

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E
CONTÁBEIS – ICEAC
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

NIELE SOARES AYRES

**ANÁLISE DAS ELASTICIDADES DE DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS NO RIO
GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2004-2014**

**Rio Grande
2017**

NIELE SOARES AYRES

**ANÁLISE DAS ELASTICIDADES DE DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS NO RIO
GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2004-2014**

**Monografia apresentada como requisito para a
obtenção do título de Bacharel, pelo Curso de
Ciências Econômicas da Universidade Federal
de Rio Grande - FURG.**

Orientador: Prof.º Dr. Cassius Oliveira

Assinatura do orientador

**Rio Grande
2017**

NIELE SOARES AYRES

**ANÁLISE DAS ELASTICIDADES DE DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS NO RIO
GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2004-2014**

Monografia apresentada como requisito para a
obtenção do título de Bacharel, pelo Curso de
Ciências Econômicas da Universidade Federal
de Rio Grande - FURG.

Aprovado (a) em:

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Cassius Oliveira – Orientador – Universidade Federal do Rio Grande

Membro da Banca

Membro da Banca

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estimar elasticidades, preço e renda da demanda para os diversos tipos de combustíveis utilizados, numa amostra de municípios do RS, sendo essa composta por 41 municípios. Além de estabelecer a elasticidade cruzada entre gasolina e álcool, analisar a elasticidade cruzada entre a gasolina e o diesel. Utilizar-se-á, para este estudo, o método de dados em painel estimados por modelos de efeitos fixos, as bases de dados usadas foram obtidas nos sites da Agência de Gás Natural e B combustíveis (ANP), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e da Fundação de Economia e Estatística (FEE). As séries usadas foram o preço e o consumo de combustíveis (gasolina comum, álcool hidratado e óleo diesel), além dessas series utilizou-se também o PIB per capita de cada município, ICMS dos mesmos e a frota de veículos que foi definida com base no tipo de combustível utilizado pelos veículos automotores. As series utilizadas foram temporais anuais, que compreendem o período de 2004 a 2014. Os resultados encontrados no consumo de gasolina foram que o preço da gasolina teve um impacto negativo significativo no consumo da gasolina, pois, segundo os dados, o aumento de 1% no preço da gasolina fez o consumo cair em 4,23%. No consumo de etanol verificou-se que preço do álcool, da gasolina e a frota de veículos influenciaram negativamente no consumo de álcool, uma vez que um aumento de 1% no preço do álcool, gasolina e frota de veículos representa uma queda de 2,28%, 4,36% e 0,10% respectivamente no consumo de álcool. Constatou-se no consumo de diesel que o preço do álcool e da frota de diesel, foram significativas ($p < 0,005$) no consumo de diesel, sendo que o aumento de 1% no preço do álcool e na frota do diesel aumentam em 0,65% e 0,026% respectivamente o consumo de diesel.

Palavras – Chaves: Demanda por Combustíveis, Rio Grande do Sul e elasticidades.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Descrição e fonte das variáveis.....	42
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no trabalho	43
Tabela 2 - Resultados Para o Consumo de Gasolina: Modelo Efeito Fixo	44
Tabela 3 - Resultados para o consumo de álcool: Modelo fixo	46
Tabela 4 - Resultados para o consumo de diesel: modelo fixo	47
Tabela 5 - Regressão álcool modelo agrupado	55
Tabela 6 - Regressão Gasolina Modelo Efeito Aleatório	55
Tabela 7 - Regressão gasolina modelo agrupado	56
Tabela 8 - Regressão álcool modelo aleatório	56
Tabela 9 - Regressão diesel modelo agrupado	57
Tabela 10 - Regressão diesel modelo efeito aleatório	57
Tabela 11 - Testes econométricos dos modelos estimados	58
Tabela 12 - Amostra dos 41 municípios	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz Modal Gaúcha (em bilhões de t.km/ano).....	20
Figura 2 - Vendas de Óleo Diesel pelas Distribuidoras em Regiões e Estados Selecionados, no Período de 2000 a 2012.....	22
Figura 3 - Balanço Energético das Refinarias de Petróleo do RS	23
Figura 4 - Produção de Etanol Etílico Anidro e Hidratado em Estados Selecionados.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	PADRÕES DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E PANORAMA DA ECONOMIA GAÚCHA	11
2.1	MODAIS DE TRANSPORTE	11
2.2	CONSUMO ENERGÉTICO POR MODAIS: NOÇÕES INTRODUTÓRIAS..	15
2.3	MODAIS: USO E INTENSIDADE.....	15
2.4	COMBUSTÍVEIS MAIS UTILIZADOS NOS MODAIS	16
2.5	ECONOMIA GAÚCHA: DESENVOLVIMENTO E TRANSPORTES	17
2.6	OS MODAIS E SUA PARTICIPAÇÃO NA ECONOMIA ESTADUAL	18
2.7	CONSUMO DIRETO DE TIPOS DE COMBUSTÍVEIS NO RIO GRANDE DO SUL: ÓLEO DIESEL, GASOLINA E ETANOL.....	21
3	REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ELASTICIDADE E COMPORTAMENTO DA DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS	25
3.1	REVISÃO EMPÍRICA SOBRE ELASTICIDADES DA DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS	26
4	DADOS E METODOLOGIA	33
4.1	BASE DE DADOS.....	33
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE MODELOS DE DADOS EM PAINEL	33
4.2.1	MODELO DE REGRESSÃO SIMPLES.....	37
4.2.2	MODELOS DE EFEITOS FIXOS.....	37
4.2.3	MODELOS DE EFEITOS ALEATÓRIOS	39
5	RESULTADOS.....	43
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE.....	55

1 INTRODUÇÃO

Também conhecido como “ouro negro”, o petróleo foi muito importante para o desenvolvimento da humanidade no século passado, e continua extremamente relevante no fornecimento atual de energia e na produção industrial em quase todos os países do mundo. O petróleo possui alto impacto na economia mundial, uma vez que, além de poder ser utilizado como fonte de energia, é também matéria prima para muitos produtos industrializados.

Dentre inúmeros produtos derivados do petróleo, podemos citar conforme, Morelli (1966), parafinas, gás natural, GLP, produtos asfálticos, nafta petroquímica, querosene, solventes, combustíveis de aviação, combustíveis (diesel e gasolina), óleos lubrificantes. O petróleo pode ser utilizado em processos industriais para fabricação de plásticos, tintas, borrachas sintéticas e uma ampla gama de produtos que possuem contribuição significativa para economia.

No entanto, há uma crescente preocupação por parte dos governos com relação ao seu uso em larga escala, uma vez que suas reservas são finitas e sua utilização causa sérios impactos ambientais, como perda de biodiversidade, aquecimento global, destruição da camada de ozônio e a chuva ácida que prejudica a agricultura. Segundo Suslick (2002), aconteceram no Brasil dois acidentes graves em oleodutos da Petrobrás, que ocorreu no ano de 2000 e, por consequência, causaram enormes vazamentos na Baía de Guanabara e no Paraná. Nesse contexto, diversas soluções energéticas são propostas para atenuar o impacto do uso do petróleo ao meio ambiente que tiveram fortes influências nos parâmetros da demanda de combustíveis.

A grande necessidade de diminuir a dependência em relação ao petróleo devido aos seus preços em constante elevação, a preocupação com o meio ambiente (protocolo de kyoto) e a crescente demanda por carros flex tem colocado o etanol - uma energia totalmente renovável - em papel de destaque, como fonte alternativa de energia (OLIVEIRA et. al.2008,p.32).

Com a ocorrência da crise do petróleo na década de 1970, os países importadores do insumo passaram a correr risco de desabastecimento energético, o que elevou significativamente o custo de importações de petróleo, reacendendo o interesse mundial por fontes alternativas de energia e levando vários países a buscarem soluções mais adequadas. Fazendo com que se tornassem menos vulneráveis aos choques do petróleo, considerando as peculiaridades nacionais.

Passou-se, então, a se incentivar a produção e o uso de etanol. Com isso, o álcool passou a desempenhar papel estratégico na economia brasileira e, diante do sucesso da iniciativa, deixou de ser encarado apenas como resposta a uma crise temporária, mas como solução permanente.

Com o aumento das preocupações ambientais, o etanol reúne vantagens significativas em relação aos combustíveis fósseis, em especial à gasolina, nos três pilares que compõem o desenvolvimento sustentável, ou seja: ambiental, social e econômico. (STRAPASSON; JOB, 2006, p. 52)

O álcool surge como combustível verde nos anos 1990, quando o Brasil importa a tecnologia do carro bicombustível (*flexfuel*), desenvolvido nos EUA como demanda ambiental. Os primeiros veículos com motor *flex* do Brasil começam a ser vendidos em 2003, o que permitiu uma mudança na estrutura do mercado nos veículos leves, devido a possibilidade de utilização de gasolina, álcool ou os dois combustíveis misturados. Os veículos *flexfuéis* já representam mais de 80% das vendas de veículos leves, deixando o consumidor mais protegido contra mudanças de preços (JANK, 2006).

Mais especificamente no Brasil, o mercado de produção de petróleo é monopolizado pelo governo e existem indícios de coalizão tácita (cartel) entre os postos em diversos municípios, fatos estes que contribuem para o funcionamento não adequado desse mercado. O mercado de etanol e biodiesel são, de certa forma, concorrenciais, mas a adoção destes como mistura nos outros combustíveis controlados complica ainda mais o entendimento da formação de preços no setor. Porém, o padrão do consumo de combustíveis se modifica regionalmente em razão de características produtivas, e utilização dos modais de transporte.

O Estado do RS, que possui uma economia diversificada, é extremamente dependente do modal rodoviário. Segundo Gonçalves et al. (2016),

em torno de 85% do transporte de cargas e de passageiros é realizado por rodovia. Cabe mencionar que o referido modal é intensivo em combustíveis.

Sendo o estado composto por 497 municípios, vamos analisar uma amostra de 41 municípios, em função da disponibilidade de dados contido na fonte de pesquisa. Contendo quantidade considerável de postos de abastecimento, que fornecem uma gama diversa de tipos de combustíveis. Portanto, diante da variedade de combustíveis fornecidos nos municípios, buscase entender o funcionamento desse mercado. Nesse contexto, tem-se o seguinte questionamento: Qual a sensibilidade dos consumidores aos diversos tipos de combustíveis, relacionando os mesmos ao seu nível renda, aos próprios preços e com o valor dos demais tipos de combustíveis? Como a idéia do trabalho é medir a sensibilidade dos consumidores aos diversos tipos de combustíveis, será usada a teoria das elasticidades, nas suas formas, preço, renda e cruzada.

A pesquisa será realizada no âmbito do Rio Grande do Sul, com uma amostra de 41 cidades, com base em dados relativos ao período de 2004 – 2014. A hipótese do trabalho é que os diversos tipos de combustíveis têm um comportamento diferente com relação à sensibilidade dos consumidores, dado alterações nos respectivos preços, renda e no preço dos outros combustíveis. Talvez, em muitos casos, isso ocorra devido à combinação dos seguintes fatores: i) diversas configurações dos veículos de passeio disponíveis no Brasil; ii) transporte rodoviário de mercadorias e de passageiros ser atendido, basicamente, por veículos movidos a diesel; iii) renda média disponível; iv) dos preços dos combustíveis; v) pela preocupação dos consumidores com questões ambientais.

Para tanto, o trabalho se divide em quatro capítulos distintos e intercalados entre si, procurando situar o tema e o problema de pesquisa. Além da introdução, o próximo capítulo apresentará padrões de consumo de combustíveis e panorama da economia gaúcha. Na continuidade, o segundo capítulo abordará uma revisão de literatura, contendo trabalhos empíricos que analisaram o mercado de combustíveis no Brasil. Logo após, mostrar-se-á a metodologia que se usufruirá, mostrando os resultados obtidos na pesquisa.

2 PADRÕES DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E PANORAMA DA ECONOMIA GAÚCHA

Apresentamos neste capítulo um panorama da economia gaúcha, com foco no seu setor de infraestrutura e logística, o papel de cada um dos modais no escoamento da produção econômica, suas vantagens e desvantagens, o consumo energético de cada modal e, por fim, os tipos de combustíveis mais utilizados no Rio Grande do Sul e sua presença na economia regional.

2.1 MODAIS DE TRANSPORTE

Neste item, far-se-á um breve panorama didático a respeito da infraestrutura de transportes do Rio Grande do Sul, levando em consideração uma análise realizada por modais, notadamente o rodoviário, hidroviário e ferroviário, os mais prevalentes em nosso estado. Neste sentido é que consideramos as características, as vantagens e as desvantagens de cada um dos modais presentes no RS, evidenciando suas particularidades em cada caso.

Iniciamos nossa análise pelo modal rodoviário que, conforme o plano Brasil de infraestrutura e logística (2009), é caracterizado por certa simplicidade em sua dinâmica de funcionamento, sobre tudo se o compararmos a outros modais de transportes existentes. Este tipo de transporte é indicado para curtas e médias distâncias, assim como para o transporte de cargas de maior valor agregado, sendo extremamente vantajosa a pouca necessidade de manuseio de cargas, uma vez que os carregamentos podem ser efetuados de um ponto a outro de forma direta com baixa exigência, por exemplo, no tipo de revestimento de embalagens. Mas quanto as suas desvantagens, podemos citar os carregamentos de baixa capacidade, o alto custo para a manutenção da frota, dado o conjunto dos problemas das rodovias e alta incidência dos roubos de cargas.

O meio de transporte rodoviário ocupa a liderança entre os modais de transporte do território nacional, participando de uma taxa de 61,1% no transporte

de cargas e 90% no de passageiros, conforme dados extraídos da Confederação nacional dos Transportes (2014). Na última década, esse meio de transporte desempenhou uma importante função no desenvolvimento do país, possibilitando o incremento socioeconômico e ganhos relacionados a locomoção de mercadorias e pessoas.

Mesmo liderando o ranking brasileiro, este modal apresenta inúmeras dificuldades, a exemplo do baixo investimento na malha rodoviária. Sabemos que as condições materiais das estradas prejudicam o tráfego de veículos, observando-se os quesitos de conforto e segurança para os consultores, apresenta-se alta incidência de acidentes e outros problemas relacionados ao transporte de carga e também de passageiros. Pode-se afirmar que esta situação das rodovias brasileiras eleva o custo de nossos produtos derivados do frete e manutenção dos veículos de transportes, revelando uma situação desfavorável à lógica da competitividade da economia.

É interessante sabermos que o meio de transporte rodoviário no Rio Grande do Sul é o maior segmento transportador, com participação aferida em 85,5% do volume total das cargas em nosso Estado, em conformidade com dados extraídos da CEPLAG - RS (2013). O nosso Estado, da mesma forma, apresenta gargalos no que se refere à infraestrutura das rodovias que o compõem, dentre eles a ausência de pavimentação em parte de sua malha, o baixo número de estradas duplicadas, dificuldade de interligação entre rodovias e hidrovias, dentre outros fatores.

A malha do RS tem aproximadamente 155 mil km, com 6.224, 44 mil km sob jurisdição federal, 11.721, 43 mil km sob jurisdição estadual e 137.255,00 mil km municipal. Desse total, apenas 14.790, 00 mil km (9%) são pavimentadas a maior parte de competência federal 5.435, 85 mil km. Por outro lado, não são pavimentados 140.410,8 mil km a maior parte sob jurisdição estadual 3.066,28 mil km e municipal 136.556, 00 mil km. O mapa baixo demonstra as principais rodovias do Rio Grande do Sul (GONÇALVES et al.2016, p.11).

Por fim, mencionamos a falta ou os baixos investimentos na estrada do Rio Grande do Sul, principalmente nas rodovias municipais e estaduais, e no que se refere aos aspectos pavimentação e duplicação de vias.

O modal hidroviário é aquele de caráter aquaviário, efetuado em hidrovias

de interior, consistindo no transporte tanto de mercadorias quanto de pessoas, e revela grandes vantagens como a ampla capacidade de carga, reduzido consumo de combustível e ínfimo índice de acidentes. Este é um tipo de transporte utilizado para amplas distâncias e compreende considerável volume de mercadorias. Enquanto a desvantagem desse modal, citamos a dependência de outros modais, mormente o rodoviário através no sistema de integração.

O Brasil apresenta uma das maiores redes hidrográficas do mundo com quase 42 mil, ou seja, 50,3%. Conforme dados da CNT (2013) o sistema aquaviário representa quilômetros de vias navegáveis existentes, menos de 20,957 mil quilômetros são economicamente aproveitados 7% do volume de cargas do Brasil e desses apenas 1% é transportado por hidrovias. Percebe-se o desperdício de todo esse potencial hidrográfico, gerado por carência de investimentos, entraves regulatórios e institucionais e falta de conhecimento técnico sobre as especificidades do transporte hidroviário. (GONÇALVES et al.2016, p.15).

Nesse sentido, um transporte hidroviário dotado de eficiência, conforme o Plano Brasil de Infraestrutura e Logística (2009), torna-se necessário para se possibilitar a interpenetração dos modais, na direção de propiciar harmonia no sistema de transporte, e também em alguns progressos logísticos e infra estruturais ao território nacional. Da mesma forma, a CNT (2013) nos informa que uma maior utilização hidroviária de cargas em nosso país traria bons ganhos a economia, já que promoveria redução considerável no valor do frete e o aumento da competitividade, sobretudo destinada à exportação, gerando aumento da produtividade, expansão da renda e criação de postos de trabalhos.

No que diz respeito ao nosso Estado, sabemos que este possuiu grande presença de transporte hidroviário, sobretudo através da denominada hidrovias do sul formada por Lagoa dos Patos e Mirim, Canal São Gonçalo e Rio Guaíba, fazendo com que o Rio Grande do Sul possua 1100 km navegáveis e dotado de acesso a cinco portos, dentre eles o de Rio Grande (ANTAQ, 2011). Neste contexto, o sistema hidroviário do RS possui importância estratégica pelo seu potencial navegável e pelo reduzido valor do seu frete se comparado a outros meios.

Apesar deste tipo de transporte ter apresentado uma evolução considerável no nosso estado na última década, ainda existem possibilidades poucas exploradas, já que ele revela grande capacidade de cargas e baixo consumo de

combustível, possuindo vantagens a frente de outros meios de transporte. Este modal, no entanto, considerando que o nosso estado é carente de vias navegáveis, limitações em relação à calado e dificuldade de integração de outros modais, dentre outros problemas.

No que tange ao modal ferroviário, consideramos que o mesmo é recomendado para viagens de longa distância e compreende um grande volume de carga. Por isso, entre suas vantagens situamos o baixo consumo por unidade transportada e menor incidência de furtos e roubos, como no meio de transporte rodoviário. Entretanto, suas desvantagens são trajetos poucos flexíveis e viagens mais vagarosas. Da mesma forma, existe alto custo de investimento e manutenção desse sistema. Conforme Silveira (2003) apud Gonçalves (2016, p.13):

[...] as estradas de ferro, iniciadas no Rio Grande do Sul a partir da segunda metade do século XIX refletem a necessidade de atender às atividades econômicas, políticas e estratégicas das diversas regiões gaúchas. Portanto, a junção, por ferrovia, de Porto Alegre ao porto de Rio Grande, passando pela Campanha, demonstrava a necessidade de favorecer, primeiramente, os capitais pastoris dos campos (Bagé, Santana do Livramento, Pelotas e outros). A partir disso, o Estado passou a integrar-se ao restante do país por via férrea e cabotagem, sendo Porto Alegre uma área geograficamente estratégica, considerada o nó da rede de transporte estadual para o escoamento da produção das serras e encostas, do planalto e da Campanha. (SILVEIRA APUD GONÇALVES, 2016, p. 13)

Atualmente, a rede ferroviária do nosso estado possui grande importância no extremo sul do país, contribuindo com 8,8% no total de cargas transportadas do RS. Constituinte o chamado corredor do Rio Grande, iniciando em Cruz Alta e chegando até Cacequi e Santa Maria. Consideramos que o trajeto se estende até o porto de Rio Grande, computando 778,8 km de extensão, sob responsabilidade da América Latina Logística (ALL).

Este modal também efetua o transporte de passageiros no RS, mormente na região metropolitana de Porto Alegre, mas o mesmo poderia ser mais bem difundido em viagens entre cidades, sobretudo para viagens de curta duração, para aliviar o transporte rodoviário.

Assim, vimos que o modal ferroviário conquistou território do nosso Estado nas últimas décadas, mas existe uma insuficiência no nível de investimento no

mesmo e em sua integração mais intensa com outros modais, como também a melhoria da integração com os portos hidroviários estaduais.

Além dos modais acima, o referido porto da cidade de Rio Grande desempenha relevante papel na integração entre diversos modais, notadamente o ferroviário e o rodoviário, o que situa essa estrutura portuária para além dos limites do município de Rio Grande, integrando-se intensamente as cadeias de fluxos de comércio internacionais. (MARTINS, 2006 p. 193).

O Super Porto de Rio Grande pretende, assim, ser um “nó” numa rede multimodal dotada de ampla capacidade de movimentação de cargas em tempo reduzido, diminuindo o tempo de espera das embarcações no porto. De acordo com Marcelo Domingues, o Porto Organizado de Rio Grande não possui o seu valor vinculado ao espaço físico que ocupa, superando sua dimensão territorial pela sua capacidade intensa de fluxos de carga de forma eficiente. (DOMINGUES, 1995 p.5).

2.2 CONSUMO ENERGÉTICO POR MODAIS: NOÇÕES INTRODUTÓRIAS

Nesta seção, mencionamos a proporção assumida de consumo de combustíveis por modais de transporte, fazendo um comparativo entre os mesmos, conforme a sua eficiência energética e logística, mormente referindo ao modal rodoviário predominante em nosso estado e país.

2.3 MODAIS: USO E INTENSIDADE

Em relação aos modais de transporte, além de suas diferenças e semelhanças, vantagens e desvantagens, é importante considerar o nível de participação energética, presente em cada um deles. Para isso, utilizamos o trabalho de Novo (2016), o qual construiu um estudo do sistema de transporte de carga do Brasil, pelo fato do mesmo apresentar alto consumo energético no nosso país.

Conforme o estudo consultado, o transporte rodoviário é responsável por 60% da carga total movimentada. Portanto, sendo o mais intensivo em utilização e o mais utilizado por sua flexibilidade e agilidade. Todavia, ele constitui o modal menos eficiente no que tange ao consumo de combustível e, além disso,

transportam mercadorias que deveriam ser repassadas a modais com maior capacidade, como o ferroviário e hidroviário. Desse modo:

A situação atual da matriz do RS – Como resultado desse processo histórico, a matriz modal do RS apresenta significativa predominância do setor rodoviário que, em t.km/ano, acumula 85,3 % das movimentações, enquanto que o ferroviário detém 8,8 % e o hidroviário, modestos 3,7 % da carga transportada. (MILANEZ, 2015, p.1).

O modal rodoviário, conforme (MILANEZ, 2015, p.2), representa o segmento mais significativo do setor de transportes, ainda mais se considerarmos que o consumo de automóveis nas vendas cresceu 21,6%, e a de ônibus 31,1%. Da mesma forma, o crescimento do número de caminhões chegou a 34,4%, traduzindo um eminente fenômeno de motorização no cenário estadual e nacional.

O modal ferroviário, por sua vez, participa com 23% na matriz, revelando-se um sistema com considerável capacidade e, como vimos, capaz de movimentar cargas altas à amplas distâncias. Tal sistema revela uma baixa intensidade energética, apesar da pouca atenção das iniciativas governamentais da atualidade. Ele é o que “vem atuando com desempenho inferior, respondendo tão somente por 8% da carga transportada contra 25% verificados no país”. (MILANEZ, 2015, p.3). Conforme o mesmo autor, infelizmente, com a vocação do RS voltada a transporte de granéis, as ferrovias acabam cedendo espaço para o modal rodoviário, o qual possui menor eficiência e é mais dispendioso em sua produtividade.

Por fim, o transporte aquaviário se mostra um sistema bastante viável, sendo formado pela navegação hidroviária e cabotagem. A hidroviária constitui a navegação interior e a cabotagem compreende o transporte costeiro entre portos. Tanto uma como outra representam meios de transporte com baixo dispêndio energético entre todos os modais, e menor impacto ao ambiente, ainda que sejam vagarosos e dotados de pouca flexibilidade.

2.4 COMBUSTÍVEIS MAIS UTILIZADOS NOS MODAIS

Quando consideramos o cenário de consumo de combustíveis por modal no Rio Grande do Sul, temos no transporte rodoviário a sua maior intensidade. Isto porque, em 2005 o transporte rodoviário representou 53,7% de óleo diesel,

28,3% de gasolina, 14,5% de etanol e 3,6% de gás natural. Sendo que o óleo diesel é consumido amplamente no transporte de caminhões, ônibus e outros de menor porte. Desta forma:

Como simplificação, assume-se que os ônibus e os comerciais leves pertencem ao transporte urbano e que os caminhões ao regional. Espera-se que os erros de tal classificação se anulem, ao menos em parte, permitindo uma razoável estimativa das emissões do transporte regional que direcionem o foco das medidas de redução. (POMPERMAYER, s/d, p.22).

Assim, a matriz de transporte de mercadorias representa 58% de participação atribuída ao modal rodoviário, emitindo mais CO² do que os modais ferroviário e aquaviário por produção por transporte. Um caminhão consome dez vezes mais combustíveis do que um trem ou um navio, representando 90% de emissão de poluentes em nossa atmosfera.

2.5 ECONOMIA GAÚCHA: DESENVOLVIMENTO E TRANSPORTES

Apesar da lavoura Sul Rio Grandense vir sofrendo um encolhimento produtivo devido ao efeito de longas estiagens, a partir do ano de 2003 mais alguns dos seus setores apresentam sinais de recuperações nos dias atuais. Exemplo disso é a lavoura de arroz de caráter irrigado, com crescimento de 34,9% em 2004, o que representa 21,2% de participação na lavoura total do Estado.

Outro segmento que apresentou crescimento, ainda que tímido, é o da pecuária, com crescimento de 0,6% em 2004. Destacam-se ainda atividades pecuárias, como criação de ovinos, lã, ovos e mel. “As atividades que apresentaram crescimento positivo foram produção de mel (8,0%), ovos (3,9%), leite (2,6%), aves (1,1%) e bovinos (0,6%)” (OLIVEIRA, 2007, p.8).

O setor industrial gaúcho, em 2004, registrou um notável crescimento em sua produtividade, situada em 6,4% de taxa real. Tal desempenho foi estimulado pelo aumento da demanda do mercado interno, e pelo crescimento do 5,7% da economia nacional no período. Em outros termos, o setor industrial cresceu “puxado” pela aceleração de 7,5% da indústria de transformação e de 5,1% pela de extrativismo mineral.

[...] a grande maioria das atividades industriais de transformação apresentou variação positiva em termos de crescimento da produção física, como nos casos de fumo (26,8%), veículos automotores (21,8%), máquinas e equipamentos (16,8%), metalurgia básica (14,6%), borracha e plástico (13,3%), mobiliário (12,1%), produtos de metal — exclusive máquinas e equipamentos (8,7%), bebidas (7,0%); edição, impressão e reprodução de gravações (5,5%). Em contrapartida, houve queda nos seguintes segmentos: refino de petróleo e álcool (-6,2%), produtos químicos (-0,6%) e alimentos (-0,3%). (OLIVEIRA, 2007, p.10).

O setor de serviços por sua vez apresentou uma taxa de crescimento real de 3,1% em 2004, sobretudo no setor de comunicações (9%), alojamento e alimentação (8,5%), atividades imobiliárias (4,2%), intermediação financeira (3,7%) e mercado de veículos (3,2%). Isso demonstra que os avanços econômicos dos setores assinalados revelam o seu potencial na economia gaúcha, o que traz a constante necessidade em infraestrutura e logística que possam situar o crescimento do PIB regional e nacional de uma forma sustentável, de modo a eliminar problemas do setor e sua ineficiência na infraestrutura.

Desse modo, no item seguinte explicitamos o consumo de combustíveis e de seus diversos tipos em quanto tendências observáveis nos municípios do Rio Grande do Sul, uma vez que a infraestrutura gaúcha, por se concentrar enormemente no transporte rodoviário (carros, motos, caminhões e ônibus), possui neste modal seu maior nível de consumo energético de combustíveis, o que influencia tanto no lado da oferta quanto no lado da demanda, eventualmente.

2.6 OS MODAIS E SUA PARTICIPAÇÃO NA ECONOMIA ESTADUAL

Os modais formam verdadeiras articulações a partir de ferrovias, portos, rodovias e aeroportos, sendo essencial para a infraestrutura e logística do estado do Rio Grande do Sul. Devido a isso, é importante manter o bom desempenho do sistema de transporte do Estado para que a economia se beneficie, já que dela dependem o emprego e a renda de milhões de trabalhadores espalhados pelo nosso território. Igualmente, o nosso Estado é estratégico porque permite acessar tantos mercados consumidores nacionais como internacionais pela sua posição

geográfica, e assim o fator transporte e logística é condição essencial para nossa competitividade econômica.

O nosso Estado se situa no extremo Sul do Brasil e na região central do MERCOSUL, ocupando posição de fronteira que, com sua rede de transportes, se articula com o interior do país e o exterior. Além da movimentação de mercadorias no RS, existem fluxos para o Brasil, Uruguai e Argentina.

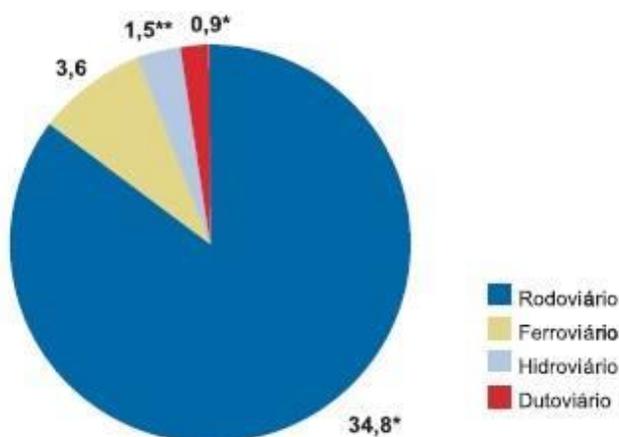
O Rio Grande do Sul também está integrado a outros estados da federação por meio de rodovias BR 116 e BR 101. Pela primeira, escoam mercadorias que passam pela região metropolitana de Porto Alegre e Região Sul do estado. Pela segunda, trafegam cargas da região serrana e do Nordeste do Estado. Estas duas rodovias possuem grande movimentação, ainda que os principais gargalos estejam presentes na BR 101, em estado constante de agravamento. Portanto:

O principal ponto de articulação terrestre do estado com o exterior está localizado no estado de Uruguaiana. Através desta cidade escoam a grande maioria do tráfego terrestre com a Argentina e o Chile e parte do tráfego terrestre para o Uruguai. Em Uruguaiana está também localizada a ligação ferroviária com a Argentina, única ligação internacional dessa modalidade que está ativa no Estado. (RIO GRANDE DO SUL, 2015, p.44)

O Rio Grande do Sul conta com um sistema de transporte de carga nas modalidades rodoviária, ferroviária, aquaviária, dutoviária e aeroviária, que interligam as regiões interiores do Estado ao maior polo econômico e produtivo do mesmo, isto é, a sua região metropolitana.

A seguir, na imagem abaixo, apresentamos o volume de carga movimentado por cada uma das modalidades de transporte do Estado do Rio Grande do Sul:

Figura 1 - Matriz Modal Gaúcha (em bilhões de t.km/ano)



Notas: Não inclui fluxos dentro de uma mesma zona de transporte

(*) Petróleo cru e derivados

(**) Não inclui cabotagem marítima

Fonte: Análises Consórcio Booz Allen – FIPE – HLC, 2005

A partir do gráfico acima, concluímos que o transporte rodoviário é a principal modalidade presente no nosso Estado. Entretanto, embora as rodovias estaduais representem quase o total do espaço ocupado, algumas cidades ainda não contam com acessos pavimentados, uma vez que as próprias distribuições das estradas não são uniformes.

O transporte ferroviário, por sua parte, está em segundo lugar em sua posição estadual, fazendo parte da malha ferroviária Sul concedida a América Latina Logística, em 1997. A ALL atua fortemente no transporte de granéis agrícolas para o Porto do Rio Grande com destino as exportações, além de realizar transportes de cargas entre São Paulo e Buenos Aires.

É interessante observar a importância do modal ferroviário para o nosso Estado, quando 80% da atividade industrial gaúcha e 52% da Agropecuária enquanto valor agregado se localizam aproximadamente a uma hora de um terminal ferroviário qualquer. Também a totalidade da atividade industrial e 93% da agropecuária se encontra em tempo inferior a duas horas de algum terminal ferroviário.

Finalmente, o modal hidroviário representou até um passado recente pouca importância no estado do Rio Grande do Sul, sendo a Bacia Sudeste a principal

hidrovia do estado, composta pela Laguna dos Patos, o Lago Guaíba e os Rios Jacuí e Taquari. Sabemos que os portos fluviais da Bacia Sudoeste conferem acesso ao porto de Rio Grande e ao Oceano por meio da Laguna dos Patos e, atualmente, servem ao transporte de granéis ou cargas de grandes dimensões. Sabe-se que o calado da hidrovia impede a operação de navios oceânicos de grande porte, todavia ainda existe um potencial a ser desenvolvido nesses portos, no que diz respeito a produtos industrializados, já que 70% da atividade industrial se situam aproximadamente há uma hora dos mesmos.

2.7 CONSUMO DIRETO DE TIPOS DE COMBUSTÍVEIS NO RIO GRANDE DO SUL: ÓLEO DIESEL, GASOLINA E ETANOL

O óleo diesel adquirido pelo consumidor final nas bombas dos postos consiste em uma combinação entre óleo diesel adicionado, com 5 % de biodiesel puro. Neste contexto, a venda de óleo diesel no RS, o consumo de diesel em 2000, chegou a 2575 mil m³ para 3034 mil m³ em 2012. Neste último ano, as vendas deste combustível representaram de 5,6% em relação ao nível nacional, ultrapassando estados com maior PIB do que o nosso estado, dentre eles o Rio de Janeiro. Veja na tabela abaixo um demonstrativo das afirmativas apresentadas:

Figura 2 - Vendas de Óleo Diesel pelas Distribuidoras em Regiões e Estados Selecionados, no Período de 2000 a 2012.

unidade: mil m³

Regiões e Estados	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Sudeste	15.568	16.542	16.782	16.303	17.156	17.395	17.542	18.740	19.840	19.534	21.568	22.780	23.816
Região Sul	7.141	7.567	7.750	7.759	8.121	7.829	7.752	8.166	8.689	8.627	9.467	10.013	10.471
Região Nordeste	5.192	5.657	5.619	5.238	5.622	5.700	5.818	6.214	7.089	6.928	7.720	8.231	9.134
Região Centro-Oeste	4.210	4.292	4.565	4.563	4.906	4.532	4.294	4.673	5.195	5.134	5.624	5.998	6.789
Região Norte	3.041	2.967	2.952	2.990	3.422	3.711	3.601	3.766	3.951	4.075	4.861	5.242	5.691
São Paulo	8.491	9.227	9.364	8.966	9.299	9.291	9.205	9.790	10.557	10.399	11.438	11.902	12.539
Minas Gerais	4.380	4.422	4.464	4.459	5.016	5.175	5.308	5.721	5.910	5.756	6.446	6.862	7.100
Paraná	3.032	3.229	3.353	3.450	3.602	3.542	3.511	3.706	3.930	3.854	4.226	4.483	4.758
Rio Grande do Sul	2.575	2.718	2.678	2.640	2.741	2.481	2.478	2.592	2.756	2.772	3.058	3.232	3.334
Rio de Janeiro	2.009	2.178	2.253	2.185	2.139	2.189	2.185	2.356	2.437	2.483	2.681	2.911	3.013
Brasil	35.151	37.025	37.668	36.853	39.226	39.167	39.008	41.558	44.764	44.298	49.239	52.264	55.900

Notas: 1. Dados até 2006, conforme a Portaria CNP nº 221/1981. Dados a partir de 2007, conforme Resolução ANP nº 17/2004.

2. As vendas de B2 - mistura de 98% de óleo diesel e 2% de biodiesel puro (B100) estão incluídas nas vendas de óleo diesel a partir de 2005.

3. A partir de julho de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel, subiu de 2% para 3%. Em julho de 2009 passou a ser 4%. A partir de janeiro 2010, o biodiesel passou a ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 5% em volume, conforme Resolução CNPE nº 6 de 16/09/2009.

Fontes: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2010 - dados de 2000

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2011 - dados de 2001 a 2002

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2013 (versão online) - dados de 2003 a 2012 - extraído de www.anp.gov.br - dados acessados em 05/08/2013

Segundo o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, de 2013 ano base 2012, em 2000 o consumo de gasolina no RS era de 1913 mil m³ e em 2012 atingiu 3.081.487 m³, o equivalente a 2.372.745 tep, verificando-se um acréscimo no consumo de gasolina C de 9,3% em relação a 2011. Pelo ângulo do consumo setorial, verificou-se que, em 2012, a gasolina C foi consumida no setor transportes, segmento rodoviário. Observe-se a figura abaixo:

Figura 3 - Balanço Energético das Refinarias de Petróleo do RS

unidade: mil m³

Regiões e Estados	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Sudeste	12.097	11.916	11.925	11.188	11.486	11.686	11.862	12.092	12.047	11.853	13.620	16.558	18.058
Região Sul	4.583	4.436	4.503	4.480	4.870	4.984	5.023	4.946	5.198	5.301	6.256	7.225	8.078
Região Nordeste	3.095	2.995	3.125	3.080	3.410	3.450	3.564	3.618	3.975	4.178	5.213	6.240	7.314
Região Centro-Oeste	1.895	1.916	2.074	2.039	2.284	2.281	2.310	2.289	2.407	2.440	2.828	3.299	3.762
Região Norte	957	948	983	1.005	1.125	1.152	1.249	1.382	1.548	1.636	1.927	2.170	2.487
São Paulo	7.428	7.451	7.165	6.715	6.697	6.935	7.042	7.154	7.020	6.697	7.436	9.462	10.306
Minas Gerais	2.324	2.254	2.331	2.261	2.518	2.580	2.698	2.828	2.925	3.008	3.678	4.100	4.459
Rio Grande do Sul	1.913	1.859	1.885	1.815	1.964	1.907	1.898	1.967	2.122	2.246	2.583	2.814	3.081
Paraná	1.581	1.477	1.435	1.480	1.581	1.724	1.646	1.639	1.700	1.604	1.886	2.403	2.771
Rio de Janeiro	1.848	1.772	1.972	1.765	1.848	1.739	1.661	1.635	1.616	1.637	1.867	2.280	2.471
Total Brasil	22.627	22.211	22.610	21.791	23.174	23.553	24.008	24.325	25.175	25.409	29.844	35.491	39.698

Notas: 1. Dados até 2006, conforme a Portaria CNP nº 221/1981. Dados a partir de 2007, conforme Resolução ANP nº 17/2004.
2. Em 2012 a mistura de álcool etílico anidro na gasolina A ficou em 20%.

Fontes: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2010 - dados de 2000

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2011 - dados de 2001 a 2002

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2013 (versão online) - dados de 2003 a 2012 - extraído de www.anp.gov.br - dados acessados em 06/08/2013

Conforme o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2013 ano base 2012, o RS produziu em 2012 apenas 0,007% do etanol etílico anidro e hidratado produzidos no Brasil. Por outro lado, São Paulo, principal produtor nacional, atingiu em 2012 uma produção de 50,25% (11,828 milhões de m³) dos 22,540 milhões de m³ de etanol etílico anidro e hidratado do País. Entre os estados com maior PIB, apenas o Rio Grande do Sul e o Rio de Janeiro apresentam baixa produção de etanol. Em 2000, a produção de etanol no RS chegou a 6 mil m³ para, em 2012, decrescer para o baixo nível de 2 mil m³, apenas 30% do total de uma década atrás. Atente-se:

Figura 4 - Produção de Etanol Etílico Anidro e Hidratado em Estados Seleccionados

unidade: mil m³

Regiões e Estados	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Sudeste	8.552	9.787	9.948	11.154	12.479	15.782	19.212	17.676	18.860	14.209	14.117
Região Centro-Oeste	1.513	1.929	1.798	2.147	2.329	2.902	3.588	4.263	5.715	5.170	6.046
Região Nordeste	1.518	1.505	1.675	1.696	1.573	1.902	2.372	2.211	1.823	1.939	1.855
Região Sul	975	1.209	1.178	996	1.308	1.923	1.906	1.901	1.746	1.406	1.313
Região Norte	30	39	48	48	76	48	56	52	60	170	209
São Paulo	7.735	8.745	8.861	9.854	10.958	13.589	16.635	15.041	15.901	11.825	11.828
Minas Gerais	558	785	758	919	1.271	1.791	2.201	2.284	2.681	2.106	2.040
Goiás	433	662	591	803	873	1.165	1.744	2.122	2.980	2.677	3.130
Paraná	969	1.203	1.173	992	1.303	1.916	1.900	1.899	1.740	1.399	1.312
Rio Grande do Sul	6	6	5	3	6	7	6	2	6	7	2
Brasil	12.589	14.470	14.647	16.040	17.764	22.557	27.133	26.103	28.203	22.893	23.540

Fontes: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2011. Dados de 2002.

ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2013 (versão online) - dados de 2003 a 2012 - extraído de www.anp.gov.br - dados acessados em 07/08/2013

Conforme o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2015 ano base 2014, os consumidores utilizam óleo diesel misturado ao biodiesel, cujo refino em 2014 atingiu a marca de 30,98%, representando um crescimento de 1% em relação ao ano anterior. Em nosso estado, em 2014, foram refinados 5.304.856 m³ de óleo diesel, sendo o setor de transportes o mais representativo por ter consumido (97,59%) do total.

No que se refere à gasolina, geralmente misturada com o tipo A e C, em 2014 o consumo chegou a atingir 2.064.000 tep ou 2.673.290 m³, aumentando em 5,4% o consumo do tipo A em relação ao ano anterior, novamente puxado pelo setor de transportes e, sobretudo, no sistema rodoviário. O Etanol etílico (anidro mais hidratado), por sua vez, em 2014, atingiu no RS 888.153 m³ e o hidratado 114.072 m³ representando 15,03% do anidro e 3,52% do hidratado, com o setor rodoviário representando um maior crescimento no consumo deste combustível em nosso estado.

3 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ELASTICIDADE E COMPORTAMENTO DA DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS

O presente capítulo apresenta uma revisão teórica sobre o comportamento da demanda por combustíveis, no cenário nacional e regional na primeira seção. A seguir, realiza-se uma síntese da literatura empírica dos principais trabalhos sobre elasticidade da demanda por combustíveis, visando encontrar as variáveis mais relevantes e a metodologia mais apropriada à pesquisa, bem como auxiliar no melhor entendimento do problema.

O estudo sobre o comportamento dos consumidores, com relação a demanda por combustíveis no Brasil, envolve uma série de questões que tornam a análise complexa. No Brasil, utilizam-se diversos tipos de combustíveis, tais como: gasolina comum e aditivada, diesel e biodiesel, álcool e gás natural. Além disso, existe a tecnologia embarcada em alguns veículos que permite a utilização de mais de um tipo, além de restrições legais para a utilização de diesel em automóveis de passeio.

Portanto, a metodologia para análise deve permitir a verificação dessas relações, bem como averiguar o impacto de variações na renda e nos preços sobre o consumo dos diversos combustíveis. A proposta deste capítulo é mostrar os principais trabalhos realizados sobre o tema, dando enfoque aos objetivos, metodologias e resultados obtidos pelos mesmos, portanto objetiva ofertar ao leitor uma compreensão global do “estado da arte” a respeito do problema abordado na monografia, tendo em vista os seguintes aspectos:

- Elasticidade da demanda dos combustíveis em geral
- Consumo em relação aos tipos de combustíveis
- Situação do consumo em relação aos modais de transporte na matriz

3.1 REVISÃO EMPÍRICA SOBRE ELASTICIDADES DA DEMANDA POR COMBUSTÍVEIS

O estudo de Tadeu (2010), por sua parte, buscou identificar cenários de longo prazo para o setor de transporte e consumo de combustíveis, compreendendo o setor nacional de transportes e considerando o consumo de combustíveis num cenário de longo prazo, utilizando a metodologia denominada simulação de Monte Carlo. Por meio da perquirição de dados empíricos e a seleção dos critérios utilizados, foram sugeridas alternativas propostas visando incrementar o PIB Nacional e o do setor de Transportes.

Nesta pesquisa, foram aplicadas algumas restrições ou recortes, compreendendo o setor rodoviário, aquaviário, aeroviário, a demanda em face do consumo de combustíveis e também variáveis de cunho econômico de forma implícita. Como resultados, temos a influência que cada restrição ocasiona nas funções objetivo, visando estratégias mais eficientes de longo prazo.

Por meio de uma análise de sensibilidade, com métodos de programação de natureza linear e sistemas computadorizados, presigie-se a confirmação em favor da matriz de transportes e também a fonte energética dominante no consumo. Para tal, a análise foi realizada por meio da ponderação de dados das respostas fornecidas pelos modelos de simulação, e aponta no sentido de que esclarecem muito para entender o comportamento de longo prazo para distintos valores do modelo matemático que foi proposto e utilizado.

Nas pesquisas empreendidas por Orellano et al. (2013), verificou-se um estudo da demanda por etanol em nosso país, entre 2001 e 2009, levando-se em consideração peculiaridades regionais de rendas/preços relativos. Constatou-se uma variação considerável na elasticidade preço/demanda, fato desconsiderado em alguns estudos sobre temas semelhantes.

Estimou-se, assim, um modelo econométrico partindo de uma base de dados mensais de recorte estadual, utilizando-se variáveis instrumentais para controle da endogeneidade aplicada à análise da demanda. Desta forma, utilizaram-se métodos de variáveis instrumentais por meio da regressão em dois estágios (MQ2E), a qual torna os parâmetros identificáveis ao utilizar deslocadores da oferta, como variáveis instrumentais para os preços, e

deslocadores de demanda como controles. Deste aspecto, percebeu-se que a demanda apresenta maior elasticidade em estados com menos recursos disponíveis, cujo preço relativo se aproxima de 70%, uma taxa considerada como parâmetro para a substituição entre etanol e gasolina, o que constitui, por assim dizer, um parâmetro para as decisões de consumo de donos de veículos *flex-fuel*.

As regiões analisadas revelam maiores elasticidades quanto a preço-demanda, devido a diferenças logísticas e a questões tributárias que juntas definem o preço relativo. Tais resultados indicam diferenças regionais, que não dependem da heterogeneidade das preferências ou gostos dos consumidores de combustíveis, que ao influenciarem o nível relativo de preços de etanol e gasolina, impactam na sensibilidade da demanda no que se refere a variabilidade dos preços.

De acordo com Castro (2012), a introdução e o desenvolvimento pleno dos carros *flex* (bicomcombustíveis) no país, a partir do início dos anos 2000, alterou de forma significativa os preços no mercado de combustíveis. Em conformidade com o autor, os proprietários de veículos desta natureza optam por sua utilização proporcionalmente à relação de preços da gasolina se comparados com o do etanol, o qual já representa, no mínimo, 35% do consumo de combustíveis verificado em automóveis de pequeno porte.

Neste sentido, analisou-se os fatores que puderam influenciar a dinâmica do consumo de etanol no Brasil, assim como o comportamento da demanda de etanol e de gasolina posteriores à introdução dos carros bicomcombustíveis. Com a introdução desta frota, o consumo de etanol e gasolina ficaram mais elásticos às variações no preço relativo entre ambos.

Por isso, este trabalho desenvolveu uma ferramenta de análise quanto à previsão da demanda por etanol e gasolina, perquirindo não apenas a relação de substituição de um combustível pelo outro, mas, da mesma forma, quais os fatores que determinaram a demanda pelos mesmos. Estimou-se a frota de veículos leves por tipo de combustível, verificando-se que, em 2011, os flex haviam superado a frota abastecida por gasolina, num índice comparativo de 46% e 44%, respectivamente.

De modo a compreender a evolução da frota, estima-se um modelo de demanda por automóveis em função da renda. A frota, por seu turno, é

determinante do consumo de combustível em um segundo modelo econométrico estimado. Neste, evidenciou-se a forte sazonalidade do consumo dos combustíveis, além da notável tendência de queda do consumo médio da frota. (CASTRO, 2012)

Deste modo, estudou-se a relação entre consumo de etanol e de gasolina em virtude do preço relativo entre ambos, mostrando-se a menor aceitação pelo etanol, uma vez que seus preços apresentaram maior volatilidade no mercado.

Soares e Peixoto (2013), por sua vez, analisam a demanda existente de gasolina C em Minas Gerais, compreendendo o período de 2002 a 2010. As autoras chegaram à conclusão de que a demanda de gasolina C tem influenciado fortemente pelo seu preço, pelo o álcool hidratado e por fatores como a renda disponível do consumidor.

Observou-se, neste caso, que a demanda se apresentou inelástica na comparação com o preço da gasolina C no curto e longo prazo. Por outro lado, mostrou-se elástica no que diz respeito à renda num prazo mais extenso, sendo que no curto prazo a mesma demonstrou ser inelástica no que se refere à renda disponível da massa salarial. As autoras, como última constatação, sustentam que o álcool hidratado não é uma boa alternativa à gasolina C.

Este trabalho utilizou o Modelo de Correção de Erro (MCE). Ao que tudo indica, ainda são escassos os estudos que analisam a demanda de gasolina C nesse Estado para o período mais recente. Diante disso, espera-se que a análise feita neste artigo permita obter uma melhor compreensão a respeito dos determinantes da demanda de gasolina C em Minas Gerais, bem como o comportamento do consumidor, no que se refere às variações no preço desse combustível, do álcool hidratado e da renda.

Cardoso e Bittencourt (2013) estudam estimativas elasticidades-preço, renda e cruzada da demanda por etanol no curto e longo prazo, em escala regional de cinco estados brasileiros, compreendendo os anos de 2001 a 2011, a partir de bases de dados mensais. Para tal, utilizam-se de dados em painel. Quanto às estimativas, recorre-se ao *General Least Squares* (GLS), com correção para heterocedasticidade para encontrar as relações de curto prazo e *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS) para as de longo prazo. Como resultados, verificaram que o etanol é bastante elástico em preço, estimado em -1,42 e -3,30

para curtos e longos prazos, e que as elasticidades-preço e cruzada de curto prazo ampliaram-se após a introdução dos veículos *flex*.

Cesca et al. (2014), por sua vez analisa, entre 2004 e 2009, o aumento de venda do etanol no período em 400%, apesar de que no período considerado o setor passou por uma grave crise com o fechamento de usinas de processamento de combustível, fazendo despencar as vendas de etanol hidratado.

Por isso, analisa a elasticidade da demanda por gasolina C e etanol hidratado, entre 2004 e 2014 (uma década), utilizando-se da metodologia de vetor de cointegração. Como resultados, temos para o consumo de gasolina a demanda se apresentando elástica em relação aos preços, mas, inelástica no que diz respeito à fatores como renda e preço do etanol, sendo esta última uma variável pouco significativa.

Para o consumo de etanol, a elasticidade preço e elasticidade cruzada de demanda se mostram elásticas, uma vez que a variabilidade do consumo de etanol é mais sensível para o preço do mesmo do que em relação ao da gasolina. A variação do PIB, por si só, não ajuda a explicar o consumo de etanol verificado no período anunciado.

Sant Anna (2014), em seu trabalho, aborda a forma como se comporta a demanda por gasolina em nosso país e o impacto do consumo do álcool como alternativa ao período de 2011 a 2012. O autor esclarece que pelo fato de que em nosso país a principal fatia do petróleo, que consumimos, é direcionada ao setor de transportes. Por isso, faz-se um estudo sobre a substituição do álcool aliado à demanda de gasolina, mormente quando os veículos do tipo *flex-fluel* principiam a adentrar ao mercado nacional.

Este trabalho, assim, contribuiu para demonstrar que esta entrada de veículos alterou o preço-demanda e a elasticidade preço-demanda da gasolina. Ele oferta traços empíricos, com uma análise econométrica para um recorte nacional, a partir dos mínimos quadrados ordinários (OLS), método generalizado dos momentos (GMM) e também o método do vetor auto regressivo (VAR). Como resultado obtido nesta investigação, a elasticidade preço-demanda da gasolina tornou-se inelástica antes mesmo da entrada no país de automóveis com tecnologia flex- fluel, tornando-se elástica após este período anterior.

Sant Anna (2014) alerta ao fato que a simples disponibilidade de uma rede de postos em todo o país, ofertando etanol hidratado e gasolina C e uma frota de veículos em ascensão do tipo biocombustível favorece o consumo final no quesito escolha para os automotores. Devido a isso, tal pesquisa buscou medir as elasticidades, considerando o preço do etanol, da gasolina C, da massa salarial disponível ao consumo e da frota de veículos sobre a demanda mensal de etanol hidratado no país de 2005 a 2010.

Para tal, utilizou-se técnicas de cointegração, sendo que as elasticidades aferidas foram, a seu turno, elasticidade preço da demanda (-1,376; -1,76108), entrecruzada ao preço da gasolina (2,813; 4,05), a elasticidade presente na massa salarial disponível (0,433), assim como a própria elasticidade da frota (30,30; 4,87).

Na perspectiva de Almeida et al. (2016), o mercado de combustíveis tem sido amplamente estudado sob várias perspectivas, desde a questão da assimetria e transmissão de preços, formação de cartéis, dinâmica de preços atrelada às flutuações na economia internacional, sistemas de demanda, entre outras. Neste sentido, este trabalho estimou um sistema de demanda para gasolina comum, etanol hidratado e óleo diesel via modelo (LA-AIDS) *Linear Approximation Almost Ideal Demand System*, com dados de séries temporais trimestrais para o período de 2001 a 2015 para o estado de Pernambuco.

As estimações foram feitas por meio do método (SUR) *Seemingly Unrelated Regressions*. Os resultados encontrados são semelhantes aos observados na literatura, no sentido em que apontam para a inelasticidade-preço da demanda da gasolina e diesel, o que é esperado dada a essencialidade dos bens. (ALMEIDA, et. al 2016)

Também foi possível verificar que a demanda por etanol é elástica por ter elasticidade-preço *marshalliana* maior que um em valor absoluto, convergindo para os resultados já encontrados em outros estudos.

De acordo com Castro (2012), a introdução e o desenvolvimento pleno dos carros flex (bicombustíveis) no país, a partir do início dos anos 2000, alterou de forma significativa os preços no mercado de combustíveis. Em conformidade com o autor, os proprietários de veículos desta natureza optam por sua utilização proporcionalmente à relação de preços da gasolina, se comparados com o do

etanol, o qual já representa, no mínimo, 35% do consumo de combustíveis verificado em automóveis de pequeno porte.

Assim, analisou-se os fatores que puderam influenciar a dinâmica do consumo de etanol no Brasil, como o comportamento da demanda de etanol e de gasolina posteriores à introdução dos carros bicombustíveis. Com a introdução desta frota, o consumo de etanol e gasolina ficaram mais elásticos às variações no preço relativo entre ambos.

Por isso, este trabalho desenvolveu uma ferramenta de análise quanto à previsão da demanda por etanol e gasolina, perquirindo não apenas a relação de substituição de um combustível pelo outro, mas, da mesma forma, quais os fatores que determinaram a demanda pelos mesmos. Estimou-se a frota de veículos leves por tipo de combustível, verificando-se que, em 2011, os flex haviam superado a frota abastecida por gasolina, num índice comparativo de 46% e 44%, respectivamente.

De modo a compreender a evolução da frota, estima-se um modelo de demanda por automóveis em função da renda. A frota, por seu turno, é determinante do consumo de combustível em um segundo modelo econométrico estimado. Neste, evidenciou-se a forte sazonalidade do consumo dos combustíveis, além da notável tendência de queda do consumo médio da frota. (CASTRO, 2012, p.45)

Estudou-se a relação entre consumo de etanol e de gasolina em virtude do preço relativo entre ambos, mostrando-se a menor aceitação pelo etanol, uma vez que seus preços apresentaram maior volatilidade no mercado.

Por fim, Burnquist e Bacchi (2012), estimam a elasticidade preço e renda de demanda por gasolina no Brasil entre 1973 e 1998, cujos resultados apontam que no curto prazo a demanda por gasolina no país é inelástica em face de mudanças reais na renda, já que um aumento de 1% em tal variável ocasiona um incremento pouco considerável, num índice de 0,6% em relação ao consumo de gasolina. Utilizaram de testes de raiz unitária para as séries de consumo de gasolina (CG), preço de gasolina (PG) e PIB per capita (RE), análise de cointegração e Modelo econométrico de Correção de Erros (MCE), especificado para a análise das relações de curto prazo.

No longo prazo, por sua vez, a elasticidade renda obtida se apresentou relativamente mais elevada. Todavia, pouco menor à unidade, da ordem de 0,959.

No que se refere à elasticidade preço da demanda, os resultados demonstraram que o consumo de gasolina, no contexto da economia brasileira, é aparentemente pouco sensível a mudanças nos preços desse combustível, tanto no curto como no longo prazo.

4 DADOS E METODOLOGIA

4.1 BASE DE DADOS

Os dados utilizados nesse trabalho são séries temporais anuais, que compreendem o período de 2004 a 2014, totalizando 41 observações em cada série da amostra para o estado do Rio Grande do Sul.

O período foi escolhido de acordo com a disponibilidade dos dados. As séries usadas foram: preço e consumo de combustíveis (gasolina comum, álcool hidratado e óleo diesel), além dessas series, utilizou-se também: o PIB per capita de cada município, ICMS dos mesmos e a frota de veículos, que foi definida com base no tipo de combustível utilizado pelos veículos automotores.

As fontes utilizadas para a coleta dos dados foram: sites da Agência Nacional do Petróleo, agência de Gás Natural e B combustíveis (ANP), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e Fundação de Economia e Estatística (FEE).

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE MODELOS DE DADOS EM PAINEL¹

Os modelos com dados em painel auxiliam na análise quantitativa das relações econômicas, agregando no mesmo modelo por um processo denominado *pooling*, dados de séries temporais (time series data) à dados de corte transversal (cross-section data). A utilidade de tais modelos reside na possibilidade de explorar, de modo simultâneo, variações das variáveis dispostas ao longo do tempo e entre diferentes unidades de corte transversal (ou indivíduos). Estas unidades de corte transversal (ou indivíduos) podem representar um conjunto de setores econômicos, empresas, regiões, consumidores etc.

¹ As fontes utilizadas para a elaboração desta resenha da literatura sobre dados em painel foram: Stock e Watson (2004), Gujarati (2003), e Hill, Griffithse Judge (1997)

Esta técnica de agregação de séries temporais e dados em corte transversal permite a estimação mais completa, eficiente de modelos econométricos. Todavia, a estimação de tais modelos se torna mais complexa na medida em que aumenta a heterogeneidade entre as unidades de corte transversal (estruturas econômicas diferentes entre países, regiões, empresas e comportamentos e gostos diferentes entre consumidores, por exemplo).

Assim, os dados em painel sugerem a existência de características diferenciadoras dos indivíduos, entendidos como “unidade estatística de base”. Essas características podem, eventualmente, apresentarem-se como constantes ao longo do tempo:

Por outro lado, os dados em painel providenciam uma maior quantidade de informação, maior variabilidade dos dados, menor colinearidade entre as variáveis, maior número de graus de liberdade e maior eficiência na estimação. A inclusão da dimensão seccional, num estudo temporal agregado, confere uma maior variabilidade aos dados, na medida em que a utilização de dados agregados resulta em séries mais suaves do que as séries individuais que lhes servem de base. Esse aumento na variabilidade dos dados contribui para a redução da eventual colinearidade existente entre variáveis, particularmente em modelos com distribuídas defasagens. (MARQUES, 2000, p.65).

A possibilidade de unir dados dispostos em séries temporais e em unidades de cortes transversais trouxe vantagens, o que fez com que os métodos de dados em painel e as suas técnicas de estimação tenham se desenvolvido rapidamente. Com os modelos de dados em painel, é possível utilizar um número maior de observações, o que assegura as propriedades assintóticas dos estimadores, além de permitir o aumento dos graus de liberdade nas estimações, tornando as inferências estatísticas mais críveis (principalmente, os testes t e F, que ficam mais significativos). Outras vantagens estão associadas:

- A redução do risco de multicolinearidade, porque os dados dispostos entre as unidades de cortes transversais apresentam estruturas diferentes;
- Ao acesso a uma maior informação, a partir da combinação de séries temporais (ao longo do tempo) com a informação entre unidades de corte transversal (diferentes unidades econômicas);

- Ao aumento da eficiência e da estabilidade dos estimadores, aplicando métodos de estimação adequados e testes de hipóteses que permitem uma escolha segura entre estimações diferentes;

- A capacidade de introduzir ajustamentos dinâmicos, o que não é possível na análise de corte transversal (crosssection analysis).

Em relação as desvantagens, as duas citadas pela literatura econométrica são:

- O enviesamento resultante da Heterogeneidade entre os indivíduos;
- O enviesamento resultante da seletividade dos indivíduos que constituem a amostra.

Os modelos com dados em painel auxiliam na análise quantitativa das relações econômicas agregando no mesmo modelo, por um processo denominado *pooling*, dados de séries temporais (time series data) à dados de corte transversal (cross-section data). A utilidade de tais modelos reside na possibilidade de explorar, de modo simultâneo, variações das variáveis dispostas ao longo do tempo e entre diferentes unidades de corte transversal (ou indivíduos). Estas unidades de corte transversal (ou indivíduos) podem representar um conjunto de setores econômicos, empresas, regiões, consumidores etc.

Na concepção de Stock e Watson (2004. p. 185):

O modelo de dados em painel consiste em um método para o controle de alguns tipos de variáveis omitidas sem observá-las, requerendo um tipo específico de dados, em que cada unidade de observação, ou unidade, é observada em dois ou mais períodos de tempo. (STOCK e WATSON. 2004, p. 185)

Considere a seguinte especificação, a respeito da estimação em dados de painel:

$$Y_{it} = X_{i1t} + X_{2it} + \dots + X_{kit} + u_{it}, \Leftrightarrow Y_{it} = X_{it}' B_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Onde $i = \text{indivíduo}$, em que B_{it} corresponde ao vetor $(K \times 1)$ de parâmetros desconhecidos relativos ao indivíduo i no momento t e X_{it} corresponde à matriz $(K \times 1)$ de variáveis explicativas, tendo como ruído branco u_{it} .

O modelo especificado na equação (1) destaca que o indivíduo i é representado por uma dada função de reação específica em cada ponto do tempo. Pode-se fazer algumas suposições sobre as variáveis explicativas X_{it} , sobre o ruído branco u_{it} e também sobre a variabilidade com coeficientes lineares dessas variáveis. Com isto, têm-se diferentes tipos de modelos em painel.

Ressalta-se ainda que a regressão em dados de painel considera em um mesmo modelo estatístico: a) dados em cortes transversais de um conjunto de indivíduos “cross-section”, onde esses variam e o tempo fica constante e b) dados em séries de tempo, nos quais o número de indivíduos permanece constante e o tempo varia. Por unir essas duas características, a utilização de dados de painel proporciona alguns benefícios, destacando - se a heterogeneidade dos indivíduos, o maior nível de informação a respeito das variáveis explicativas, menor colinearidade (podendo evitar o problema de multicolinearidade) e maiores graus de liberdade para o modelo.

Acrescenta-se ainda como benefício a maior quantidade de informação disponível sobre as variáveis de estudo. Isto fortalece a eficiência da estimação do modelo em painel, permitindo identificar e medir efeitos que as análises puramente seccionais ou temporais não permitem. Além disso, estruturas de dados em painel auxiliam na construção de modelos que comparam indivíduos (países, estados ou regiões, etc..) com atributos distintos.

Gujarati (2003), a respeito dos tipos de modelo de dados em painel, salienta: “o tratamento dado a e_{it} é essencial para definir qual modelo de estimação é o mais apropriado: se o de efeitos fixos (EF) ou o de efeitos aleatórios (EA)”, dependendo dos objetivos da pesquisa, da disponibilidade de dados e das suposições realizadas com relação as variáveis componentes do modelo.

4.3 MODELO DE REGRESSÃO SIMPLES

É caracterizado por apresentar comportamento uniforme ao longo do tempo, para todos indivíduos. Este modelo pode ser estimado via método dos mínimos quadrados à amostra longitudinal, na medida em que se confirmem as hipóteses do modelo de regressão linear, conhecido como *pooled OLS*.

No entanto, pelo fato das observações serem todas homogêneas o modelo pode produzir distorções por não dar conta de uma heterogeneidade que possa apresentar a análise em questão.

Ademais, dada a lacuna de heterogeneidade nos dados, a aplicação de OLS em *pool* não é propriamente um método de estimação em painel, ao menos para a maior parte dos autores da literatura consagrada sobre o tema.

4.3.1 MODELOS DE EFEITOS FIXOS

Nesse tipo de modelos, os coeficientes podem variar tanto entre indivíduos quanto no tempo, ainda que permaneçam como constantes fixas, e assim não aleatórias. Teremos um caso de modelo de covariância se a heterogeneidade seja ela atemporal ou seccional aparecer apenas no termo independente.

O método dos mínimos quadrados generalizados (GLS) é uma técnica para estimar parâmetros desconhecidos em um modelo, e é aplicado quando se tem casos de heterocedasticidade. O método GLS merece algumas considerações, relacionadas a três casos especiais de perturbações não esféricas.

1) Perturbações serialmente independentes: só há correlação contemporânea entre as perturbações, i.e., não há auto correlação temporal, mas os erros estão correlacionados seccionalmente (ou seja, há interdependência entre os indivíduos, tal como se admite no modelo SUR, já referido). Neste caso, com \mathbf{A}_{ij} a representar a matriz de covariâncias entre os termos de perturbação do indivíduo i e do indivíduo j , temos: $\mathbf{A}_{ij} = \sigma_{ij} \mathbf{I}_T$ e $\text{Var}(\mathbf{u}) = \sigma^2 \cdot \Omega = \mathbf{A}_{ij} \otimes \mathbf{I}_T$, com $\mathbf{A}_{ii} = \Sigma_i$ a serem matrizes diagonais eventualmente iguais (não escalares, no caso de heterocedasticidade); 2. Independência Individual: cobre todos os casos de heterocedasticidade e auto correlação ao nível individual, sendo de particular interesse o caso de homocedasticidade em bloco dado por $\mathbf{A}_{ij} = 0$ se $i \neq j$ e $\mathbf{A}_{ii} = \mathbf{A} \Rightarrow \text{Var}(\mathbf{u}) = \mathbf{I}_N \otimes \mathbf{A}$; 3. Equi-correlação em bloco: $\mathbf{A}_{ii} = \mathbf{A}$ e $\mathbf{A}_{ij} = \mathbf{B}$, com \mathbf{A} positiva definida, \mathbf{B} semi definida positiva e $(\mathbf{A} - \mathbf{B})$

positiva definida, de tal forma que $\text{Var}(\mathbf{u}) = \mathbf{I}_N \otimes (\mathbf{A} - \mathbf{B}) + \mathbf{J}_N \otimes \mathbf{B}$ (MARQUES, 2000, p.77).

A ideia no modelo de efeitos fixos é controlar só efeitos das variáveis que foram omitidas do modelo, e que podem ser diferentes somente em indivíduos, mas constantes no tempo. Para capturar a diferença entre as diferentes habilidades de corte transversal toma-se o coeficiente de intercepto como constante ao longo do tempo e variável entre os indivíduos (unidades micro). No caso dos coeficientes angulares, esses são considerados constantes entre as habilidades micro e ao longo do tempo. (MONTE, 2016, p.8). De acordo com Hill, Griffiths e Judge (1999), as suposições do modelo são:

$$\beta_{0it} = \beta_{0i} \quad \beta_{1it} = \beta_1 \dots \beta_{kit} = \beta_k$$

Dessa forma, o modelo de efeito fixo será dado pela equação (2):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + e_{it} \quad (2)$$

Segundo Greene (2002), para diferenciar o intercepto de um indivíduo para o outro, faz-se a utilização de variáveis *dummies* (variáveis binárias) no modelo a ser estimado. Sendo assim representado pela equação 3.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \gamma_1 D_{1i} + \gamma_2 D_{2i} + \dots + \gamma_n D_{ni} + e_{it} \quad (3)$$

Stokey Watson (2004) salienta que as variáveis binárias refletem em todas as variáveis omitidas e que diferem de um indivíduo para outro, mas que são constantes ao longo do tempo. Caso os erros sigam distribuição normal, variância constante (homocedasticidade) e sejam não auto correlacionados, Vale frisar aqui que as estimativas por MQO não são tendenciosas e consistentes.

Para Wooldridge (2006), o modelo com variáveis binárias produz os mesmos resultados que o modelo de efeitos fixos. Porém, a inclusão de variáveis *dummies* no modelo eleva o número de parâmetros, o que reduz os graus de

liberdade. Dessa forma, Hill, Judgee Griffiths (2010) sugerem a realização de um teste para verificar se realmente os interceptos são distintos entre os indivíduos.

Kennedy (2009) afirma que o modelo de efeitos fixos deve ser utilizado quando: a) as variáveis omitidas (o intercepto) são correlacionadas com as variáveis explicativas do modelo considerado; e, b) só dados referem - se a toda população (amostra abrange todos os indivíduos de uma população) e deseja-se fazer inferências sobre os indivíduos.

4.3.2 MODELOS DE EFEITOS ALEATÓRIOS

O modelo de efeitos aleatórios apresenta as mesmas suposições do modelo de efeito fixo, entretanto nesse caso pressupõe que específico comportamento dos indivíduos e períodos de tempo é desconhecido. Dessa forma, podemos apresentar os efeitos temporais ou individuais de amostras longitudinais de grande dimensão sob a forma de uma variável aleatória normal.

Das vantagens que apresentam o uso dos modelos de efeitos aleatórios podemos citar: (1) capacidade de trabalhar com dados de qualquer dimensão; (2) interferência estatística é uma mera derivação dos testes de hipóteses usuais; (3) problemas e dificuldades em sua maioria são resolvidos por meio de modelos econométricos tradicionais.

A estimação de modelos com efeitos temporais ou com efeitos seccionais e temporais não é muito distinta da que foi apresentada apenas para os efeitos individuais, ainda que, no segundo caso, se torne notacional e computacionalmente mais pesada, motivo pelo qual foi aqui omitida. Ressalte-se apenas o caso da estimação por MLE nos modelos com efeitos duplos, em que a maximização da função de verossimilhança é de tal forma não-linear e complicada que ainda se lhe não conhecem expressões analíticas.

No modelo de efeitos aleatórios a ideia continua sendo modelar diferenças no comportamento dos indivíduos, fazendo com que cada unidade micro tenha um intercepto diferente, variante entre indivíduos, mas não ao longo do tempo. Os coeficientes angulares são constantes entre todas as alidades de corte transversal e ao longo do tempo. (MONTE, 2016, p.15).

O que difere o modelo de efeitos aleatórios do modelo de efeitos fixos é que o modelo de componentes de erro é considerado intercepto, como uma variável aleatória. “Esse modelo é conveniente se os indivíduos (unidades de corte transversal) que aparecem na amostra são escolhidos aleatoriamente e considerados representativos de uma população maior de indivíduos” (HILL, JUDGE e GRIFFITHS, 2010, p.416). Isto é, esse modelo considera que os indivíduos sobre os quais se dispõem de dados são amostras aleatórias de uma população maior de indivíduos. Como sugerido por Hill, Griffiths e Judge (1999), os n interceptos serão modelados como:

$$\beta_{0i} = \bar{\beta}_0 + \alpha_i \quad i=1, \dots, n$$

Pode-se notar que este intercepto é composto pelo intercepto do modelo de efeitos fixos, α_i , que capta as diferenças de comportamento dos indivíduos, e por um segundo componente, $\bar{\beta}_0$, que corresponde ao intercepto populacional. A equação 4 apresenta o modelo geral de efeito aleatório.

$$y_{it} = \bar{\beta}_0 + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + v_{it} \quad (4)$$

Em que $v_{it} = e_{it} + \alpha_i$ representa o erro.

Uma vez que só erros do mesmo indivíduo em diferentes períodos de tempo são correlacionados, a técnica de MQO não é mais adequada. Para o modelo de efeitos aleatórios, o método mais adequado é o método de MQG. De acordo com Wooldridge (2006), sob algumas hipóteses, esse modelo traz estimadores não viesados, consistentes e que seguem assintoticamente distribuição normal.

Costuma-se definir a procura, ou demanda individual, como a quantidade de um determinado bem ou serviço, que o consumidor estaria disposto a consumir em determinado período de tempo. A Teoria da Demanda é derivada da hipótese sobre a escolha do consumidor entre diversos bens, que seu orçamento

permite adquirir. Essa procura individual seria determinada pelo preço do bem; o preço de outros bens; a renda do consumidor e seu gosto ou preferência (Samuelson & Nordhaus).

A Demanda é uma relação que demonstra a quantidade de um bem ou serviço que os compradores estariam dispostos a adquirir a diferentes preços de mercado. Assim, a Função Procura representa a relação entre o preço de um bem e a quantidade procurada, mantendo-se todos os outros fatores constantes (Pindyck). Segundo a teoria microeconômica, a quantidade de demanda de um bem pode ser explicada pelas equações 5,6 e 7, respectivamente, baseadas na teoria da elasticidade.

A equação 5 demonstra o preço da elasticidade, enquanto que a equação 6 apresenta a elasticidade no ponto e a equação 7 a elasticidade no arco do ponto médio.

$$E_{pd} = \frac{\text{Variação percentual da quantidade demanda}}{\text{Variação percentual do preço}} \quad (5)$$

$$E_{PP} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q_1}}{\frac{\Delta P}{P_1}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P_1}{Q_1} \quad (6)$$

$$E_d^{AB} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{\frac{P_1+P_2}{2}}{\frac{Q_1+Q_2}{2}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P_1+P_2}{Q_1+Q_2} \quad (7)$$

Por fim, com base na teoria das elasticidades, será analisada a sensibilidade de demanda por combustíveis no Rio Grande do Sul, no período entre 2004 e 2014, através do método de dados em painel, com estimação da equação genérica 7, especificada a partir da revisão empírica sobre demanda por combustíveis. As variáveis que explicam o consumo de combustíveis são padrão da literatura empírica, com exceção ao ICMS que foi inserido como proxy de variável de custo. A maior parte dos trabalhos coloca uma variável que afeta simultaneamente preço e quantidade, normalmente o custo do frete de combustíveis.

$$\log C_{combustit} = a_{it} + b_{1it} \cdot \log(icms) + b_{2it} \cdot \log(PIB) + b_{3it} \cdot \log(POP) + b_{4it} \cdot \log(P.combustivel) + b_{5it} \cdot \log(P.substitutos) + b_{6it} \cdot \log(frota) + u_{it} \quad (8)$$

Quadro 1- Descrição e fonte das variáveis

Siglas	Descrição	Fonte
<i>C_{comb}</i> :	Consumo combustível	ANP
<i>A e b</i>	Coeficientes	
<i>ICMS</i> :	ICMS	FEE
<i>PIB</i> :	PIB per capita	FEE
<i>POP</i> :	População	IBGE
<i>P.diesel</i> :	Preço do diesel	ANP
<i>P.álcool</i> :	Preço do álcool	ANP
<i>P.gasolina</i> :	Preço da gasolina	ANP
<i>Frota</i>	Frota por combustível	IBGE, ANP e autor

Fonte: Elaboração Própria.

O capítulo a seguir mostra os resultados obtidos, a partir da metodologia apresentada.

5 RESULTADOS

Neste trabalho, para analisar a demanda de combustíveis veiculares (Gasolina comum, etanol e diesel) entre 2004 e 2014, foram utilizados três modelos diferentes: modelo de efeito fixo, modelo agrupado e modelo de efeito aleatório. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no trabalho.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no trabalho

Variável	Obs.	Média	D. padrão	Min.	Max.
ICMS	451	3.37 x10 ⁸	1.06x10 ⁹	1347407	9.27x10 ⁹
PIB per capita	451	35923.87	93168.56	184.6588	1351742
População	451	153307.9	226803.6	5494	1480967
Preço álcool	451	2.091233	0.3489305	1.290629	2.75475
Preço gasolina	451	2.699465	0.2149214	2.077131	3.259583
Preço diesel	451	2.057982	0.2444952	1.48	2.71
Consumo gasolina	451	3.80x 10 ⁷	6.79x10 ⁷	1067000	5.30x10 ⁸
Consumo álcool	451	3078056	6976654	4600	8.88x10 ⁷
Consumo diesel	451	3.84x10 ⁷	4.80x10 ⁷	1374000	2.81x10 ⁸
Frota gasolina	451	61747.95	163710.4	745.29	2099108
Frota álcool	451	73961.83	196092.7	892.71	2514316
Frota diesel	451	188521	719235.7	284	9333013
Log ICMS	451	7.778937	0.7571996	6.129498	9.967108
Log PIB per capita	451	4.216208	0.525996	2.26637	6.130894
Log população	451	4.97461	0.4087238	3.739889	6.170546
Log preço álcool	451	0.3140847	0.0751545	0.1108013	0.4400822
Log preço gasolina	451	0.4298697	0.0352623	0.3174639	0.5131621
Log preço diesel	451	0.31026	0.0530826	0.170585	0.432569
Log consumo gasolina	451	7.318297	0.4360985	6.028164	8.724331
Log consumo álcool	451	6.154749	0.5133895	3.662758	7.948562
Log consumo diesel	451	7.351864	0.4440099	6.137987	8.448045
Log frota gasolina	451	4.341226	0.5722192	2.872325	6.322035
Log frota álcool	451	4.419612	0.5722191	2.95071	6.40042
Log frota diesel	451	4.114526	0.9017012	2.453318	6.970022

Fonte: Elaboração própria

Cabe destacar que os preços são até 2014. Como podemos ver, o preço máximo da gasolina era 3,25. Comparado com o preço atual de mais de R\$ 4,00, podemos entender a pressão sobre o nível de inflação atual.

Os testes de especificação (em apêndice), principalmente o de Hausman indicaram que os melhores resultados foram obtidos para modelos de efeitos fixos tanto para gasolina, álcool e etanol. Cabe ressaltar que todas as estimações foram realizadas com erros padrões robustos. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos, através de regressão por modelo de efeito fixo para o consumo de gasolina.

Tabela 2 - Resultados Para o Consumo de Gasolina: Modelo Efeito Fixo

Variável Log Consumo gasolina	Coef.	Std. Err.	T	P> t	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	0330793	0.0486541	0.68	0.500	-0.0652544	0.131413
Log PIB per capita	0.0510664	0.0226792	2.25	0.030	0.0052301	0.0969027
Log população	0.2743833	0.5213813	0.53	0.602	-1.328134	0.7793677
Log preço gasolina	-4.235906	1.004949	4.22	0.000	-6.266983	-2.204829
Log preço álcool	2.025825	0.3424917	5.91	0.000	1.333623	2.718026
Log preço diesel	1.601081	0.2627988	6.09	0.000	1.069945	2.132217
Log frota gasolina	0.0448043	0.0086782	5.16	0.000	0.0272651	0.0623436
Cons	8.703968	2.772164	3.14	0.003	3.101216	14.30672

OBSERVAÇÕES	451	451	451
Teste F (Prob.)	56,41	56,41	56,41
R ²	0.6306	0.6306	0.6306
MUNICÍPIOS	41	41	41
T.de Hausman (Prob.)	0.0295	0.0295	0.0295

Fonte: Resultados da pesquisa

Os dados da Tabela 2 mostram que o aumento, tanto no (ICMS) como da população, não influenciaram significativamente ($p < 0,005$) no consumo da gasolina para os 41 municípios estudados, no período de 2004 a 2014. Já o preço da gasolina, para o mesmo período, teve um impacto negativo significativo no consumo da gasolina, pois, o aumento de 1% no preço da gasolina fez o consumo cair em 4,23%.

Por outro lado, tanto o aumento do preço do álcool, do diesel e da frota de veículos movido a gasolina comum teve um impacto positivo no consumo da gasolina, uma vez que o aumento de 1% no preço do álcool, diesel e na frota de veículos fez o consumo da gasolina aumentar em 2,02%, 1,60% e 0,27%

respectivamente, enquanto que o mesmo aumento para outras variáveis, como o PIB per capita e frota de veículos, proporcionaram um aumento de 0,05% e 0,04%.

A variável mais importante para o incremento no consumo da gasolina foi o aumento do preço do álcool, o que se mostra coerente com a linguagem microeconômica, uma vez que álcool e gasolina são bens substitutos, se o álcool aumenta, conseqüentemente existe uma tendência de aumentar o consumo de gasolina. A elasticidade, preço da demanda cruzada, isto é, a reação da demanda por gasolina, dado um aumento no preço do etanol, indica que ela é elástica, já que um aumento de 1% no preço do álcool implica em um aumento de 2,025% no consumo de gasolina. Além disso, percebe-se que a curva demanda - renda é inelástica - tal que um aumento de 1% na renda implica um aumento de até 0,05% no consumo da gasolina.

Em comparação com outros trabalhos, tanto Santos (2013) e Nappo (2007), que trabalharam com períodos de 2001 a 2010 e de 1994 a 2006, chegaram a resultados de que a demanda - preço da gasolina é inelástica para os períodos estudados. Esse trabalho, que considera o período de 2004 – 2014, mostra que a elasticidade da demanda – preço gasolina pode ter passado a ser elástica. Além disso, verifica-se que a elasticidade renda da demanda também pode ter passado de inelástica para elástica, novamente em comparação com a literatura. Por outro lado, a elasticidade - preço cruzada ainda continua inelástica. Porém, ela está mais elástica que nos períodos anteriores, dado que Santos (2013) estimou em 0,099 e este trabalho em 2,025.

A Tabela 3 traz os resultados obtidos, através de regressão por modelo de efeito fixo para o consumo de álcool.

Tabela 3 - Resultados para o consumo de álcool: Modelo fixo

Variável Log Consumo etanol	Coef.	Std. Err.	T	P> t	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	-0.0592519	0.1066696	0.56	0.582	-0.2748392	0.1563353
Log PIB per capita	0.0001022	0.0126742	0.01	0.994	-0.0255134	0.0257177
Log população	-0.790932	0.8657875	0.91	0.366	-2.540754	0.9588898
Log preço álcool	-2.284836	0.3570619	6.40	0.000	-3.006485	-1.563187
Log preço gasolina	-4.363965	1.213917	-3.59	0.001	-6.817382	-1.910548
Log preço diesel	3.80431	.5646939	6.74	0.000	2.663021	4.945599
Log frota álcool	-0.1013957	0.0244941	-4.14	0.000	-1509001	-0.0518912
Cons	12.41119	4.109894	3.02	0.004	4.104782	20.71759
OBSERVAÇÕES		451	451	451		
Teste F (Prob.)	203.68	203.68	203.68	203.68		
R ²	0.4956	0.4956	0.4956	0.4956		
MUNICÍPIOS	41	41	41	41		
T.de hausman (Prob.. chi (2))	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Fonte: Resultados da pesquisa

Os resultados da Tabela 3 indicam que as variáveis estudadas: (ICMS), o PIB per capita e a população não foram relevantes ($p > 0,005$) para o consumo de álcool relativo aos 41 municípios do Rio grande do Sul no período de 2004 – 2014. Por outro lado, o preço do álcool, da gasolina e a frota de veículos influenciaram negativamente no consumo de álcool, uma vez que um aumento de 1% no preço do álcool, gasolina e frota de veículos representa uma queda de 2,28%, 4,36% e 0,10% no consumo de álcool.

O aumento de 1% no preço do etanol implica uma redução de 2,28% em seu consumo. Logo, trata-se de uma demanda elástica em relação ao seu preço. Por último com relação a elasticidade-preço da demanda cruzada, a demanda é elástica tal que o aumento de 1% do preço da gasolina acarreta uma diminuição no consumo de etanol de 4,36%.

Esses resultados são instigantes, porque a primeira vista vai contra os efeitos da microeconomia, uma vez que para o período de tempo analisado o preço da gasolina foi mais impactante do que o preço do álcool propriamente dito. A explicação provável, para esse efeito, pode estar relacionada ao fato de que a própria gasolina leva em sua composição um percentual de 27% de álcool, e sendo o álcool um componente significativo da gasolina, ao se optar pela gasolina se está consumindo álcool indiretamente.

Desse modo, é de se esperar que uma diminuição no consumo da gasolina diminua em parte o consumo de álcool. Álcool e gasolina acabam deixando de ser bens substitutos e passam a ser complementares.

Os resultados obtidos nesse trabalho para elasticidade de demanda de etanol foram semelhantes aos obtidos na literatura. Assim como Cesca (2016), esse estudo chegou à conclusão que a elasticidade - preço e elasticidade cruzada da demanda são elásticas, pois o autor verificou que o aumento de 1% no preço do etanol implicaria uma redução de 1,035% em seu consumo e que a relação à elasticidade preço da demanda cruzada é elástica, tal que o aumento de 1% no preço da gasolina leva a um aumento de 2,192% no consumo do combustível renovável. Esse resultado também é semelhante a trabalhos mais recentes, como os de Melo e Sampaio (2014) e de Cardozo e Bittencourt (2013), e outros mais antigos, como o de Azevedo (2007).

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos através de regressão por modelo, de efeito fixo para o consumo de Diesel.

Tabela 4 - Resultados para o consumo de diesel: modelo fixo

Variável Log Consumo diesel	Coef	Std.Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	0.0036947	0.0935643	0.04	0.969	-0.1854057	0.1927951
Log PIB per capita	0.0379053	0.029421	1.29	0.205	-0.0215567	0.0973672
Log População	0.3370377	0.6839162	0.49	0.625	-1.045209	1.719284
Log preço diesel	0.3070205	0.2963368	1.04	0.306	-0.2918986	0.9059396
Log preço álcool	0.6582144	0.2501947	2.63	0.012	0.1525521	1.163877
Log preço gasolina	-0.8130523	0.742236	-1.10	0.280	-2.313167	0.6870625
Log frota diesel	0.0265838	.0061313	4.34	0.000	.014192	.0389756
Cons	5.424812	3.303596	1.64	0.108	-1.252005	12.10163
OBSERVAÇÕES		451	451	451		
Teste F (Prob.)	10.84	10.84	10.84	10.84		
R ²	0.2315	0.2315	0.2315	0.2315		
MUNICÍPIOS	41	41	41	41		
T. de Hausman (Prob. Ch(i 2.))	0.0169	0.0169	0.0169	0.0169		

Fonte: Resultados da pesquisa

Os dados da Tabela 4 indicam que, de todas variáveis estudadas, apenas duas, preço do álcool e frota de diesel, foram significativas ($p < 0,005$) no consumo de diesel, sendo que o aumento de 1% no preço do álcool e na frota do diesel aumentam em 0,65% e 0,026% o consumo de diesel.

A provável explicação para que o ICMS, o PIB per capita e o preço do diesel e da gasolina não afetarem o consumo de diesel pode ser justificada pelo fato de que o diesel está associado ao transporte público, como ao de cargas. Ademais, neste tipo de atividade a gasolina não faz competição com o diesel uma vez que não se tem grandes veículos flex entre diesel e gasolina.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo estimar elasticidades, preço e renda da demanda, no período de 2004 a 2014, para os diversos tipos de combustíveis (gasolina comum, etanol hidratado e óleo diesel), numa amostra composta por 41 municípios do estado RS, além de estabelecer a elasticidade cruzada entre gasolina e álcool, analisando a elasticidade cruzada entre a gasolina e o diesel.

Para a realização do estudo, utilizou-se modelo de dados painéis. A princípio, foi realizado testes com modelos de efeitos fixos, efeito agrupado e aleatório, objetivando buscar o modelo ideal para satisfazer as hipóteses encontradas na literatura. Desse modo, a estimativa por modelos de efeitos fixos foi escolhida.

Com relação a demanda de gasolina, constatou-se que o aumento do preço do álcool, do diesel e da frota de veículos movido a gasolina teve um impacto positivo no consumo, uma vez que o aumento de 1% no preço do álcool, diesel, no PIB per capita e na frota de veículos fez o consumo da gasolina aumentar em 2,02%, 1,60%, 0,05% e 0,04%, respectivamente. O consumo de gasolina foi elástico em relação ao seu preço no período, esses resultados estão de acordo com a literatura empírica, a qual indica que a demanda por gasolina passou de inelástica para elástica a partir de 2003, com a consolidação da tecnologia *flex-fuel*.

Cabe destacar que a variável mais importante para o incremento no consumo da gasolina foi o aumento do preço do álcool, o que se mostra coerente com a Teoria microeconômica, pois o álcool e a gasolina são bens substitutos. Foi possível concluir, com base nas estimativas, que o preço da demanda cruzada (gasolina/etanol) é elástico, já que um aumento de 1% no preço do álcool implica em um aumento de 2,025% no consumo de gasolina. Por outro lado, a demanda-renda foi inelástica, porque o aumento de 1% na renda implica um aumento de até 0,05% no consumo da gasolina.

Os resultados obtidos para a demanda de álcool demonstraram que as variáveis preço do álcool, da gasolina e a frota de veículos influenciaram negativamente no consumo de álcool, com um aumento de 1% no preço do álcool, gasolina e frota de veículos, representando uma queda de 2,28%, 4,36% e 0,10% respectivamente no consumo de álcool.

Constatou-se que tanto a demanda preço etanol, como a elasticidade-preço da demanda cruzada etanol- gasolina, foram elástica. O aumento de 1% no preço do etanol e da gasolina implicou em uma redução de 2,28% e 4,36% no consumo de álcool. Esses resultados do modelo empírico podem estar relacionados ao fato de que na composição da gasolina existem, em média, 27% de álcool.

No consumo de diesel, apenas duas variáveis foram significativas, o preço do álcool e a frota de veículos a diesel, sendo que o aumento de 1% no preço do álcool e na frota do diesel aumentam em 0,65% e 0,026% o consumo de diesel.

A provável explicação para que o ICMS, PIB per capita, o preço do diesel e da gasolina não afetarem o consumo de diesel, pode ser justificada pelo fato de que o diesel está associado ao transporte público e de cargas. Neste tipo de atividade, a gasolina não faz competição com o diesel, por não se ter grandes veículos flex entre diesel e gasolina.

Em linhas gerais, os sinais esperados das variáveis, que explicam a demanda por combustíveis para a amostra do Rio Grande do Sul, estão de acordo com a literatura empírica nacional sobre combustíveis, sobretudo para gasolina e álcool. Os resultados da pesquisa contribuem para a discussão sobre políticas públicas, direcionadas ao setor de transportes, essencialmente com relação ao comportamento da demanda por combustíveis no estado.

Cabe mencionar que esses resultados apenas corroboram com outros estudos empíricos, e o aperfeiçoamento da abordagem econométrica contribuiria com a robustez dos resultados encontrados. Por isso, extensões desse trabalho necessitam levar em conta fatores como endogeneidade, entre as variáveis de estudo, e políticas que afetem diretamente a demanda por combustíveis, como políticas de inovação tecnológicas, políticas de créditos e tributação incidente sobre combustíveis, uma vez que outras variáveis podem afetar o padrão de consumo de combustíveis em período particulares.

REFERÊNCIAS

Agencia Nacional dos Transportes Aquaviários – ANTAQ, 2011.

ALMEIDA, Edilberto Tiago de et al. **Uma Análise da Demanda por Combustíveis Através do Modelo Almost Ideal Demand System para Pernambuco. Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília , v. 54, n. 4, p. 691-708, Dec. 2016. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032016000400691&lng=en&nrm=iso>.access on 19 May 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540406>.

AZEVEDO, B. S. **Análise das elasticidades preço e renda da demanda por combustíveis no Brasil e desagregadas por regiões geográficas**. Dissertação de Mestrado Profissionalizante, Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdades Ibmec, Rio de Janeiro, 2007.

Balanço Energético do Rio Grande do Sul / 2013. Ano base 2012.

Balanço Energético do Rio Grande do Sul / 2015. Ano base 2014.

BURNQUIST, Heloisa Lee; BACCHI, Mirin Rumenos Piedade. **A demanda por gasolina no Brasil: uma análise utilizando técnicas de co-integração**. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – Sober. CEPEA/USP, 2012. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/a-demanda-por-gasolina-no-brasil-uma-analise-utilizando-tecnicas-de-co-integracao-a-apresentado-no-congresso-de-economia-e-sociologia-rural-sober.aspx>>. Acesso em: 18 mai 2017.

CARDOSO, Leonardo Chaves Borges; BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo. **Mensuração das Elasticidades-preço da Demanda, Cruzada e Renda no Mercado de Etanol Brasileiro: um estudo usando painéis cointegrados**. RESR, Piracicaba-SP, Vol. 51, Nº 4, p. 765-784, Out/Dez 2013.

CASTRO, Gustavo Rabelo de. **Modelo de Previsão de Demanda por Combustíveis Automotivos no Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, 2012. 70 Fls.

- CEPLAG – Secretaria do Planejamento, Governança e Gestão / RS (2013).
- CESCA, Igor Gimenes; ARAÚJO, Marial; Silva Bottrel. **ANÁLISE DA DEMANDA DE COMBUSTÍVEIS VEICULARES NO BRASIL ENTRE 2004 E 2014**. REVISTA DE ECONOMIA E AGRONEGÓCIO, VOL.14, Nº 1,2 E 3. Disponível em: < <http://www.revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/328/267> > Acesso em: 18 mai 17.
- Confederação Nacional dos Transportes (2013).
- CNT – Confederação Nacional dos Transportes (2014).
- DOMINGUES, Marcelo de La Rocha. **Superporto de Rio Grande: plano e realidade**. Elementos para uma discussão. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1995.
- FERNANDES, Rosangela Aparecida Soares; Sarah, Cristiane Marcia dos Santos; PEIXOTO, Lorena. **DETERMINANTES DA DEMANDA DE GASOLINA C NO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2002 A 2010**. REVISTA DE ECONOMIA E AGRONEGÓCIO, VOL.10, Nº 1.
- FIGUEIRA, Sérgio Rangel Fernandes; SANCHES, Adhemar; BORGES, Ana Claudia Giannini; SANTOS, David Ferreira Lopes dos. DAVID FCAV/UNESP, JABOTICABAL - SP – BRASIL. **A elasticidade de curto e longo prazo na demanda por etanol hidratado no Brasil no período de janeiro de 2005 até dezembro de 2010**. 51 Congresso da SOBER – Novas Fronteiras da Agropecuária no Brasil e na Amazônia: desafios da sustentabilidade. Belém - PA, 21 a 24 de julho de 2013.
- GONÇALVES, Rodrigo da Rocha; BRAATZ, Jacó; MORAES, Gustavo Inácio. **Infraestrutura de Transportes no Rio Grande do Sul e Desenvolvimento Regional**. In: Escola de Negócios da PUC-RS. Junho/2016. Disponível em: < http://www.pucrs.br/negocios/wpcontent/uploads/sites/6/2016/03/109_RODRIGO-DA-ROCHA-GONCALVES-2.pdf >. Acesso em: 15 mai 17.
- GREENE, W. H. **Econometrics analysis**. 6 ed. New Jersey: Pearson, 2002. 1026p.
- HILL, C.; JUDGE, G; GRIFFITHS, W. **Econometria**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 471p.
- JANK, Marcos Sawaya. **A revolução da agroenergia**, 2006. Disponível em: <http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/cl_pesquisa.php?pg=cl_abre&cd=ohieYb2@AXel>. Acesso em: 07 mar 2017.

MARTINS, Solismar Fraga. **Cidade do Rio Grande: industrialização e urbanidade (1873 – 1990)**. Rio Grande: FURG, 2006.

MELO, André de Souza; SAMPAIO, Yony de Sá Barreto. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 56-83, 2014.

MILANEZI, Paulo Victor Marocco. **Situação dos transportes de carga no Rio Grande do Sul**. In: RS 2030 - Texto de Referência 3. Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã – SEPLAG. Departamento de Planejamento Governamental – DEPLAN. Set, 2013.

MONTE, Edson Zambon. **Uma Aplicação de Dados em Painel para as Despesas Públicas dos Municípios do Espírito Santo**. *Economia-Ensaios*, Uberlândia, 30 (2): 89-119, Jan./Jun. 2016.

MORELLI, Jucy Neiva. **Conheça o Petróleo**, 2ª ed. Melhoramentos. 1966.

NOVO, Ana Luiza Andrade. **Perspectivas para o Consumo de Combustível no Transporte de Carga no Brasil: uma Comparação entre os Efeitos Estrutura e Intensidade no Uso Final de Energia do Setor**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

OLIVEIRA, Michelle Pinto; ALENCAR, Julia Rodrigues de; SOUZA, Geraldo da Silva e Souza. **Energia Renovável: Uma Análise Sobre Oferta e Demanda de Etanol no Brasil**. In: *Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Rio Branco – Acre, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/187.pdf>>. Acesso em 10 mai 17.

ORELLANO, Veronica Fernandez; SOUZA, Alberto De Nes de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. **Elasticidade-preço da demanda por etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados**. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, v. 51, n. 4, p. 699-718, Dec. 2013. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032013000400005&lng=en&nrm=iso>.access>. 19 Mai 2017.

Plano Brasil de Infra-Estrutura e Logística (2009).

POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Transporte Regional Sustentável: alavancas para redução das suas emissões de co2**. Radar - 2012 - Fevereiro – nº 18 - Ipea. Disponível em: <

http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5377/1/Radar_n18_Transporte.pdf>.

Acesso em 18 mai 2017.

Rio Grande do Sul. SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – PELT-RS 2012-2037.

SANT ANNA, Eduardo Pimentel. **ELASTICIDADE DA DEMANDA POR GASOLINA NO BRASIL E O USO DA TECNOLOGIA FLEX FUEL NO PERÍODO 2001-2012**. In: Encontro ANPEC de 2014. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2014/submissao/files_/i8acfa1a7b20d29026ee0ee9ec9b04e17f.pdf>. Acesso em 17 mai.2017.

SAMUELSON e Nordhaus. **Economia**, Editora **Mc Graw Hill**, 12ª edição. Dornbusch, Rudiger e Fischer, Satnley. **Macroeconomia**, Makron Books, 5ª edição.

Pindyck, Robert S. e Rubinfeld, Daniel L.. **Microeconomia**, Makron Books. STOCK, James H; WATSON, Mark W. **Econometria**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

STRAPASSON, Alexandre Betinardi; JOB, Luis Carlos M. de Araújo. **Etanol, meio ambiente e tecnologia: reflexões sobre a experiência brasileira**. Revista de Política Agrícola, Brasília, DF., v. 15, nº. 3, p. 51 a 63, jul./ago./set. 2006. Edição especial Agroenergia.

SUSLICK, S. B. (Org.). **Regulação em petróleo e gás natural**. S.ed. Campinas: Komedi, 2002.

TADEU, Hugo Ferreira Braga. **Cenários de Longo Prazo para o Setor de Transportes e Consumo de Combustíveis** **Cenários de longo prazo para o setor de transportes e consumo de combustíveis**. Belo Horizonte, 2010. 227f.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 3 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 684p.

APÊNDICE

Tabela 5 - Regressão álcool modelo agrupado

Variável Log Consumo álcool	Coef.	Std. Err.	T	P> t	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	0.1151571	.0483542	2.38	0.018	0.020125	0.2101891
Log PIB per capita	0.0607372	0.0346246	1.75	0.080	0.0073116	0.128786
Log população	0.828314	0.105125	7.88	0.000	0.6217083	1.03492
Log preço álcool	-3.156454	0.3485383	-9.06	0.000	3.841448	-2.47146
Log preço gasolina	-1.868747	0.8164606	-2.29	0.023	-3.473364	-.2641296
Log preço diesel	2.681503	0.4616397	5.81	0.000	1.774227	3.588779
Log frota álcool	-0.0771297	0.0322132	-2.39	0.017	-0.1404393	-0.01382
Cons	2.185962	0.4065031	5.38	0.000	1.387047	2.984876
OBSERVAÇÕES		451	451		451	
Teste F (Prob.)	372.40		372.40		372.40	
R ²	0.8303		0.8303		0.8303	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 6 - Regressão Gasolina Modelo Efeito Aleatório

Variável Log Consumo Gasolina	Coef.	Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	0.0598476	0.0388919	1.54	0.124	-0.016379	0.1360743
Log PIB per capita	0.0558143	0.0218681	2.55	0.011	.0129536	.0986751
Log população	0.7339917	0.070183	10.46	0.000	0.59643	0.8715479
Log preço gasolina	-4.293194	0.96865	4.43	0.000	-6.191713	-2.394675
Log preço álcool	1.970968	0.3149639	6.26	0.000	1.353652	2.588286
Log preço diesel	1.477971	0.2413484	6.12	0.000	1.0049371	1.951005
Log frota gasolina	0.0404056	0.0085519	4.72	0.000	0.0236442	0.057167
Cons	3.558597	0.3650684	9.75	0.000	2.8430764	4.274118
OBSERVAÇÕES		451	451		451	
Teste F (Prob)	0.6212		0.6212		0.6212	
R ²	0.6212		0.6212		0.6212	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 7 - Regressão gasolina modelo agrupado

Variável Log	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Consumo álcool						
Log ICMS	0.11172	0.020058	5.57	0.000	0.072298	0.151142
Log PIB percapita	0.0916659	0.0200365	4.57	0.000	0.0522874	0.1310444
Log população	6116139	0.0492523	12.4	0.000	0.5148168	0.7084111
Log preço álcool	5.919241	0.8088748	-7.32	0.000	-7.508949	-4.329532
Log preço gasolina	2.414793	0.3076808	7.85	0.000	1.810098	3.019489
Log preço diesel	1.650499	0.02879681	5.73	0.000	1.084546	2.216453
Log frota álcool	0.0593081	0.0254556	2.33	0.020	0.0092792	0.1093369
Cons	4.03671	0.2642699	15.27	0.000	3.517331	4.556088
<hr/>						
OBSERVAÇÕES	451		451		451	
Teste F (Prob.)	495.91		495.91		495.91	
R ²	0.8620		0.8620		0.8620	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 8 - Regressão álcool modelo aleatório

Variável Log	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Consumo álcool						
Log ICMS	0.0483018	0.0545828	0.88	0.376	-0.0586784	0.1552821
Log PIB per capita	0.0178602	0.0153327	1.16	0.244	-0.0121914	.0479119
Log população	0.9754738	0.1082181	9.01	0.000	0.76337031	1.187577
Log preço álcool	-2.742198	0.2833937	-9.68	0.000	-3.297639	-2.186756
Log preço gasolina	-3.251094	1.037196	-3.13	0.002	-5.283961	-1.218227
Log preço diesel	3.180998	.4526553	7.03	0.000	2.293814	0.68186
Log frota álcool	-0.1037103	0.0290563	-3.57	0.000	-0.1606597	-0.0467609
Cons	2.58136	0.3935803	6.56	0.000	1.8099573	3.352763
<hr/>						
OBSERVAÇÕES	451		451		451	
Teste F (Prob.)						
R ²	0.4790		0.4790		0.4790	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Tabela 9 - Regressão diesel modelo agrupado

Variável Log Consumo diesel	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Log ICMS	0.2563956	0.0468089	5.48	0.000	0.1644004	0.3483908
Log PIB per capita	0.0976682	0.0365192	2.67	0.008	0.0258958	.01694406
Log População	2481948	0.0704189	3.52	0.000	0.1097981	0.3865915
Log preço diesel	-1.762176	0.5576211	-3.16	0.002	2.858087	-0.6662647
Log preço álcool	-0.4709381	0.4837385	-0.97	0.331	-1.421645	0.4797693
Log preço gasolina	4.420525	1.289481	3.43	0.001	1.886266	6.954785
Log frota diesel	0.0635582	0.0202832	3.13	0.002	0.0236949	0.1034216
Cons	2.243803	.4491672	5.00	0.000	1.36104	3.126566
OBSERVAÇÕES	451		451		451	
Teste F (Prob.)	87.44		87.44		87.44	
R ²	0.5378		0.5378		0.5378	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 10 - Regressão diesel modelo efeito aleatório

Variável Log Consumo diesel	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[95% Conf.Interval]	
Log ICMS	0.0139279	0.0869545	0.16	0.873	-0.15649970	0.1843555
Log PIB per capita	0.0394071	0.0288217	1.37	0.172	-0.01708240	0.0958967
Log população	0.6347647	0.1160362	5.47	0.000	0.40733790	0.8621916
Log preço diesel	0.2259262	0.2931205	0.77	0.441	-0.34857950	0.8004319
Log preço álcool	0.6035859	0.2363019	2.55	0.011	0.14044271	0.066729
Log preço gasolina	-0.6693509	0.7137108	-0.94	0.348	-2.0681980	0.7294966
Log frota diesel	0.0264229	0.0060044	4.40	0.000	0.01465450	0.0381913
Cons	3.839007	0.5057557	7.59	0.000	2.847744	4.83027
OBSERVAÇÕES	451		451		451	
Teste F (Prob.)						
R ²	0.2298		0.2298		0.2298	
MUNICÍPIOS	41		41		41	

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 11 - Testes econométricos dos modelos estimados

Testes para gasolina	Coeficiente	Prob>chi2
heterocedasticidade e autocorrelação, EA	1111.28	0.0000
Teste para heterocedasticidade agrupada, EF	1261.51	0.0000
Testes para álcool	Coeficiente	Prob>chi2
heterocedasticidade e autocorrelação, EA	918.16	0.0000
Teste para heterocedasticidade agrupada, EF	16355.17	0.0000
Testes para diesel	Coeficiente	Prob>chi2
heterocedasticidade e autocorrelação, EA	164.31	0.0000
Teste para heterocedasticidade agrupada, EF	4065.85	0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 12 - Amostra dos 41 municípios

Municípios
1°Alegrete
2° Alvorada
3°Bagé
4°Bento Gonçalves
5°Caçapava do Sul
6°Cachoeira do Sul
7°Cachoeirinha
8° Canoas
9° Caxias
10° Chuí
11° Cruz Alta
12° Erechim
13° Esteio
14° Gramado
15° Gravataí
16° Guaíba
17° Ijuí
18° Jaguarão
19° Lajeado
20° Novo Hamburgo
21° Osório
22° Palmeira das Missões
23° Passo Fundo
24° Pelotas
25° Porto Alegre
26° Rio Grande
27° Santa Cruz do Sul
28° Santa Vitória
29° Santana do Livramento
30° Santo Ângelo
31° São Borja
32° São Gabriel
33° São Leopoldo
34° São Luiz Gonzaga
35° Sapiranga
36° Sapucaia do Sul
37° Torres
38° Tramandaí
39° Uruguaiana
40° Vacaria
41° Viamão