

# Análise da preferência de consumidores por etanol e gasolina no Brasil\*

Roberta Castro Morizono\*\*

Heidy Rodriguez Ramos\*\*\*

Cláudia Terezinha Knies\*\*\*\*


*Doutora em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo*  
*Doutora em Administração pela Universidade de São Paulo, docente e pesquisadora da Universidade Nove de Julho (Uninove-SP) no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), no Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade (MPA-GeAS) e no Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis (PPG-CIS)*  
*Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina, docente e pesquisadora da Uninove-SP no PPGA, no Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade e no Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis*

## Resumo

Este trabalho mostra as probabilidades de consumo do etanol e da gasolina nas regiões abrangidas pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) no Brasil. As mudanças esperadas na demanda por esses combustíveis, por meio de simulações nos preços, mostram que alterações no preço da gasolina causam maiores impactos no consumo. Assim, aumentos no preço da gasolina implicam aumentos três vezes maiores na probabilidade de con-

---

\* Artigo recebido em fev. 2016 e aceito para publicação em mar. 2018.

 Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Open Acces (Acesso Aberto)

\*\* E-mail: [rcfcastro@gmail.com](mailto:rcfcastro@gmail.com)

\*\*\* E-mail: [heidyr@uni9.pro.br](mailto:heidyr@uni9.pro.br)

\*\*\*\* E-mail: [ctknies@uni9.pro.br](mailto:ctknies@uni9.pro.br)

sumo do etanol, em relação a reduções em seu preço. Logo, conclui-se que a alta preferência pela gasolina no Brasil inviabiliza programas de incentivos a combustíveis alternativos, como o etanol.

## Palavras-chave

**Probabilidade de consumo; gasolina; etanol**

### *Abstract*

*This work shows the probabilities for the consumption of ethanol and gasoline in the regions covered by the Research of Family Budget (POF) in Brazil. Variations in the price of gasoline results in a bigger difference between the real probability and the simulated one. Considering the intervals of variations, rises in the price of gasoline result in an increase of around three times in the probability for the consumption of ethanol, in relation to decreases in the price of ethanol. So, the results gotten from the model and the simulated ones show us that political programs that promote more gasoline efficiency, autonomy, have a bigger chance of reducing its consumption than the programs that encourage the consumption of alternative fuels, such as ethanol.*

### *Keywords*

**Probability of consumption; gasoline; ethanol**

**Classificação JEL: D12, Q42**

## 1 Introdução

No momento presente, uma das mais sérias consequências das ações das atividades sociais, econômicas e industriais pode ser observada nas alterações da biosfera, decorrentes da quase duplicação da concentração de Gases de Efeito Estufa<sup>1</sup> (GEE) na atmosfera. O aumento das temperaturas é atribuído, principalmente, às emissões dos chamados gases

---

<sup>1</sup> Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); metano (CH<sub>4</sub>); óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); heptafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e as famílias dos perfluorcarbonos (compostos completamente fluorados, em especial erfluormetano CF<sub>4</sub> e perfluoretano C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) e dos hidrofluorcarbonos (HFC<sub>s</sub>).

de efeito estufa. Dentre estes, o carbono resultante da queima de combustíveis fósseis e de florestas é o que possui maior participação no total das emissões (IPCC, 2001).

No Brasil, o Balanço Energético Nacional de 2012 mostra que o setor de Transportes continua apresentando as mais elevadas taxas de crescimento do consumo de energia, com crescimento próximo a 4,5% entre os anos de 2002 e 2012. As emissões de CO<sub>2</sub> refletem esse comportamento, exibindo aumentos expressivos entre as décadas de 90 e a primeira do século XXI, passando de 84 milhões de toneladas, em 1990, para 204 milhões em 2012. (EPE, 2013).

Desde meados da década de 70, nota-se esforços nas políticas nacionais de promoção do etanol (combustível limpo) como combustível alternativo à gasolina (fóssil). A implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975, e a criação do carro a álcool, em 1979, incentivaram a produção do etanol. O Proálcool passou por fases distintas. Na primeira, entre 1975 e 1979, estimulou-se a produção de álcool “anidro”, para uso como aditivo à gasolina em proporção até 20%, variável de acordo com a disponibilidade. Durante esse período, o nível absoluto de emissões de gás carbônico no Brasil aumentou. No entanto, a emissão de CO<sub>2</sub> do setor transportes sofreu redução de 7,75%.

Na segunda fase, entre 1979 e 1983, a produção de etanol foi direcionada para o “tipo hidratado”, a ser utilizado em veículos projetados para o consumo desse tipo de combustível. Conseqüentemente, a partir de 1980, o mercado de carros com essas características se expandiu, de modo que, em 1984, os carros movidos com etanol representavam 94,4% da produção das montadoras. No período entre 1983 e 1988, os automóveis que usavam etanol passaram a constituir mais de 80% das vendas, principalmente em decorrência do amplo uso de subsídios aos preços tanto do combustível como dos veículos, objetivando diminuir o consumo de gasolina. (Ramos, 2004). O aumento da demanda por esse combustível favoreceu a redução absoluta da emissão de CO<sub>2</sub> em cerca de 4,5% e, ainda, a estabilidade da participação do setor transportes no total de emissões (Vieira, 1999).

O processo de desregulamentação e abertura econômica do Brasil iniciado em 1988 afetou diretamente o sucesso desse programa. De acordo com Moraes (2000), para agravar ainda mais essa situação, o preço internacional do petróleo nesses anos diminuiu, reduzindo o diferencial de preços entre a gasolina e o etanol, o qual afetou a competitividade do etanol. Além disso, houve uma escassez do combustível no Brasil, impactando negativamente a produção e a venda de carros movidos com etanol hidratado. Em função disso, a produção desses carros caiu de 63% em 1988 até chegar a 0,09% em 1998. A consequência desse processo foi que as emis-

sões de CO<sub>2</sub>, no período de 1985 a 1999, cresceram cerca de 80% no setor de transportes.

Nos anos 2000, os produtores de etanol do Brasil encontraram-se diante de novos desafios provocados por fatores internos e externos. No âmbito do mercado interno, o desafio foi a evolução da tecnologia automotiva. Em 2003, o surgimento do carro bicombustível (*flexfuel*), que funciona com etanol, gasolina ou qualquer mistura entre os dois combustíveis, permitiu ao consumidor o arbítrio para escolher com que combustível abastecerá seu automóvel, de acordo com sua oferta e preço, a um custo zero<sup>2</sup>.

Considerando os benefícios sociais, econômicos e ambientais relacionados ao crescimento do consumo do etanol e a relevância do conhecimento da escolha do consumidor ao optar entre o etanol e a gasolina, este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo empírico que mostra as probabilidades de consumo do etanol e da gasolina nas regiões abrangidas pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) no Brasil. Adicionalmente, verifica as modificações esperadas na demanda dos dois combustíveis com a realização de simulações, por meio de modificações nas variáveis preço.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Modelos econômicos — escolha discreta

Os estudos relacionados à escolha do consumidor em relação a automóveis<sup>3</sup>, aquisições e modelos, que normalmente são usados para a análise de políticas são divididos em diferentes categorias: têm-se modelos desagregados e modelos agregados. Os modelos agregados são constituídos por dois tipos: Equações de Demanda Aproximadas e Equações de Demanda Consistentes. Os modelos desagregados são: Não Compensatórios e Compensatórios, em situações de Escolha Real e Hipotética.

Estimativas de equações de demanda agregada consistentes são apresentadas por Boyd e Mellman (1980) e Cardell e Dunbar (1980). Nestes, a utilidade é função das características dos veículos e da preferência do consumidor. Assim, diferentes consumidores escolhem diferentes veículos, pois as características possuem “pesos” diferenciados entre os consumido-

---

<sup>2</sup> É relevante ressaltar que o arbítrio sempre existiu, por meio da conversão do tipo de combustível consumido pelo veículo. Assim, a presença dessa nova tecnologia fez com que esse custo fosse zerado.

<sup>3</sup> Devido à época em que o presente estudo foi realizado, os dados utilizados não consideram a situação de escolha possibilitada pela tecnologia *flexfuel*. Deste modo, o referencial teórico foi baseado na escolha pelo tipo de automóvel e não pelo tipo de combustível.

res. As equações são derivadas da agregação das demandas individuais de acordo com a distribuição das preferências. Um modelo desagregado similar foi desenvolvido por Train (1986), que estima a demanda para carros de uso pessoal e de caminhões. O modelo, constituído por um sistema de submodelos, descreve as escolhas como dependentes das características de cada classe de veículo e das características do consumidor, e pode ser usado para a simulação de demandas, global e por região. Os parâmetros de cada submodelo são estimados por meio de técnicas que permitem incluir a correlação existente entre as escolhas realizadas. A estimativa da demanda é obtida por meio da soma dos “pesos” das probabilidades previstas para cada consumidor da amostra.

Van Wissen e Golob (1992) examinam a relação existente entre o combustível escolhido, a quilometragem anual do consumidor/família e aspectos relacionados à mobilidade do transporte coletivo<sup>4</sup>. O modelo mostra que consumidores que fazem maior uso do veículo possuem maior disposição em consumir o gás natural. Entretanto, de acordo com a análise, os veículos que consomem esse tipo de combustível possuem menor custo operacional e, neste caso, isto levaria a um aumento do uso do veículo. Portanto, não seria uma alternativa eficiente para a redução da quilometragem, ou das emissões de gases poluentes.

## 2.2 Mercado de combustíveis

Dahl & Sterner (1991)<sup>5</sup> mostram que existe certo grau de consistência entre os resultados observados em diversos trabalhos a respeito da demanda por gasolina, e que a elasticidade-preço é inelástica para o curto e o longo prazos. A relação entre a demanda por gasolina, a renda nacional e o preço da gasolina é analisada por Ramanathan (1999), que usa técnicas de cointegração e correção de erros para a Índia, para o período de 1972/73 a 1993/94. Os resultados mostram que a demanda por gasolina aumenta de forma significativa com o aumento da renda. Neste estudo a renda é representada pelo produto interno bruto (PIB) e as variações mostraram-se maiores no longo prazo (2,682), em relação ao curto prazo (1,178). Quanto a variações do preço, a demanda mostrou-se inelástica no curto e longo prazos, -0,209 e -0,319, respectivamente.

Kayser (2000) estima a demanda por gasolina e as elasticidades-renda e preço, segundo as variáveis consumo de gasolina, preço da gasolina,

---

<sup>4</sup> O gás natural (GNV) é considerado como combustível alternativo.

<sup>5</sup> Após a distinção e comparação - realizadas por meio da análise das estimativas das elasticidades-preço, e renda, para o curto e o longo prazo.

renda e um termo de interação entre renda e preço da gasolina. Este termo permite que a elasticidade-preço varie com a distribuição da renda. Assim, pessoas com menor nível de renda tendem a gastar uma parcela maior da renda com gasolina. Logo, as alterações no preço desse combustível causariam maior impacto sobre o comportamento de indivíduos com menor nível de renda. A influência da frota de veículos na demanda do combustível foi analisada por meio da eficiência do combustível. Para tanto, o consumo de combustível foi estimado considerando a relação entre o número de quilômetros percorridos e a eficiência estimada do combustível. Os resultados mostram baixas elasticidades-preço e renda, -0,23 e 0,48, respectivamente. Essas estimativas são semelhantes para o curto e o longo prazos. Além disso, foi observado que há diferenças no consumo de gasolina da população quando o nível de renda é alterado.

Diversos trabalhos realizados no Brasil têm o interesse de estudar o mercado de combustíveis. Assis & Lopes (1980) avaliam o comportamento dos consumidores de gasolina e óleo diesel, no período de 1970 a 1977. Os resultados são apresentados por região e indicam baixas elasticidades-preço da demanda por gasolina e óleo diesel, e baixa sensibilidade a variações na renda para o consumo de gasolina. O consumo de óleo diesel apresenta-se sensível a variações na renda, exceto para a região Norte. Os autores concluem que há necessidade da elaboração de políticas mais eficazes de contenção do consumo do que de política de preços.

Na literatura a respeito da estrutura da demanda do etanol, o trabalho de Sordi (1997) é considerado pioneiro. Este trabalho está fundamentado em dois grupos de modelos de demanda - um modelo estrutural, que considera a oferta endógena, e um modelo simples, que considera a oferta exógena. Esses modelos são usados para estimar as elasticidades-preço e renda da demanda e avaliar se o setor apresenta comportamento monopolista, entre os meses de janeiro de 1980 e dezembro de 1995. De acordo com os resultados, a curva de demanda que melhor se ajusta ao mercado de etanol hidratado é linear. O comportamento do setor é apresentado como monopólio sob controle de preços. A apresentação histórica e panorâmica do setor sucroalcooleiro e os impactos positivos e negativos do Proálcool foram objeto de estudo de Souza (1997). O trabalho oferece estimativas das funções de demanda para o etanol anidro e para o etanol hidratado combustível. Os parâmetros estimados em relação à função consumo de álcool anidro (variável consumo de gasolina, estimativa 0,185) e a função consumo de álcool hidratado (variáveis população residente, estimativa 0,149, e frota nacional de veículos a álcool, 0,002), mostraram-se significativos.

Storchmann (2005) mostra que a omissão de características relacionadas à distribuição de renda do país gera elasticidades-renda falsas na análise

se da demanda por veículos e, conseqüentemente, por combustíveis. Neste caso, veículos movidos a gasolina. Para isso, estima um modelo do tipo *pooled* para 90 países, compreendendo o período de 1990 a 1997. Os resultados elucidam a forte, e positiva, correlação existente entre o nível de renda e a elasticidade-renda dos países. Neste sentido, o estudo sugere que a curva de demanda por veículos, ou combustíveis, consiste de três partes. Uma parte inelástica, que compreende países com baixas rendas; uma segunda parte elástica, que abrange níveis médios de renda; e, novamente, uma terceira parte inelástica, que representa os países com altos níveis de renda.

Levantamento da literatura recente no Brasil, de estudos que consideram a inserção da tecnologia *flexfuel*<sup>6</sup>, mostra que a demanda por etanol é mais elástica em estados mais pobres e com relação de preços próxima à taxa técnica de substituição entre o etanol e a gasolina (ou seja, preço relativo próximo a 70%). As principais razões para esse comportamento seriam as diferenças logísticas e tributárias entre os estados brasileiros (ORELLANO *et al.*, 2013). Outro aspecto interessante desse estudo é o de que as elasticidades estimadas aumentam em magnitude no período pós veículos *flex*<sup>7</sup>. Concluem que, além da tecnologia *flexfuel*, as variáveis “veículos que consomem etanol” e “renda per capita” possuem efeitos positivos sobre a demanda por etanol. Trabalho semelhante foi desenvolvido por Cardoso e Bittencourt (2013), contudo o tipo de dados/método (painéis cointegrados) diferencia os dois trabalhos. Estes autores encontraram maior sensibilidade a preços e deslocamentos do consumo nas regiões mais pobres do país devido a variações da renda; e que nessas regiões a magnitude das sensibilidades foi maior no período pós *flex*. Os resultados mostram que o etanol é um bem elástico no curto e no longo prazos. Em contrapartida, os trabalhos de Farina *et al.* (2010) e de Randow *et al.* (2010) demonstraram que variações na demanda do etanol são mais sensíveis a mudanças no preço da gasolina (seu substituto) do que alterações no seu próprio preço (elasticidade cruzada).

A Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE, 2013) analisou o comportamento de usuários de veículos *flexfuel* nas regiões brasileiras. Os resultados indicam a existência de comportamentos e crenças similares em relação ao consumo de combustíveis. Duas variáveis são relevantes para

---

<sup>6</sup> Os veículos para uso exclusivo de etanol deixaram de ser produzidos em 2006, restando apenas as opções a gasolina, flexfuel e diesel (ônibus, caminhões e uma parcela dos utilitários leves) (EPE, 2013). A data de agosto/2006 tem sido considerada o marco na transição da frota brasileira para a tecnologia *flexfuel* (Orelano *et al.*, 2013; Cardoso e Bittencourt, 2013).

<sup>7</sup> Resultado semelhante foi encontrado por (Cardoso e Bittencourt, 2013).

diferenciar o consumo de combustível nas diversas cidades avaliadas - o clima e o preço relativo (relação entre o preço do etanol e o preço da gasolina). A sensibilidade relacionada ao preço relativo tende a ser maior nas proximidades do ponto de equilíbrio (0,7 ou 70%), onde pequenas variações de preço levam a grandes alterações de consumo. Ademais, nota-se que quanto mais distante do ponto de equilíbrio menor é a sensibilidade do consumidor. Um resultado revelador diz respeito à fidelidade de consumidores na escolha do combustível, fato observado tanto para o etanol como para a gasolina.

## 3 Material e métodos<sup>8</sup>

### 3.1 Teoria da Escolha Discreta e o Modelo *LOGIT*

A Teoria da Escolha Discreta utiliza conceitos próximos aos da Teoria do Consumidor. Porém, assume um espaço de alternativas contínuo e permite obter as funções demanda por meio de derivadas - o conjunto de alternativas é apresentado de maneira discreta<sup>9</sup>. Deste modo, a diferença entre a Teoria do Consumidor e a da Escolha Discreta é que nesta trabalha-se diretamente com as funções utilidade (Bem-Akiva e Lerman, 1987). A teoria da Escolha Discreta estuda o comportamento do consumidor por meio de modelos fundamentados na concepção da utilidade aleatória. Nesta, a existência de observações inconsistentes com o real comportamento do consumidor é considerada como imperfeições dos dados utilizados. Logo, apesar dessa teoria assumir que o indivíduo sempre escolhe a alternativa que lhe proporciona maior grau de satisfação, as utilidades não são perfeitamente conhecidas e, portanto, são tratadas como variáveis aleatórias.

A preferência é analisada por meio dos atributos que normalmente são considerados de maior relevância na escolha entre diferentes alternativas. Neste sentido, a análise do comportamento dos consumidores é examinada considerando as decisões ao nível do indivíduo, desagregado. A principal razão para o uso de modelos desagregados deve-se ao fato de economicamente o comportamento relevante ser a nível individual. Logo, a demanda e a oferta são apenas agregações de diversas ações de diferentes indivíduos. Dados desagregados normalmente contêm grande variação em cada fator e menor covariância entre os fatores. Este fato é relevante na estimativa de modelos econométricos, pois a precisão das estimativas dos parâme-

---

<sup>8</sup> Baseado em Train (1986), Maddala (1983), Bem-Akiva e Lerman (1987) e Greene (1997).

<sup>9</sup> O axioma do consumidor racional é mantido.



tros aumenta com a inclusão da variância das variáveis no modelo e reduz com a presença de covariância entre as variáveis.

O termo geral “modelos de escolha discreta ou qualitativa” designa uma classe de modelos composta por modelos de escolha discreta específicos, como os modelos *Logit* e *Probit*. Esses modelos estimam a probabilidade de um consumidor escolher uma alternativa específica, dado um conjunto de alternativas. Isto torna viável a proposta desse estudo por meio da aplicação do modelo *Logit* (equação 1), devido ao fato de a análise ser em relação à escolha de duas alternativas, etanol e gasolina. Deste modo, a seguir tem-se a descrição da forma funcional desse modelo.

As probabilidades estimadas em modelos *Logit* são derivadas sob pressuposições particulares a respeito da distribuição do componente aleatório da utilidade.

Supondo que um consumidor, denotado por  $n$ , que possui um conjunto de alternativas (cestas)  $J_n$ . A utilidade obtida por esse consumidor em relação a alternativa  $i$  de  $J_n$ , denotada  $U_{in}$ , é decomposta em duas partes. A primeira parte é formada pelas variáveis observadas,  $V_{in}$  (é uma função que depende das características observadas da alternativa escolhida pelo consumidor ( $z_{in}$ ), das características do consumidor ( $s_n$ ) e do vetor de parâmetros  $\beta$ , que são conhecidos e estimados a priori  $V_{in} = V(z_{in}, s_n, \beta)$ ). E, a segunda parte pela variável aleatória, referente às características não observadas,  $e_{in}$ . A utilidade pode, então, ser expressa como  $U_{in} = V_{in} + e_{in}$ .

Assumindo que cada  $e_{in}$ , para todo  $i$  em  $J_n$ , é independentemente e identicamente distribuído de acordo com a distribuição dos valores extremos, a probabilidade de o consumidor escolher a alternativa  $i$  é, para todo  $i$  em  $J_n$ ,

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}} \quad (1)$$

Desta forma, assumindo que o componente aleatório da utilidade, por meio da distribuição de valores extremos, tem média zero, a parte observável  $V_{in}$  é normalmente conhecida como utilidade média, esperada ou representativa. Logo, esta utilidade é estimada considerando todos os valores possíveis dos fatores não observados.

Uma propriedade relevante dessa teoria é a relativa à independência das alternativas irrelevantes (IIA). A base desta propriedade tem origem no seguinte raciocínio: considere a relação entre as probabilidades de escolhas de duas alternativas,  $i$  e  $k$

$$\frac{P_{in}}{P_{kn}} = \frac{\frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}}}{\frac{e^{V_{kn}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}}} = \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{kn}}} = e^{V_{in} - V_{kn}} \quad (2)$$

Nota-se que a relação entre essas duas probabilidades depende apenas das alternativas  $i$  e  $k$ . Logo, a relação entre essas duas alternativas depende apenas das probabilidades relacionadas a elas, não importando quais as outras alternativas existem em  $J_n$ . Esta propriedade tem um importante uso na prática, como no caso em que a análise tem como interesse examinar apenas algumas alternativas dentre várias existentes. Deste modo, pode ser usada para estudar um subconjunto de alternativas dentre todas as existentes. Um exemplo é no caso de combustíveis, apesar de existirem diferentes tipos de combustíveis, gasolina, etanol, gás natural e diesel, o estudo pode ter como interesse analisar a preferência do consumidor em relação a apenas dois (etanol e gasolina). Para isso, a análise deve levar em consideração apenas as informações dos consumidores que escolhem essas alternativas.

### 3.2 Modelo empírico e fontes de dados (caracterização da pesquisa)

O modelo empírico é baseado no método desenvolvido por Train (1986), e aplicado pela “California Energy Commission” que avaliou o efeito de programas que incentivem e facilitem a introdução de veículos movidos a combustíveis alternativos<sup>10</sup>. As etapas de análise incluem, em um primeiro momento, a estimativa de um modelo “base”. A segunda etapa é constituída de simulações do modelo “base”. Em seguida, diferentes análises de sensibilidade são efetuadas. Cada uma destas análises é realizada considerando-se a variação de apenas uma das variáveis explicativas e, desta forma, a demanda é estimada para cada simulação feita. A comparação dos resultados encontrados no modelo “base” e nas análises de sensibilidades permite verificar o impacto das mudanças nas variáveis selecionadas. Um dos interesses particulares da Comissão Energética Californiana foi analisar a demanda potencial por veículos movidos a combustíveis alternativos e em que medida a introdução desses veículos reduziria o consumo de gasolina.

<sup>10</sup> Foram considerados como alternativos, em relação à gasolina, para o transporte privado os seguintes combustíveis: metanol, gás propano líquido (LPG), diesel e veículos elétricos.

A conclusão geral dos resultados simulados, de acordo com as projeções feitas em relação às características dos veículos e dos preços dos combustíveis, é que os veículos movidos à gasolina continuarão a dominar o mercado, mesmo com a introdução de veículos que consumam combustíveis alternativos. Os resultados simulados mostram que programas políticos que promovam maior eficiência/autonomia da gasolina possuem maior probabilidade de reduzir seu consumo do que programas que incentivem o consumo de combustíveis alternativos. Uma das razões para esta conclusão é o alto custo de aquisição e manutenção dos veículos alternativos considerados.

A definição das variáveis relevantes na aplicação da teoria da escolha discreta requer três importantes decisões. Primeira, identificação dos atributos relevantes a serem incluídos. Segunda, escolha do número e dos níveis discretos para cada atributo e alternativa. Terceira, análise de como as diferentes alternativas devem ser incluídas nas opções de escolha existentes. Outro aspecto é em relação à correlação existente entre as variáveis. Uma das possíveis limitações do modelo *Logit* é em relação à suposição, implícita, de que a escolha entre as alternativas, etanol e gasolina, é não hierárquica, ou seja, de que não há uma ordem na escolha do consumidor. Entretanto, escolhas que seguem uma certa hierarquia são perfeitamente observáveis.

As fontes de dados, descritas a seguir, foram utilizadas para, em um primeiro momento, desenvolver um modelo empírico que mostre, ou não, a existência de diferentes probabilidades de consumo da gasolina e do etanol nas regiões abrangidas pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF). O modelo base mostra o comportamento dos consumidores em relação à maximização da utilidade do combustível escolhido de acordo com observações reais a respeito dessa escolha e de informações que descrevem as características socioeconômicas desses consumidores, e características de mercado para o preço dos combustíveis e do veículo. Ademais, o modelo base foi empregado para a realização de simulações que proporcionaram observar possíveis alterações na demanda futura desses combustíveis. O propósito foi fazer uma comparação entre os resultados reais e os simulados.

Os resultados empíricos foram obtidos utilizando-se dados da POF 2002-2003, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A POF fornece informações sobre a composição orçamentária doméstica, alocação de gastos e distribuição dos rendimentos segundo as características dos domicílios e das pessoas. Além das informações referentes à estrutura orçamentária, tem-se características associadas às despesas e rendimentos. Logo, os dados viabilizam o desenvolvimento do estudo

proposto, permitindo conhecer o perfil do consumidor, e proporcionam análises para o Brasil, Grandes Regiões, Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste<sup>11</sup>, e Unidades da Federação<sup>12</sup>. Outra fonte de dados refere-se à Agência Nacional do Petróleo (ANP), que fornece preços médios ponderados da gasolina e do etanol hidratado, em R\$/litro, para Brasil e Grandes Regiões. (IBGE, 2004.)

É relevante salientar que a POF não fornece informações específicas a respeito da quantidade consumida de combustíveis. Os valores apresentados foram obtidos a partir das informações com despesa anual e preço. As variáveis que mostram a despesa anual com combustíveis foram criadas por meio da seleção de itens que compõem o cadastro de produtos da POF. Assim, a variável despesa com etanol é composta da soma de todas as despesas individuais do domicílio com os itens relacionados a despesas etanol, combustível de veículo. De maneira similar, a variável despesa com gasolina une os itens relacionados a despesas com gasolina, especial, aditivada e comum. Os preços foram inseridos por estado e referem-se ao preço médio obtido a partir de uma série de preços, mensal ao consumidor, produzida pela ANP, que tem início em julho de 2001 e final em agosto de 2005. (ANP, 2005).

### 3.3 Aplicação empírica e descrição dos dados (validação dos resultados)

A POF (2002-2003) fornece informações para 48.470 unidades domiciliares<sup>13</sup>. A análise proposta considera apenas os domicílios que tiveram despesa com os combustíveis etanol e gasolina, o que corresponde a 22,34% do total da amostra, cerca de 10.829 domicílios. Destes, aproximadamente 92% apresenta frequência de consumo em relação a opção gasolina e, logo, 8% ao etanol<sup>14</sup>. Os domicílios que tiveram despesas de consu-

---

<sup>11</sup> Situação urbana e rural.

<sup>12</sup> Nas nove regiões metropolitanas e nas capitais das Unidades da Federação os resultados correspondem à situação urbana.

<sup>13</sup> Domicílio é a unidade amostral da pesquisa, ou a unidade de investigação e análise das famílias.

<sup>14</sup> Esses valores correspondem às despesas somadas por domicílio (que pode ter mais de uma unidade de consumo, família). Os números obtidos sem a soma por domicílio mostram um total de 11.655 observações para despesa com gasolina e 919 para etanol. Assim, em relação ao total de observações verificadas antes da soma por domicílio, tem-se uma perda de 13,33% e 4,57% observações para gasolina e etanol, respectivamente. Neste caso, a análise da preferência considerando a escolha realizada pelos indivíduos mostra um percentual de cerca 92,7% e 7,3% para gasolina e etanol, respectivamente.

mo com os dois tipos de combustíveis foram excluídos, o que corresponde a 149 observações, ou 1,38% do total de observações da análise<sup>15</sup>. Assim, a estatística descritiva a seguir, que permite observar a escolha do combustível pelos domicílios selecionados, possui um total de 10.680 observações<sup>16</sup>. Este número corresponde ao número total de observações para o Brasil. Deste modo, tem-se números variados para as regiões: Norte, 1.361, o equivalente a 12,57% das observações para Brasil; Nordeste, 2.764 (25,52%); Centro-Oeste, 2.430 (22,44%); Sudeste, 2.202 (20,33%); e, Sul, 2.072 (19,13%).

Examinando a distinção entre a preferência por esses dois combustíveis, considerando as frequências de consumo específicas de cada região, tem-se que a distribuição percentual da escolha é de cerca 97,65% e 2,35% em relação à gasolina e ao etanol, respectivamente, para a região Norte; 93,42% e 6,58% para a região Nordeste; 91,65% e 8,05% região Centro-Oeste; 88,33% e 11,67% região Sudeste; e, 90,49% e 9,51% região Sul.

A Tabela 1 mostra que os grupos alimentação, habitação e transporte correspondem a 74,69% da despesa de consumo média mensal das famílias brasileiras. Analisando exclusivamente a participação percentual da despesa com transporte, nota-se que a região Sudeste apresenta valor semelhante ao estimado para Brasil. Para as regiões Centro-Oeste e Sul esses percentuais são superiores, e inferiores para as regiões Norte e Nordeste, sendo a região Centro-Oeste, 20,77, A que exhibe maior participação e a Norte a menor, 15,70.

Análise da distribuição da despesa monetária, e não monetária, com gasolina e etanol, em relação ao total das despesas do grupo transporte, mostra que no Brasil a despesa com gasolina corresponde a cerca de 20% desse total, e o etanol a 2%. De maneira similar, observa-se que para a região Norte esses percentuais são de 17% e 0,3% para a gasolina e o etanol, respectivamente. A região Nordeste exhibe estimativas em torno de 15,6%, gasolina, e 0,84%, etanol. Para as demais regiões tem-se: Sudeste com valores próximos a 19% e 3%, para gasolina e etanol, respectivamente; Sul, 22,5%, gasolina, e 1,8%, etanol; e, Centro-Oeste com estimativas em torno de 21% e 2%, gasolina e etanol, respectivamente.

---

<sup>15</sup> Dentre estes 149 domicílios, 03 encontram-se na região Norte (ou 2%), 32 (21,5%) na região Nordeste, 52 (35%) na região Sudeste, 32 (21,5%) na região Sul e 30 (20%) na região Centro-Oeste.

<sup>16</sup> Considerando o total de observações excluídas e perdidas tem-se uma perda de cerca 4,3%, ou 468 observações.

Tabela 1

Participação na despesa de consumo monetária e não monetária média mensal familiar por tipos de despesas, Brasil e Grandes regiões, período 2002-2003

BRASIL E GRANDES REGIÕES	PARTICIPAÇÃO % NA DESPESA DE CONSUMO			
	Habitação	Alimentação	Transporte (1)	Outras
Brasil	35,50	20,75	18,44	25,31
Norte	33,42	27,19	15,70	23,69
Nordeste	32,27	26,79	16,01	24,93
Sudeste	36,67	18,89	18,44	26,00
Sul	35,46	19,95	20,65	23,94
Centro-Oeste	35,86	18,09	20,77	25,28

FONTE: IBGE (2004).

(1) Despesas de consumo – Transporte - Despesas habituais com transporte urbano tais como: ônibus, táxi, metrô, trem, barca e transporte alternativo. Inclui despesas com gasolina e álcool para veículo próprio, manutenção de veículo próprio, aquisição de veículos e despesas com viagens. Na linha "outras" estão agregadas despesas como: estacionamento, pedágio, acessórios para veículos e seguro obrigatório.

## 4 Resultados e discussão

A Tabela 2 exibe a diferença percentual entre os preços da gasolina e do etanol para Brasil e Grande regiões. A região Norte exibe a menor diferença percentual entre os preços, ou seja, o litro do etanol é cerca de 27% mais barato que o litro da gasolina<sup>17</sup>. Adicionalmente, é a que apresenta menor quantidade média de consumo em relação ao etanol e, ainda, menor frequência de consumo. É relevante salientar que a média dessa variável, estimada para Brasil é de cerca de 32,77%, e representa interessante valor, considerando a diferença de consumo entre os combustíveis. Isto ocorre em virtude da diferença de autonomia entre o consumo do etanol e o da gasolina pelo veículo<sup>18</sup>, que é de cerca de 30%. Logo, acréscimos percentuais nessa diferença, que correspondam a valores acima de 30%, implicam em tornar o etanol uma escolha mais rentável.

<sup>17</sup> Atualmente, segundo a ANP em 23/5/2015, observa-se semelhante classificação para a diferença de preços desses dois combustíveis entre as cinco regiões brasileiras. Nota-se alterações mais significativas nos valores estimados para as regiões Norte e Sudeste; sendo a primeira com a menor diferença e a segunda com a maior: 0,22 NO; 0,24 NE; 0,35 SU; 0,36 CO; 0,4 SE.

<sup>18</sup> Também conhecida como taxa técnica de substituição.

Tabela 2

Diferença percentual (%) entre o preço médio do etanol e o preço médio da gasolina para Brasil e regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul de acordo com a ANP 2001/2005

ÁREAS DE ANÁLISE	DIFERENÇA PERCENTUAL ENTRE OS PREÇOS	DESVIO PADRÃO
Norte	0,27	0,06
Nordeste	0,30	0,04
Centro-Oeste	0,34	0,03
Sudeste	0,36	0,03
Sul	0,35	0,01
Brasil	0,33	0,05

FONTE: ANP (2005).

## 4.1 Análise econométrica da frequência de consumo do etanol

O banco de dados incorpora diferentes tipos de variáveis. Deste modo, há variáveis relacionadas a características socioeconômicas, tanto do domicílio como do “chefe”, e variáveis de mercado, como preço. A ideia original era ajustar um modelo base que mostrasse a relação entre a escolha e variáveis como escolaridade, idade, sexo, ocupação, qualidade de moradia em relação à poluição, quantidade de moradores e setor, urbano ou rural. Entretanto, dentre essas características, apenas a escolaridade do chefe do domicílio apresentou relevância.

Para a determinação da probabilidade de consumo do etanol, para os domicílios que compõem a amostra, algumas variáveis foram selecionadas. A variável dependente “escolha” assume valor “1” nos casos em que o domicílio apresenta frequência de consumo, despesa de consumo com esse combustível e posse de veículo (s), e valor “0” caso contrário.

Partindo do modelo restrito<sup>19</sup> tem-se o modelo base final, cujas variáveis independentes são:

- A) Renda na forma logarítmica (LN\_RENDA);
- B) Preço do etanol na forma logarítmica (LN\_PE);
- C) Preço da gasolina na forma logarítmica (LN\_PG);

<sup>19</sup> Os ajustes iniciais apresentam algumas particularidades. Isto pode ser observado nos resultados encontrados para os casos analisados em que o modelo restrito é considerado, preços relativos, e não restrito. Devido ao fato de os preços do etanol e da gasolina terem sido empregados na forma logarítmica, a restrição implica que o coeficiente estimado para o preço do etanol (LN\_PE) deve ser igual ao negativo do coeficiente estimado para o preço da gasolina (LN\_PG).

- D) Ano de aquisição do veículo: ANO 80 assume valor “1” se o domicílio adquiriu automóvel (s) no período anterior a década de 90 e “0” caso contrário, omitida para evitar multicolinearidade perfeita; ANO 90 assume valor “1” se o domicílio adquiriu automóvel (s) no período que compreende a década de 90 e “0” caso contrário; ANO 2000 assume valor “1” se o domicílio adquiriu automóvel (s) entre os anos de 2000 e 2002 e “0” caso contrário; ANO 2003 assume valor “1” se o domicílio adquiriu automóvel (s) no ano de 2003 e “0” caso contrário;
- E) Relação entre a despesa com IPVA e a quantidade de veículos possuída pelo domicílio (IP\_VC);
- F) Regiões Sudeste na forma binária;
- G) Despesa com combustível na forma logarítmica (LN\_DCOM); e,
- H) Nível educacional do chefe do domicílio: INSTRU\_CHEFE 1 assume valor “1” se o chefe do domicílio possui nível considerado “sem instrução” e “0” caso contrário; INSTRU\_CHEFE 2 assume valor “1” se o chefe do domicílio possui nível considerado “ensino fundamental”<sup>20</sup> e “0” caso contrário; INSTRU\_CHEFE 3 assume valor “1” se o chefe do domicílio possui nível considerado “nível médio”<sup>21</sup> e “0” caso contrário; INSTRU\_CHEFE 4 assume valor “1” se o chefe do domicílio possui nível considerado “ensino superior”<sup>22</sup> e “0” caso contrário, omitida para evitar multicolinearidade perfeita.

A Tabela 3 apresenta os efeitos marginais e os testes da equação proposta para o modelo *Logit* para os domicílios que exibem frequência de consumo de combustível e posse de veículo.

A maior parte das variáveis apresenta coeficientes estimados significativos ao nível de 1%, exceto para a binária relacionada ao ano de aquisição do veículo, 2003, (ANO 2003), cujo coeficiente estimado exibe significância ao nível de 10% e, ainda, a variável despesa com combustível, na forma logarítmica, LN\_DCOM, cujo coeficiente estimado é não significativo. Análise do ajuste do modelo, considerando os acertos previstos para valores acima da média da variável dependente, demonstra que o mesmo explica cerca de 65% do problema, ou da probabilidade de escolha do etanol e da gasolina, sendo os percentuais de acertos de 58% e 59%, respectivamente.

---

<sup>20</sup> Pré-Escolar, Classe de Alfabetização de crianças, Alfabetização de adultos, Ensino fundamental ou primeiro grau regular seriado, Ensino fundamental ou primeiro grau regular não seriado e Supletivo (Ensino fundamental ou primeiro grau).

<sup>21</sup> Ensino médio ou segundo grau regular seriado, Ensino médio ou segundo grau regular não seriado, Supletivo (Ensino médio ou segundo grau), Tecnologia e Pré-Vestibular.

<sup>22</sup> Superior - graduado completo, Superior - graduado incompleto, Especialização superior e Mestrado ou doutorado.



A seguir, tem-se a análise, de maneira distinta e concisa, dos resultados obtidos para os efeitos marginais estimados.

Tabela 3

Efeitos marginais da regressão *Logit* do modelo base final.

VARIÁVEIS	NATUREZA DA FREQUÊNCIA DE CONSUMO	
	Etanol	
Constante	-3,6443	(-3,82)*
LN_RENDA	-0,0158	(-4,98)*
LN_PE	-0,6741	(-16,94)*
LN_PG	0,5771	(9,57)*
ANO 90	-0,0195	(-2,56)*
ANO 2000	-0,0247	(-2,84)*
ANO 2003	-0,0180	(-2,09)**
IP_VC	-0,0000751	(-4,70)*
REGIÃO SUDESTE	0,0191	(-2,94)*
LN_DCOM	-0,0031	(-0,99)***
INSTRU_CHEFE 1	0,0670	(2,63)*
INSTRU_CHEFE 2	0,0319	(4,28)*
INSTRU_CHEFE 3	0,0385	(4,32)*

NOTA: Os testes Z estão entre parênteses abaixo dos efeitos marginais. \* Denota significância ao nível de 1%. \*\* Denota significância ao nível de 10%. \*\*\* Denota não significância ao nível de 10%. Total de observações: 7.606.

### Renda na forma logarítmica – LN\_RENDA

O modelo ajustado indica que a probabilidade de consumo do etanol tende a ser maior para domicílios com menores rendas - efeito marginal negativo da renda sobre a probabilidade de consumo do etanol.

### Preço médio do etanol na forma logarítmica – LN\_PE

### Preço médio da gasolina na forma logarítmica – LN\_PG

Dentre as variáveis contínuas que apresentam coeficientes estimados positivos significativos, o preço da gasolina é a que exibe maior valor. Situação inversa ocorre em relação ao coeficiente estimado para o preço do eta-

nol. De acordo com o modelo, alterações no preço da gasolina e do etanol possuem grande relevância na probabilidade de consumo do etanol. Os resultados encontrados para essas variáveis, quando analisados de forma distinta, mostram que aumento do preço da gasolina torna o etanol uma opção de consumo mais interessante que a gasolina. E, como previsto, há relação inversa entre o preço médio do etanol e sua probabilidade de consumo. Aumento do preço desse combustível implica redução da preferência pelos consumidores. Logo, a razão entre os efeitos marginais desses preços, com demais variáveis fixas, mostra um efeito marginal líquido negativo na probabilidade de escolha do etanol (a taxa marginal de substituição entre o preço do etanol e o da gasolina é negativa). O consumidor considera o preço do etanol menos oneroso, cerca de 1,17 vezes, do que o preço da gasolina. Deste modo, o ajuste base final sugere que o consumidor estaria disposto a reduzir em cerca de R\$1,17 o preço da gasolina para aumentar em R\$1,00 o preço do etanol.

### **Ano de aquisição - ANO 1990, ANO 2000 e ANO 2003**

Com respeito às variáveis que consideram o período de aquisição, para os três casos considerados, os coeficientes apresentam sinais negativos. Logo, essas características reduzem a probabilidade, entretanto, a relacionada ao ano de 2003 causa menor redução nessa probabilidade do que nos demais casos analisados.

### **Razão entre despesa com IPVA e quantidade de veículos possuída – IP\_VC**

Esta variável apresenta efeito marginal negativo. Deste modo, pode-se esperar que um aumento da despesa com impostos leve a uma redução da probabilidade de consumo do etanol. A análise e comparação de algumas características entre os consumidores que optam pela gasolina e pelo etanol mostram que os consumidores que escolhem o etanol, de modo geral, possuem menor renda, veículos com menor valor e, logo, menor despesa com IPVA. No entanto, há certa fragilidade nessa interpretação, pois é delicado afirmar qual a real contribuição dessa característica para o modelo. Isto se deve ao fato de que esta variável pode estar indicando diferentes aspectos dos consumidores, como, por exemplo, riqueza, pois a despesa com esse imposto representa um percentual do valor do veículo. Além disso, sabe-se que na cultura brasileira há certos valores, costumes e hábitos, relacionados ao poder que a posse de determinados veículos representa para alguns indivíduos, consumidores.

## Binárias regionais – REGIÃO SUDESTE

A ideia original era descrever a probabilidade de consumo do etanol considerando a preferência dos consumidores de maneira diferenciada para as regiões brasileiras. Entretanto, isto não foi possível. Como os preços foram disponíveis por estado, quando tentamos controlar os ajustes por outras regiões, há problema de colinearidade. Isto infla a variância e prejudica a significância dos coeficientes estimados. Neste sentido, os ajustes preliminares mostraram relevância da presença apenas da região Sudeste, que possui maior proporção de veículos movidos a etanol, e efeito marginal positivo.

### Nível educacional do chefe do domicílio - INSTRU\_CHEFE 1, 2 E 3

Em relação ao nível educacional base (INSTRU\_CHEFE 4), que representa os chefes de domicílio com ensino superior e pós-graduação, os outros níveis analisados apresentam efeitos marginais positivos na probabilidade. Esses efeitos apresentam sinais positivos similares e próximos. No entanto, a classe que representa os consumidores considerados como “sem instrução” é a que exibe maior efeito marginal sobre a probabilidade (0,07), seguida pela classe “nível médio” (0,04) e “nível fundamental” (0,03). Logo, consumidores com menor nível de instrução são mais propensos ao consumo do etanol.

## 4.2 Comportamento real e simulações para orientar a seleção de políticas públicas – Brasil e região Sudeste

A seguir são apresentadas as probabilidades médias<sup>23</sup> observadas para a frequência de consumo do etanol e as probabilidades médias esperadas com a presença de alterações nas variáveis contínuas de mercado, preço do etanol preço da gasolina. A ideia foi observar o impacto de intervenções dessas variáveis na probabilidade média de consumo do etanol. Para isso, empregou-se os coeficientes estimados no modelo *Logit* ajustado

<sup>23</sup> A probabilidade média foi estimada por meio da equação:

$$\bar{P}_i = \sum_n w_n P_{in}$$

onde  $w_n$  é o peso da amostra associado ao indivíduo  $n$ . A soma representa todos os indivíduos da amostra. Como a amostra é aleatória,  $w_n$  é igual para todos os indivíduos e igual a  $1/N$ ,  $N$  é o tamanho da amostra.

e os valores individuais das variáveis explicativas, simulando alterações apenas nos valores individuais das variáveis de interesse.

Os resultados são exibidos para Brasil e região Sudeste. Assim, pode-se verificar as probabilidades médias reais e as probabilidades médias para as seguintes alterações: aumento e redução de 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50% no preço médio ao consumidor do etanol e da gasolina<sup>24</sup>.

A probabilidade média real de consumo do etanol estimada é de 0,0840, ou 8,4% para Brasil. Como conjeturado, aumento do preço do etanol reduz sua probabilidade de consumo. As alterações dessa variável, na forma logarítmica, indicam que um aumento de 5% implica em reduzir em cerca de 1,11% a probabilidade de consumo do etanol, e 6,30% para aumento de 50% (Figura 1). Observa-se maior variação do efeito dessa redução para aumentos entre 05 e 20%, que causariam reduções em torno de 1,11% e 3,64%, respectivamente. Isto mostra a alta sensibilidade dos consumidores em relação ao preço.

Reduções no preço do etanol causam modificações mais acentuadas na preferência, em relação às verificadas anteriormente. Neste sentido, tem-se que uma redução de 5% no preço do etanol origina um acréscimo de cerca de 11% na probabilidade, para redução de 50% nesse preço o aumento está em torno de 38%. De modo semelhante ao impacto de aumentos nesse preço, em que é possível verificar maiores efeitos em determinados níveis de alteração, neste caso, os acréscimos na probabilidade, em virtude de reduções do preço, apresentam maiores efeitos para alterações entre 5 e 20%, acima deste valor os alcances entre os intervalos de variação considerados são similares (Figura 2).

Os resultados encontrados para variações, semelhantes às apresentadas acima, no preço da gasolina produzem maiores alcances na preferência pelo etanol, especialmente em relação aos maiores intervalos de variação. Deste modo, nota-se que um acréscimo de 5% no preço da gasolina origina um aumento de 3% na probabilidade de consumo do etanol. Para aumento de 50% nesse preço o acréscimo estaria em torno de 70%. Estes acréscimos na probabilidade são constantes e crescentes para os aumentos do preço entre 05 e 30%. Acima de 30% de aumento no preço há uma redução do efeito na probabilidade, ou seja, observa-se que os impactos ficam decrescentes entre os intervalos de variação (Figura 2).

Redução no preço da gasolina exhibe maior alcance na redução da probabilidade de consumo do etanol, em relação a aumentos do preço deste combustível. Nota-se efeitos decrescentes para essa alteração entre os

---

<sup>24</sup> É importante evidenciar que os preços foram inseridos por estado e referem-se ao preço médio obtido a partir de uma série de preços, mensal ao consumidor produzida pela ANP, que tem início em julho de 2001 e final em agosto de 2005.

intervalos de variação do preço. Logo, quanto maior o percentual de mudança no preço menor é o efeito observado entre os intervalos considerados. Além disso, observa-se que para reduções em torno de 35% no preço da gasolina tem-se valores estimados próximos a zero para a probabilidade de consumo do etanol (Figura 1).

Figura 1

Alteração na probabilidade média de consumo do etanol após diferentes reduções percentuais no preço médio da gasolina e aumentos no preço médio do etanol, para Brasil e região Sudeste

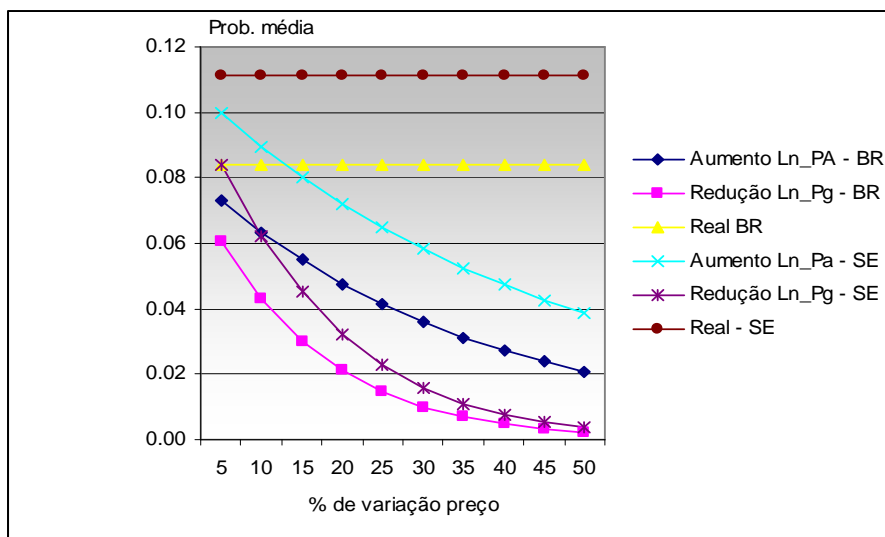
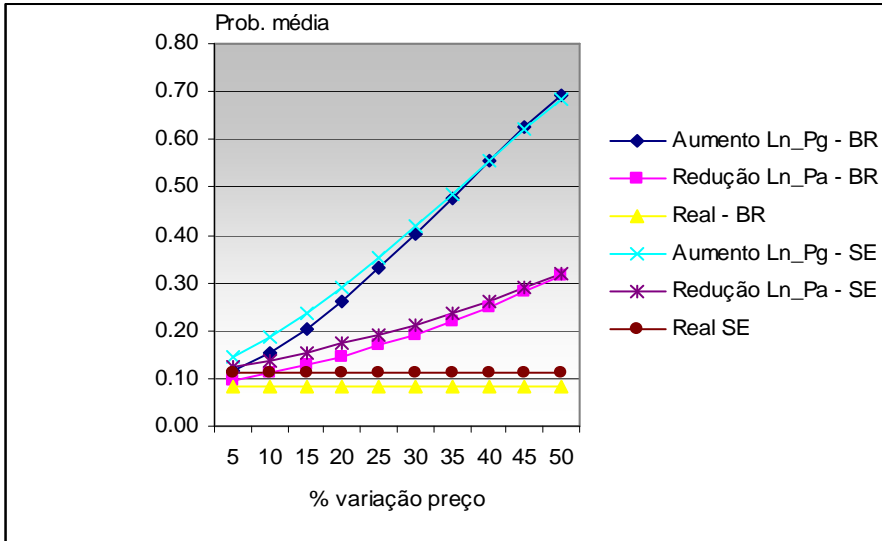


Figura 2

Alteração na probabilidade média de consumo do etanol após diferentes aumentos percentuais no preço médio da gasolina e reduções no preço médio do etanol, para Brasil e região Sudeste



Observa-se que para situações em que há aumento da probabilidade as dimensões das probabilidades simuladas sofrem mudanças mais expressivas segundo os intervalos de variação percentuais considerados. Assim, para aumentos no preço da gasolina, tem-se efeitos maiores no aumento da probabilidade para variações dos preços entre 5 e 30%, ou seja, taxas crescentes, e taxas decrescentes para alterações acima desse valor. No entanto, para reduções no preço do etanol nota-se que a probabilidade aumenta a taxas crescentes para os intervalos de variação analisados. Estas condições são observadas para os resultados encontrados para Brasil e região Sudeste. Além disso, tem-se, de modo geral, que para os intervalos de variações considerados aumentos no preço da gasolina implicam aumentos em torno de três vezes maiores na probabilidade de consumo do etanol em relação a reduções no preço do etanol.

Examinando o impacto das variações de maneira diferenciada para Brasil e região Sudeste, os valores estimados mostram que as mudanças apresentam maiores alcances na região Sudeste. E que variações do preço da gasolina causam maiores alterações nas probabilidades simuladas, tanto para aumento como para redução.

## 5 Conclusão

Os dados exibem baixa preferência pelo etanol no Brasil, abaixo de 10% do total da amostra. Dentre as regiões, a Nordeste é a que possui maior participação no percentual de escolha em relação à gasolina, e a Sudeste em relação ao etanol.

O modelo ajustado indica que a probabilidade de consumo do etanol tende a ser maior para domicílios com menores rendas. Esse resultado condiz com os apresentados por Ramanathan (1999), Kayser (2000) e Assis & Lopes (1980). Trabalhos recentes da literatura brasileira, que consideram a tecnologia *flexfuel*, também mostram que a demanda por etanol é mais elástica em estados mais pobres (Orelano *et al.*, 2013; Cardoso e Bittencourt, 2013).

Além da baixa preferência pelo etanol, os resultados mostram que a razão entre os efeitos marginais dos preços do etanol e da gasolina, com demais variáveis fixas, exhibe um efeito marginal líquido negativo da probabilidade de escolha do etanol, ou taxa marginal de substituição negativa.

Em relação às probabilidades reais estimadas, a região Sudeste apresenta efeitos superiores aos alcançados para Brasil, aproximadamente 1,3 vezes maior. Os resultados encontrados em relação a acréscimos no preço do etanol mostram, de maneira similar à verificada para Brasil, maior sensibilidade da redução da probabilidade para acréscimos entre os intervalos de variação de 05 e 20%.

Assim, a principal contribuição desse trabalho foi verificar que variações no preço da gasolina de forma a aumentar o preço desse combustível causam maior diferença entre a probabilidade real e a simulada, aumento, do que reduções no preço do etanol. Resultado análogo foi encontrado por Farina *et al.* (2010) e de Randow *et al.* (2010), cujos trabalhos demonstraram que variações na demanda do etanol são mais sensíveis a mudanças no preço da gasolina (seu substituto) do que alterações no seu próprio preço (elasticidade cruzada). Para a região Sudeste, o impacto na probabilidade em virtude de aumentos no preço da gasolina é três vezes maior do que os verificados em consequência de reduções no preço do etanol.

Isso indica que programas políticos que promovam maior eficiência, autonomia, da gasolina ou que onerem seu preço possuem maior probabilidade de reduzir seu consumo do que programas que incentivem o consumo de combustíveis alternativos.

Considerando a limitação dos dados utilizados no presente trabalho em relação a não contemplação do comportamento dos consumidores pós tecnologia *flexfuel*, torna-se indispensável desenvolver novos estudos replican-

do o método desta pesquisa, com dados que englobem o período a partir de agosto de 2006.

## Referências

ASSIS, A.N.; LOPES, LBR. (1980) A ineficiência da política de preços para conter o consumo de derivados de petróleo, **Revista Brasileira de Economia**, 34 (3), pp. 417-428.

AGENCIA NACIONAL DE PETROLEO, GÁS NATURAL E BIOCUMBUSTÍVEIS — ANP. (2015): Sistema de Levantamento de Preços. Disponível em:

<[http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo\\_Semanal\\_Index.asp](http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Semanal_Index.asp)>. Acesso em: 23 maio 2015.

BEM-AKIVA, M.; LERMAN, S. (1987): **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge: MIT Press.

BOYD, J.H.; MELLMAN, R.E. (1980): The effect of fuel economy standards in the U.S. auto market: an hedonic demand analysis, **Transportation Research-A**, 14 (4-5), pp.367-378.

CARDELL, N.S.; DUNBAR, F.C. (1980): Measuring the societal impact of automobile downsizing, **Transportation Research-A**, 14, pp.423-434.

CARDOSO, L.C.B.; BITTENCOURT, M.V.L. (2013): Mensuração das Elasticidade-preço da Demanda, Cruzada e Renda no Mercado de Etanol Brasileiro: um estudo usando painéis cointegrados, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 51 (4), pp. 765-784.

DAHL, C.A.; STERNER, T. (1991): Analysing gasoline demand elasticities: a survey, **Energy Economics**, 13 (3), pp.203-310.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. (2013). **Avaliação do Comportamento dos Usuários de veículos Flex Fuel no Consumo de combustíveis no Brasil**. Disponível em:

<[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2013.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2015.

FARINA, E., VIEGAS, C., LACERDA, P., GARCIA, C. (2010) Mercado e Concorrência do Etanol, em S.O. Sousa, E.L.de, Macedo, I. de C. (ed.): **Etanol e Bioeletricidade: A cana de açúcar no futuro da matriz energética**, pp. 226-311. Sao Paulo: Editora LUC.



GREENE, W. (1997) **Econometric analysis**, 3.ed. New Jersey: Prentice Hall.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE (2004) **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003**: primeiros resultados: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Índices de Preços.

ENGLAND. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE — IPCC (2001) **Climate Change 2001**: the scientific basis. Cambridge University Press.

KAYSER, H.A. (2000) Gasoline demand and car choice: estimate gasoline demand using household information, **Energy Economics**, 22 (3), pP.331-348.

ORELLANO, V.F.; SOUZA, A.D.N.; AZEVEDO, P.F. (2013) Elasticidade-preço da Demanda por Etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 51 (4), pp. 699-718.

MADDALA, G. (1983). **Limited dependent and qualitative variables in econometrics**. Cambridge: Cambridge University Press.

MORAES, M. A. F. D. de. (2000). **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. Americana, SP: Caminho Editorial.

RAMANATHAN, R. (1999). Short and long-run elasticities of gasoline demand in Índia: an empirical analysis using cointegration techniques, *Energy Economics*, 21 (1), pp.321-330.

RANDOW, B.M.V., FONTES, R.M.O., CARMINATI, J.G. de O. (2010). Estimativas das elasticidades-preço e renda da demanda por álcool combustível no Brasil, 48º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.

SORDI, J.C. (1997). **Os efeitos dos custos de transporte na liberação dos preços**: o caso do álcool hidratado no Brasil. Maringá, Universidade Estadual de Maringá.

STORCHMANN, KARL. (2005). Long-run gasoline demand for passenger cars: the role of income distribution, **Energy Economics**, 27, pp. 25-58.

TRAIN, K. (1986). **Qualitative choice analysis**. Cambridge, MA.: The MIT Press.

VAN WISSEN, L.; GOLOB, T. (1992). A dynamic model of car fuel-type choice and mobility, **Transportation Research-B**, 26, pp.77-96.

VIEIRA, J.R. (1999). **Reestruturação do Proálcool e continuidade da produção de álcool combustível no Brasil**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.