada, os valores dos limites para a análise de função de correlação cruzada são de ±0,28, pelo mesmo critério do teste de autocorrelação residual. Apesar das autocorrelações cruzadas “2”, “3” e “4”superarem o valor especificado, ver tabela3. A adição de novos termos autoregressivos não apresentou melhores resultados nos diferentes critérios de verificação do modelo.

Tabela 3 - Correlação cruzada entre o resíduo e o consumo de gasolina no Brasil, período da série: 1991 até o 3° trimestre de 2005.

Correlações cruzadas	Valores das Correlações Cruzadas

0 até 5	-0,089	-0,279	-0,316	-0,357	-0,386	-0,229
6 até 11	-0,270	-0,242	-0,248	-0,153	-0,184	-0,198
12 até 13	-0,191	-0,214				

Menor erro quadrático médio: o modelo SARIMA(2,1,1)x(0,1,0) foi o modelo com menor erro quadrático médio. A figura 6, ilustra a comparação entre os valores previstos e os observados entre 2004 e 2005.

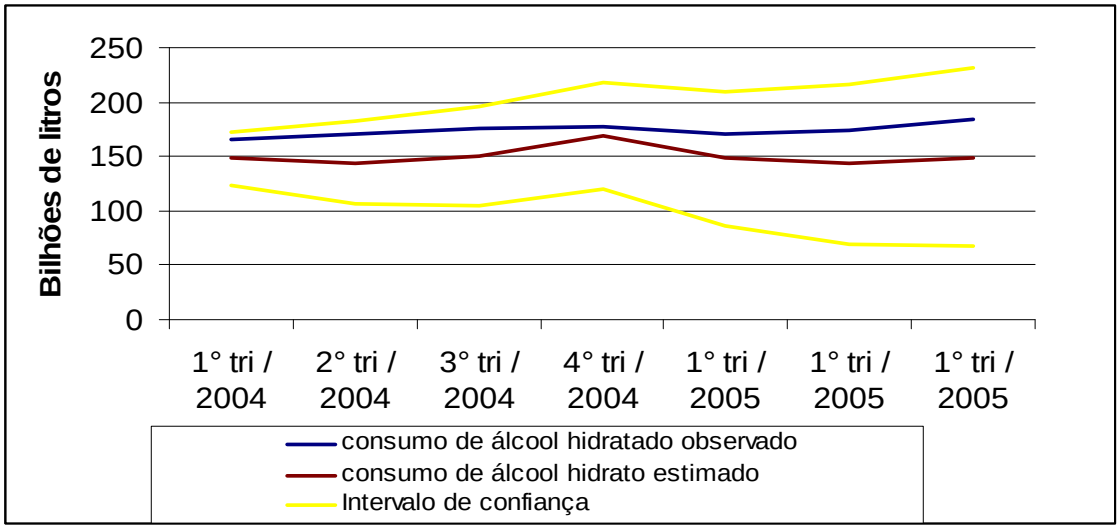

Figura 6 - Análise comparativa entre o valor observado e o previsto, período: 1° tri. 2004 até 3° tri. 2005

Previsão do consumo de álcool hidratado

Os valores previstos para o consumo de álcool hidratado, entre os anos de 2006 e 2012, são ilustrados na Tabela 4. Caso se consolide a projeção do consumo de álcool hidratado no Brasil pelo método de Box-Jenkins, os resultados da previsão realizada sugerem que poderão ser demandados aproximadamente 17,4 bilhões de litros de etanol no ano de 2012.

Tabela 4 - Projeções sobre o consumo de álcool hidratado no Brasil, período: 2004 até 2012

Anos	Álcool hidratado (milhões de litros)
2006	10635
2007	10860
2008	11096
2009	11331
2010	11567
2011	11802
2012	12038

A projeção de crescimento do consumo de álcool hidratado para os próximos anos é o reflexo da retomada do crescimento da procura pelo álcool hidratado a partir dos anos de 2002 e 2003. A diferença de preço entre a gasolina e o álcool na bomba (varejo), vem estimulando o uso da mistura do álcool na gasolina mesmo em carros com motores desenvolvidos para se utilizar apenas gasolina, procedimento que se popularizou como "rabo de galo". Além disto, ressalta-se o crescimento das vendas dos carros bicombustíveis. Caso se mantenha a tendência de crescimento de vendas de veículo bicombustíveis e se perpetue a diferença de preço do álcool hidratado para a gasolina na bomba, então este cenário do crescimento da venda de álcool hidratado poderá de fato se concretizar.

3.2. Previsões sobre o consumo de álcool anidro

Para a previsão do consumo de álcool anidro, pressupõe-se que esse dependerá do consumo de gasolina dos próximos anos. No entanto, o consumo de gasolina vem apresentando grande instabilidade nos últimos anos. Com elevado crescimento no consumo de gasolina na década de 90, principalmente entre os anos de 1993 e 1997. No entanto, a partir de 1999, esse passa a se reduzir. As oscilações no consumo de gasolina pode ser explicada pela oscilação na taxa de crescimento do Produto Interno Bruto do Brasil e pela variação do nível de preço da gasolina no período.

Utiliza-se um modelo ARIMA para função de transferência, incluindo-se a variável explicativa PIB do Brasil, para realizar as projeções do consumo de gasolina. Optou-se pela construção de três cenários, nos quais adotam-se três taxas de crescimento do PIB, uma baixa taxa de crescimento (1,22%), uma taxa de crescimento moderada (2,9%) e uma elevada taxa de crescimento (4,6%).

Como critério para se chegar às taxas para crescimento do PIB, utilizaram-se taxas de crescimento do período de 1993 a 2004, considerando-se como referência a implantação do Plano Real[7], que promoveu a redução das taxas de inflação do Brasil para níveis bem mais baixos que os prevalecentes por décadas na economia brasileira. Apesar da alteração do regime cambial brasileiro, abandonando-se a âncora cambial - pelo qual se mantinha o real valorizado em relação ao dólar, através do sistema de bandas cambiais – e adotando-se um regime de taxa de câmbio flutuante, persiste até hoje a preocupação das autoridades monetárias em reduzir a inflação através da elevação dos juros, repercutindo em redução do crescimento econômico.

Embora o critério adotado não tenha uma fundamentação teórica, o valor da média das taxas de crescimento do PIB para todo o período foi identificado como representativo da taxa de crescimento moderada (2,9%). O valor designado para o cenário com baixa taxa de crescimento (1,22%), refere-se à média das taxas de crescimento do PIB inferiores ao crescimento moderado, 2,9% do PIB. O valor de 4,6% refere-se à média dos valores superiores a taxa de crescimento moderada (2,9%), ver Anexo L.

---

[7] Em 14 de junho de 1993, Fernando Henrique Cardoso, ministro da economia, implantou a primeira etapa do plano de estabilização econômico conhecido como Plano Real. A primeira etapa consistia em buscar o equilíbrio para as finanças públicas, consistindo em corte orçamentário e recuperação da receita tributária do estado brasileiro (REGO et al., 2000).

Nas etapas 1, 2 e 3, relacionadas a identificação, estimação e verificação do modelo, a análise da correlação cruzada indica uma influência imediata entre o valor do PIB e o do consumo de gasolina, pois o único valor acima do valor de referência corresponde a correlação cruzada "0".

Após os processos de identificação e verificação, o modelo com melhor adequação aos testes foi o de função de transferência: SARIMA(1,1,0)(1,1,0) incluindo-se a variável PIB, ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 -Valores estimados do processo gerador do consumo de gasolina no Brasil, período da série: 1990 até 3° trimestre de 2005.

Variáveis	Coeficientes	Nível de significância
CONSTANTE	-61,50	0,10
AR{1}	-0,23	0,11
SAR{1}	-0,35	0,01
PIB{0}	0,60	0,10

Apesar da constante, da variável AR{1}e PIB{0} não se mostrarem significativos ao nível de 5%, apresentam-se a seguir os critérios utilizados na etapa de verificação que corroboram com a decisão da escolha do modelo.

Teste de autocorrelação residual: Como foram analisadas 48 observações, os valores dos limites ($\pm 2/\sqrt{n}$), ver Morettin e Toloi (2004), foram de aproximadamente ±0,28. Conforme se verifica na tabela 6, o acréscimo de outros termos de médias móveis não se mostrou significativo.

Tabela 6 - Valores estimados para o processo gerador do consumo de gasolina no Brasil, período da série: 1991 até 3° tri. 2005

Autocorrelações	**Valores das Autocorrelações**					
1 até 6	-0,018	-0,060	0,040	-0,11	0,265	-0,047
7 até 12	0,11	-0,178	-0,163	0,156	-0,164	0,059

***Teste de Box-Pierce*:** O valor do teste Q fornecido pelo RATS é de Q(12-2) = 12,83, indicando a não existência de autocorrelação dos resíduos com nível de significância de 0,23.

Teste de correlação cruzada: Para a amostra analisada, os valores dos limites para a análise de função de correlação cruzada são de ±0,28, pelo mesmo critério do teste de autocorrelação residual. Apesar do valor da correlação cruzada "1" mostrar-se superior ao valor estimado, o acréscimo de mais um termo de média móvel não gera melhores resultados nos outros critérios de verificação, ver tabela 7.

Tabela 7 - Correlação cruzada entre o resíduo e o consumo de gasolina no Brasil, período da série: 1991 até o 3° trimestre de 2005.

Correlações	**Valores das Correlações Cruzadas**

cruzadas						
0 até 5	-0,144	-0,298	-0,245	-0,275	-0,315	-0,039
6 até 11	-0,024	-0,013	0,018	0,092	0,207	0,169
12 até	0,234					

Menor erro quadrático médio: o modelo SARIMA(1,1,0)(1,1,0) incluindo-se a variável PIB, foi o modelo com menor erro quadrático médio. A figura 7, ilustra a comparação entre os valores previstos e os observados entre 2004 e 2005.

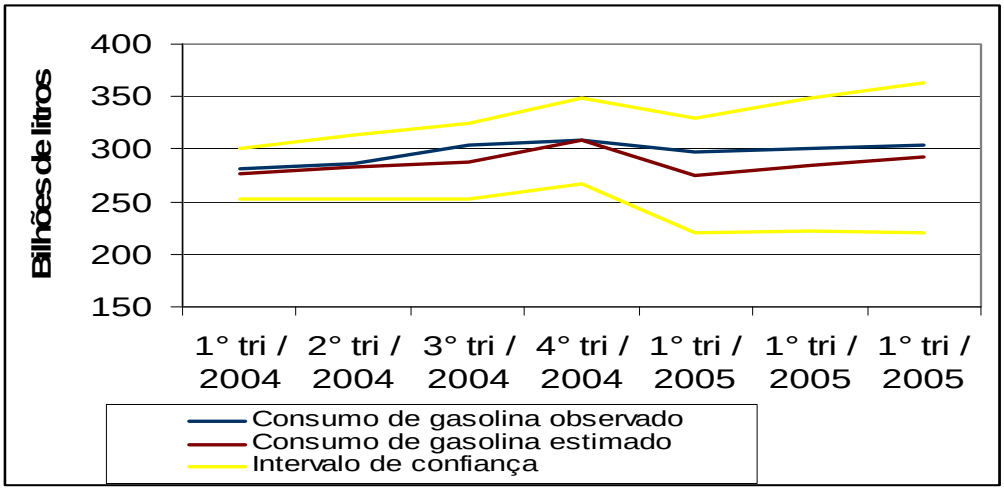

Figura 7 - Análise comparativa entre o valor observado e o previsto, período: 1° tri. 2004 até 3° tri. 2005

Etapa 4: Cenários para o consumo de gasolina no Brasil. Neste item apresentam-se os resultados de três cenários elaborados para o consumo de gasolina no Brasil, utilizando-se o PIB na função de transferência. As simulações dos cenários são apresentadas na Figura 8. Conforme já mencionado, no primeiro cenário considera-se um crescimento econômico de 1,22% ao ano. No segundo, simula-se um crescimento econômico de 2,9% ao ano. No terceiro, considera-se um crescimento econômico de 4,6% ao ano.

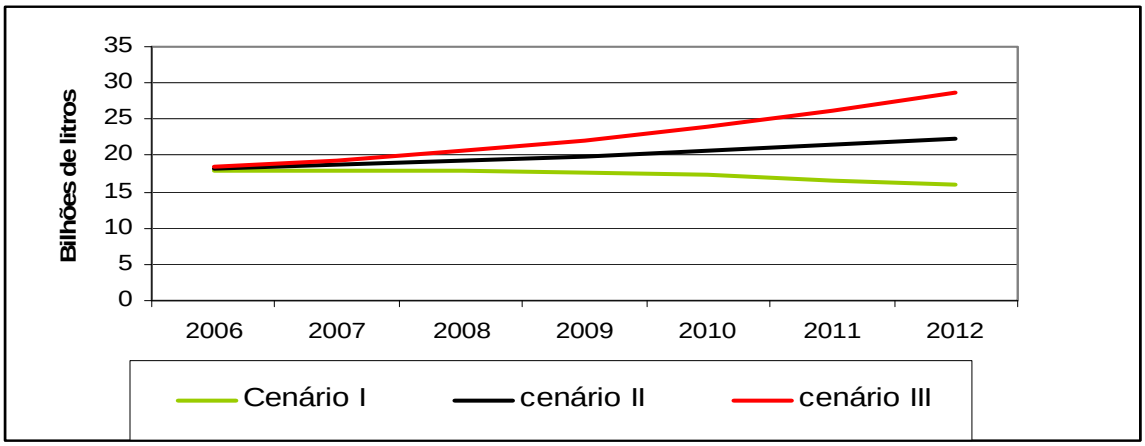

Figura 8 - Resultados de simulação de cenários relativos ao crescimento do consumo de gasolina no Brasil, período: 2006 até 2012

Constatou-se o crescimento do consumo de gasolina para os Cenários II e III, baseados no crescimento do PIB de 2,9 e 4,6%, respectivamente. No caso do Cenário II, o incremento é bem menos acentuado, não chegando a ultrapassar 19,33 bilhões de litros em 2012. No caso do Cenário III, o crescimento indicado pela simulação mostra um consumo de aproximadamente 31 bilhões de litros, em 2012. Ao passo que o cenário I, referente ao crescimento do PIB de 1,22%, simulou-se uma redução do consumo de gasolina para 7,66 bilhões de litros no último ano da análise. Essa redução no consumo de gasolina, em um cenário de crescimento do PIB positivo 1,22%, pode ser explicada pelo crescimento da população brasileira. Conforme dados do IPEA (2005), a população brasileira cresceu a uma taxa média de 1,47% entre os anos de 2000 e 2004, Desta forma, o crescimento do PIB de 1,22% representa um decréscimo na renda *per capita* da população brasileira, implicando em redução do consumo de gasolina.

Considera-se interessante ressaltar que**,** além da variável PIB, incluída na função de transferência, existem outras variáveis que possivelmente explicam o consumo de gasolina, tais como o preço da gasolina e a evolução da frota de automóveis no Brasil, tanto de veículos a gasolina, como os bicombustíveis.

No entanto, para o presente estudo, optou-se pela inclusão apenas do PIB, como variável exógena explicativa, tanto pela adequação em utilizar um modelo parcimonioso, como pela natureza das outras variáveis explicativas. Para serem incluídas nas funções de transferência, torna-se necessária à realização de previsões das variáveis. Quando o comportamento da variável indica uma alta instabilidade para o período a ser utilizado como base, o emprego dessas previsões pode não resultar em uma função adequada para ser empregada como base para as previsões. No caso dos preços, por exemplo, a alta instabilidade apresentada nos últimos anos, por ser influenciado pela taxa de câmbio e pelo preço internacional do barril de petróleo, tornaria bastante difícil a identificação de um processo gerador que possibilitasse a obtenção de um modelo que resultasse em boa previsão da variável, para um período mais extenso, como é o horizonte de 9 anos utilizado no presente estudo. Considerou-se que a inclusão desta variável na realização das previsões

poderia resultar em mais incertezas que benefícios para o resultado da previsão do consumo de gasolina.

Ressalta-se ainda, a observação dos resultados de outros estudos, que indicaram uma relativa inelasticidade do consumo de gasolina em relação ao preço. Nos trabalhos de Marjotta-Maistro (2002), Burnquist; Bacchi (2002); e Alves; Bueno (2003), o consumo de gasolina brasileiro mostrou-se inelástico em relação ao preço, tanto no curto como no longo prazo. Apesar da inelasticidade, essas pesquisas apontaram para a relação inversa entre o preço da gasolina e o seu consumo no Brasil. Isso sugere, portanto, que se ocorre uma elevação continua e prolongada dos preços da gasolina, desencadeada por elevações dos preços internacionais do petróleo, por exemplo, os resultados dos cenários da função de transferência devem ser afetados. No entanto, a atualização da previsão, substituindo valores previstos por valores observados, captará a mudança da trajetória da previsão, pois o consumo de gasolina observado estará recebendo influência da variação dos preços.

Quanto ao impacto da frota de carros no consumo de gasolina, o trabalho de Marjotta-Maistro (2002) apontou para a elasticidade do tamanho da frota brasileiro em relação ao consumo de gasolina. Neste estudo, a frota de veículos mostrou-se mais importante do que a renda em relação ao consumo de gasolina. Com relação a este resultado, a autora inferiu que variações na renda dos consumidores poderão ser direcionadas para outros produtos ou serviços e não somente para a aquisição de mais gasolina.

Além do crescimento da frota, a recente expansão da venda de veículos bicombustíveis e a conversão de veículos a gás natural poderão trazer grandes impactos na frota de veículos nacional, afetando diretamente o consumo de gasolina e de álcool hidratado. Neste sentido, caso o preço do álcool hidratado continue abaixo do preço da gasolina, em pelo menos 70%, existe uma grande possibilidade de se expandir ainda mais a venda de carros bicombustíveis nos próximos anos, desencadeando expansão do consumo de álcool hidratado em detrimento da gasolina.

Projeções sobre consumo de álcool anidro no Brasil: De forma semelhante ao caso da gasolina, as projeções sobre o consumo de álcool anidro consideram três cenários na função de transferência. No primeiro, projeta-se uma elevação do PIB da ordem de 1,22% (Cenário I); no segundo projeta-se uma taxa de crescimento de 2,9% (Cenário II); e, no terceiro, uma taxa de crescimento de 4,6% (Cenário III). Os resultados das projeções indicam que no Cenário I pode ocorrer um decréscimo no consumo de etanol. No caso dos Cenários II e III, o crescimento do consumo de álcool anidro atinge montantes de 4,83 e 7,75 bilhões de litros no ano de 2012, respectivamente, conforme indicado na Tabela 8.

Tabela 8- Resultados das projeções do consumo anual de álcool anidro no Brasil, considerando-se os seguintes cenários: Cenário I (crescimento do PIB de 1,22%); Cenário II (crescimento do PIB de 2,9%); e Cenário III (crescimento do PIB de 4,6%), período: 2004 até 2012

	Consumo estimado (bilhões de litros)		
Anos	**Cenário I**	**Cenário II**	**Cenário III**
2006	4479	4534	4589
2007	4508	4673	4838
2008	4486	4820	5153
2009	4423	4983	5544
2010	4314	5160	6006
2011	4161	5352	6542
2012	3964	5557	7151

Conclusão

No ano de 2003, o lançamento dos carros bicombustíveis, movidos tanto a álcool como a gasolina, desencadeia uma nova fase do programa brasileiro de álcool combustível. A partir de então, os carros bicombustíveis vem assumindo uma participação crescente nas vendas de automóveis brasileiros. O sucesso nas vendas dos carros bicombustíveis pode ser atribuído à elevação nos preços do petróleo no mercado internacional, desencadeando expansão dos preços da gasolina no mercado brasileiro, e a possibilidade de escolha do consumidor entre o álcool e a gasolina.

Projetou-se, utilizando o modelo de Box-Jenkins , o consumo de álcool anidro e hidratado no Brasil. O consumo álcool hidratado possui grande possibilidade de crescimento. Caso o preço do álcool hidratado se mantenha competitivo em relação ao da gasolina, este mercado possui um grande potencial de crescimento, principalmente com a possibilidade de expansão da frota de carros bicombustíveis. Com as projeções de Box-Jenkins, caso se mantenha a trajetória de crescimento, o consumo do álcool hidratado poderá atingir 12 bilhões de litros em 2012.

Além do álcool hidratado, o mercado brasileiro absorve o álcool anidro, na forma de uma mistura de álcool na gasolina. A análise considerou que tal consumo depende, no entanto, do crescimento da economia e do preço da gasolina em relação ao álcool. Neste cenário, o crescimento do consumo de álcool hidratado deverá desencadear redução do consumo de gasolina.

Para se elaborar os cenários do consumo de álcool anidro, projetaram-se três cenários incorporando-se a variável do Produto Interno Bruto (PIB) a uma função de transferência. O primeiro cenário (Cenário I) pressupõe a ocorrência de um crescimento de 1,22% ao ano do PIB. No segundo cenário (Cenário II) pressupõe-se que o crescimento é de 2,9%; enquanto no terceiro (Cenário III), o crescimento é de 4,6%. O critério adotado levou em consideração as taxas de crescimento do PIB para os anos posteriores à implantação do Plano Real, 1993 (ano pelo qual se iniciou a primeira fase do Plano Real) até 2004. Neste sentido, o Cenário II foi identificado como representativo da taxa de crescimento moderada (2,9%), obtida a partir da média das taxas de crescimento anuais do

PIB. O valor designado para o cenário com baixa taxa de crescimento (1,22%), Cenário I, refere-se à média das taxas de crescimento do PIB inferiores ao crescimento moderado, de 2,9% ao ano do PIB. O valor de 4,6% de crescimento anual do PIB, indicado como Cenário III, refere-se à média dos valores superiores a taxa de crescimento moderada.

As projeções relativas ao consumo de álcool anidro, mantendo-se a porcentagem de mistura de 25% da gasolina, apresentaram os resultados discutidos a seguir. Caso persista o Cenário I, que considera a taxa de crescimento do PIB de 1,22%, ocorrerá um decréscimo do consumo de álcool anidro, atingindo a marca de 3,9 bilhões de litros em 2012, tal decréscimo é resultado do baixo crescimento econômico.

No Cenário II, ocorre crescimento moderado do consumo de álcool anidro, projetando-se consumo de 5,5 bilhões de litros em 2012. No Cenário III, ocorre um crescimento mais intenso no consumo de álcool anidro, atingindo o montante de 7,15 bilhões de litros em 2012.

Para a finalização do trabalho, dada a sua natureza prospectiva, considera-se importante ressaltar suas limitações. A primeira consiste na tarefa de se realizar previsões, principalmente relacionadas a longos períodos de tempo. A própria metodologia de Box-Jenkins reconhece este problema, ressaltando suas limitações para a realização de previsões de longo prazo. Para minimizar esta limitação recomenda-se atualizar as previsões já realizadas, incorporando-se, com o passar do tempo, novos valores observados. Além disto, faz-se importante reestimar o modelo periodicamente, pois com o passar do tempo pode ter ocorrido alterações no processo gerador da série.

BIBLIOGRAFIA

BAER, W. **A economia brasileira.** 4. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1996. 391 p.

BUENO, L. Usinas criticam incentivo ao uso do GNV em automóveis. **Valor Econômico**, São Paulo, mar. 2004. Valor Especial. 27 p.

CARUSO, R.C. **Análise da oferta e demanda de açúcar no estado de São Paulo**. 2002. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Statistics.** Washington, 2004d. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/emeu>. Acesso em: 6 ago. 2004.

FAO. **FAOSTAT.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/>. Acesso em: 15 out. 2004.

INFORMAÇÃO UNICA. São Paulo, v. 7, n. 58, 2004. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/files/ inf_unica/fil1833.pdf>. Acesso em: 10 out. 2004.

MANKIW, N.G. **Introdução à economia:** princípios de micro e macroeconomia**.** 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 831 p.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro.** 1999. 284 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2004. 528 p.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2004. 528 p.

REGO, J.M. et al. **Economia brasileira.** São Paulo: Ed. Saraiva, 2000. 262 p.

SANTOS, M.H.C. **Política e políticas de uma estratégia alternativa:** o caso do Proálcool. Rio de Janeiro: Notrya, 1993. 352 p.

SHIKIDA, P.F.A. A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 até 1995. 191 p. 1997. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SHIKIDA, P.F.A.; BACHA, C.J.C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **Revista Brasileira de Economia,** Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 69-89, 1999.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.unica.com.br/pages/estatisticas>. Acesso em: 23 maio 2005.