

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

MANUELA DE MORAES CZINAR

A demanda de importações de etanol pela Suécia e pela União Europeia

SÃO PAULO
2010

MANUELA DE MORAES CZINAR

A demanda de importações de etanol pela Suécia e pela União Europeia

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Agroenergia.

Campo do conhecimento: Mercado e Logística

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mirian Rumenos Piedade Bacchi

SÃO PAULO
2010

Czinar, Manuela de Moraes.

A demanda de importações de etanol pela Suécia e pela União Européia /
Manuela de Moraes Czinar. - 2010.

80 f.

Orientador: Mirian Rumenos Piedade Bacchi

Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Álcool como combustível – Exportação -- Brasil. 2. Álcool como
combustível – Importação – União Européia. 3. Demanda (Teoria
econômica). 4. Álcool como combustível – União Européia – Modelos
econométricos. I. Bacchi, Mirian R. Piedade. II. Dissertação (mestrado
profissional) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 620.9(4)

MANUELA DE MORAES CZINAR

A demanda de importações de etanol pela Suécia e pela União Europeia

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Agroenergia.

Campo do conhecimento: Mercado e Logística

Data de Aprovação:

__/__/__

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Mirian Rumenos Piedade Bacchi
(orientadora)
USP - ESALQ

Prof^ª. Dr^ª. Marta Cristina Marjotta-Maistro
CCA - UFSCar

Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho
USP - ESALQ

Dedico a meus pais, Franz Czinár (in memoriam) e Dejanira A. de Moraes Czinár.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que me ofereceu durante estes anos de vida e por ter me dado forças para superar momentos tristes e difíceis.

A meu pai, Franz Czinar, por ter estado sempre presente mesmo tendo deixado esta vida durante a condução deste trabalho. Tenho certeza do seu orgulho pela conclusão desta dissertação. Você me acompanha, Papa.

À minha mãe, Dejanira, por compreender meus sonhos e minhas ausências por causa da vida corrida dividida entre estudo e trabalho e por estar sempre oferecendo seu apoio.

Aos meus padrinhos, Ana e Élio, por terem papel importante na minha formação pessoal e acadêmica.

À orientadora Prof^a. Dr^a. Mirian Bacchi meus profundos agradecimentos pela paciência em revisar o conhecimento básico necessário para a condução da pesquisa e pela dedicação durante todas as etapas.

À SCA, especialmente ao meu chefe José Dirlei Marcello e ao diretor Martinho Seiiti Ono, pelo apoio me dado nestes dois anos de curso e por me passarem o conhecimento de mercado e da vida profissional que serão imprescindíveis na minha carreira.

Aos colegas do MPAgro por deixarem o curso mais prazeroso e as viagens para Piracicaba e Campinas mais divertidas. Amadureci muito através da convivência com pessoas mais experientes. Que a amizade perdure por muitos anos!

RESUMO

A demanda de importações de etanol pela Suécia e pela União Europeia

Como consequência da crescente preocupação, especialmente dos países desenvolvidos, em relação à dependência do petróleo e às mudanças climáticas, a participação dos biocombustíveis na matriz energética global está se tornando cada vez mais relevante. No Brasil, o mercado interno foi o determinante para o desenvolvimento da indústria sucroalcooleira nos últimos anos, mas sabe-se que a continuação desta tendência no médio prazo dependerá da demanda internacional pelo etanol brasileiro. De forma a compreender o potencial importador de etanol da União Europeia e, em particular, da Suécia, propôs-se, nesta dissertação, analisar os determinantes de suas importações. O presente trabalho descreveu a evolução do mercado de etanol no bloco, focando-se nos incentivos e políticas adotadas na Suécia, país-membro que está mais avançado na substituição da gasolina pelo etanol. Utilizando-se de dados de 2006 a 2009 e assumindo que as importações de etanol são resultantes de um excesso de demanda doméstica pelo biocombustível, analisaram-se as relações econômicas entre as variáveis. Observou-se que as variáveis associadas à demanda daquele bloco são, de forma geral, mais importantes na explicação do *quantum* importado do combustível do que as variáveis associadas à oferta regional. O impacto do aumento em 1% do preço da gasolina é de decréscimo de aproximadamente 1,8% nas importações de etanol. Quando o preço deste se eleva 1% na União Europeia, reduz em 1,4% as importações. Já em sentido oposto se movimentam as importações quando ocorre alteração na renda (PIB) e no preço do trigo, o principal insumo. Acréscimo de 1% na renda e no preço do trigo geram, respectivamente, 10,1% e 1,4% de crescimento nas importações de etanol. Assim, as principais oportunidades de exportação de etanol brasileiro para o bloco podem se dar por possíveis frustrações da safra de cereais e pelo crescimento da renda europeia. Já a tendência de ascensão do preço do petróleo pode ter impacto negativo na demanda de etanol, caso não haja compensação através de políticas mais agressivas de uso de biocombustíveis. As importações suecas comportam-se de maneira semelhante às do bloco quando ocorrem choques. Um por cento de elevação no preço da gasolina sueca reduz em 2,71% as importações de etanol e, estas crescem 4,4% quando do acréscimo de 1% do PIB do país. Importante é o impacto nas importações da frota preparada para E85: 1% de elevação nesta frota gera acréscimo de 8% no volume importado. Desta forma, a extinção recente de alguns incentivos para a compra de veículos movidos a E85 pode significar estabilidade da necessidade de importações de etanol relacionada a esta variável, passando então a renda a ter um papel mais importante no crescimento das importações. Já o coeficiente do preço do E85 apresentou-se estatisticamente não diferente de zero, podendo este resultado ser consequência de uma possível diferença do perfil dos proprietários de carros movidos a E85, relativamente ao dos proprietários de carros movidos exclusivamente à gasolina, dando margem a uma política de preços mais remuneradora para os produtores de etanol, sendo estes suecos ou brasileiros, com baixo impacto sobre a demanda.

Palavras-chave: Etanol; Biocombustíveis; Demanda de Importações; Suécia; União Europeia

ABSTRACT

Ethanol Import Demand by Sweden and the European Union

As a result of growing concerns, especially in developed countries, with respect to oil dependence and climate change, the share of biofuels in the global energy mix is becoming increasingly relevant. In Brazil, the internal market has been the determinant factor for the sugar industry development in recent years. However the continuation of this trend in the midterm depends on international demand for Brazilian ethanol. In order to understand the potential imports of ethanol by the European Union and in particular Sweden, it was proposed in this dissertation, the analysis of the determinant factors of their imports. This paper described the evolution of the ethanol market in the bloc, focusing on incentives and policies adopted in Sweden, member country which is at the forefront in replacing gasoline with ethanol. Using data from 2006 to 2009 and assuming that imports of ethanol are a result of excess domestic demand for biofuels, we analyzed the economic relations between the variables. It is observed that the variables associated with demand in that region are in general more important in explaining the *quantum* of imported fuel than the variables related to regional supply. The impact of 1% increase in the price of gasoline is approximately 1.8% decrease in imports of ethanol. When the price rises of 1% in the EU reduces imports by 1.4%. Imports move in the opposite direction when changes occur in income (GDP) and the price of wheat, the main feedstock. 1% increase in income and in the price of wheat generate, respectively, 10.1% and 1.4% growth in imports of ethanol. Thus, the main export opportunities of Brazilian ethanol to the EU can be given for possible frustrations of the cereals harvest and by income growth in the region. A trend of rising oil prices may have negative impact on ethanol demand, if no compensation policies through more aggressive use of biofuels are adopted. Swedish imports behave similarly due to shocks. A one percent rise in gasoline prices reduces by 2.71% Swedish imports of ethanol, and these grow 4.4% when there is an addition of 1% of GDP. The impact on imports of the fleet ready for E85 is important: 1% increase in this fleet generates 8% growth in the quantity imported. Thus, the recent extinction of some incentives to buy vehicles that run on E85 can mean stability of the need for ethanol imports related to this variable, taking the income a greater role in the growth of imports. The coefficient of the price of E85 showed not to be statistically different from zero. This result may be due to a possible difference between the behavior of owners of cars running on E85 and of the owners of cars that run exclusively on gasoline, allowing for a higher pricing policy for producers of ethanol, Swedish or Brazilian, with low impact on demand.

Keywords: Ethanol; Biofuels; Import Demand; Sweden; European Union

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	Objetivos	15
1.2.	Estrutura do trabalho	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1.	O mercado de etanol na Suécia e na União Europeia	17
2.1.1	Demanda	17
2.1.2.	Oferta	25
2.2.	Demanda de importação	32
3.	METODOLOGIA	46
3.1.	Especificação da equação de excesso de demanda interna	46
3.2.	Modelo empírico	47
3.3.	Testes econométricos	49
3.3.1.	Testes de raiz unitária	49
3.3.2.	Teste de raiz unitária na presença de quebra estrutural	51
3.3.3	Testes de co-integração	51
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1.	Análise gráfica	54
4.2.	Resultado dos testes econométricos e dos modelos ajustados	62
4.2.1.	Resultados dos testes de raiz unitária	63
4.2.2.	Resultados dos modelos de demanda por importação de etanol	65
4.2.2.1.	Demanda por importação de etanol da Suécia	65
4.2.2.2.	Demanda por importação de etanol da União Europeia	67
5.	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICES	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Venda de veículos leves na Suécia e participação dos veículos movidos a E85	19
Gráfico 2 – Participação dos diferentes tipos de veículos “limpos” nas vendas totais na Suécia e na cidade de Estocolmo em 2008	20
Gráfico 3 – Preço dos combustíveis para o consumidor e paridade E85/gasolina	21
Gráfico 4 – Evolução da venda de combustíveis na Suécia e relação etanol/gasolina	22
Gráfico 5 – Preço do etanol e do biodiesel na União Europeia	24
Gráfico 6 – Demanda de diesel e gasolina nos países-membros da União Europeia em 2008	24
Gráfico 7 – Participação do etanol na demanda de gasolina na União Europeia	25
Gráfico 8 – Matérias-primas utilizadas na produção de etanol na União Europeia em 2008	26
Gráfico 9 – Evolução da produção de etanol na União Europeia	28
Gráfico 10 – Evolução da produção de etanol na Suécia	29
Gráfico 11 – Importações líquidas de etanol pela Suécia	31
Gráfico 12 – Evolução do preço da gasolina no varejo (base = nov. 2009), em Coroas Suecas (SEK) por litro. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal.....	54
Gráfico 13 – Evolução do preço médio da gasolina na França, Alemanha e Suécia (base = nov. 2009), em Euros (€) por litro. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série mensal.....	55
Gráfico 14 – Evolução do preço do etanol de origem europeia, FOB Roterdã terminal 2 (base = nov. 2009), em Euros (€) por m ³ . Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.....	55
Gráfico 15 – Evolução do preço do trigo na Bolsa LIFFE, (base = nov. 2009), em Euros (€) por cem toneladas. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.....	56
Gráfico 16 – Evolução da capacidade instalada de produção de etanol na União Europeia, em mil m ³ . Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série anual mensalizada.....	56

Gráfico 17 – Evolução do preço do etanol importado, FOB Roterdã terminal 1 (base = nov. 2009), em Euros (€) por m ³ . Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.....	57
Gráfico 18 – Evolução do preço do E85 no varejo sueco (base = nov. 2009), em Coroas Suecas (SEK) por litro. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal.....	57
Gráfico 19 – Evolução da frota sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina, em unidades. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal estimada.....	58
Gráfico 20 – Evolução da frota francesa, alemã e sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina, em unidades. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série mensal estimada.....	58
Gráfico 21 – Evolução da frota sueca de veículos de passeio preparada para utilizar E85, em unidades. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal estimada....	59
Gráfico 22 – Evolução do Produto Interno Bruto sueco (base = nov. 2009), em milhões de Coroas Suecas (SEK). Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série trimestral mensalizada.....	59
Gráfico 23 – Evolução do Produto Interno Bruto da França, Alemanha e Suécia (base = nov. 2009), em milhões de Euros (€). Europa, abril de 2006 a outubro de 2009. Série trimestral mensalizada.....	60
Gráfico 24 – Evolução da importação sueca de etanol, em m ³ . Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série Mensal.....	60
Gráfico 25 – Evolução da importação de etanol pela União Europeia, em m ³ . Europa, abril de 2006 a outubro de 2009. Série Mensal.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Impostos sobre os combustíveis em 2009 – SEK/litro	22
Tabela 2 –	Quantidade utilizada de matéria-prima para a produção de etanol na Suécia- mil toneladas	29
Tabela 3 –	Balanço de Etanol da União Europeia – mil m ³	30
Tabela 4 –	Balanço de etanol na Suécia – mil m ³	30
Tabela 5 –	Resultados obtidos por Elobeid, A. e Tokgoz, S.....	42
Tabela 6 –	Resumo dos testes de Dickey-Fuller	50
Tabela 7 –	Resultados dos testes de raiz unitária DFA em nível para as variáveis dos modelos	64
Tabela 8 –	Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da Suécia	66
Tabela 9 –	Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da Suécia - sem inclusão da variável dependente defasada	67
Tabela 10 –	Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia	68
Tabela 11 –	Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia (modelo alternativo incluindo frota e capacidade instalada)	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Resumo das principais ações relacionadas ao desenvolvimento do mercado de veículos “limpos”	18
------------	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama esquemático do processo de produção de etanol e DDGS a partir de grãos e melado	27
---	----

1. INTRODUÇÃO

As discussões acerca da dependência do petróleo e da diversificação da matriz energética se tornaram mais comuns nos últimos anos, especialmente após os países voltarem as suas preocupações para o aquecimento global e as mudanças climáticas, cujas causas estão relacionadas à emissão de gases como o dióxido de carbônico, o metano e o óxido nitroso (IPCC, 2007).

Os transportes foram responsáveis por 60,5% da demanda de petróleo no mundo em 2006 (IEA, 2008) e por 13,1% das emissões de gases (contabilizados em CO₂-equivalente) em 2004 (IPCC, 2007). Tomando como exemplo os Estados Unidos, país no qual o índice de veículos *per capita* é alto, o transporte respondeu em 2007 por 70% do consumo de petróleo (EIA, 2008a) e por 28% das emissões (EIA, 2008b).

Visando atender aos critérios do Protocolo de Quioto¹, do qual a União Europeia é signatária, a Comissão Europeia criou, em 2003, a Diretiva 2003/30/EC, na qual foi estabelecido que a participação de biocombustíveis nos transportes, de todo país-membro, deveria atingir a meta de 2% em termos de energia, ao final de 2005 e, 5,75% em 2010 (UNIÃO EUROPEIA, 2003). Em dezembro de 2008, a Comissão Europeia aprovou a Diretiva 2009/28/EC, na qual foram definidas metas ainda mais agressivas, estabelecendo que 10% da energia utilizada pelo setor de transportes devam ser provenientes de fontes renováveis, o que inclui biocombustíveis, carros elétricos e outras tecnologias que possam vir a ser desenvolvidas (UNIÃO EUROPEIA, 2009b).

Além das diretivas da União Europeia que guiam os países-membros, há legislação específica em cada país para que as metas possam ser atingidas. Este trabalho pretende focar-se no desenvolvimento da legislação e da demanda por biocombustíveis na Suécia, especialmente por etanol, por ser este país considerado modelo neste setor na Europa.

Uma das mais importantes iniciativas para a popularização do etanol na Suécia foi a lei SFS 2005:1248, a qual obriga os postos de combustíveis que vendam acima de um determinado volume, a oferecerem no mínimo um tipo de combustível renovável aos seus clientes. Outro estímulo dado ao consumo relaciona-se à introdução de um bônus para os

¹ (...) acordo internacional patrocinado pela ONU, firmado em 1997 por 59 países, na cidade de Quioto, no Japão. O protocolo inscreve-se no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, tendo por objetivo reduzir as emissões de GEE em nações industrializadas – por meio de metas que correspondem, em média, à redução de 5,2% sobre o montante emitido pelo país em 1990 – e, estabelecer modelo de desenvolvimento limpo para os países emergentes. (AGROANALYSIS, 2009)

compradores de veículos “limpos” dentro dos padrões estabelecidos pelo *Swedish Road Administration* em abril de 2007, além de descontos em estacionamento e isenção de pedágio urbano para estes veículos (BEDEROFF, 2008).

A Suécia conta atualmente com três plantas de etanol, com capacidade instalada total de 310 mil m³, utilizando como principal matéria-prima o trigo (EBIO, 2010a). Estima-se que a produção no ano de 2009 tenha totalizado 215 mil m³, enquanto que o consumo chegou a 410 mil m³. As importações de 220 mil m³, em 2009, foram imprescindíveis para que a demanda continuasse a crescer, representando assim, as importações líquidas mais de 40% do consumo sueco de etanol (WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT, 2010a).

Em 2009, a União Europeia importou 1,3 milhão de m³ de etanol, sendo mais de 35% provenientes do Brasil (WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT, 2009b), configurando-se no segundo principal importador de etanol brasileiro, ficando somente atrás dos Estados Unidos.

O crescimento da demanda sueca se deve, como veremos adiante em maior detalhe, ao aumento da frota de veículos movidos a E85 (85% etanol e 15% de gasolina, sendo que o teor de gasolina é um pouco maior durante o inverno) e por políticas que estabeleceram ônibus e caminhões movidos a ED95 (95% etanol e 5% de aditivo). Ademais, a produção local é pequena devido à restrita disponibilidade de terras agricultáveis para expansão da produção de culturas energéticas, pelo menos enquanto as tecnologias de produção de etanol celulósico ainda não estiverem consolidadas e se mostrem economicamente viáveis.

Em razão do crescimento da oferta não acompanhar na mesma velocidade o aumento da demanda, a Suécia e a União Europeia ainda devem continuar dependentes de importações de etanol para que possam seguir alinhadas à sua legislação com forte apelo ambiental, justificando um estudo sobre as variáveis de influência nas importações, de maneira que o Brasil possa aproveitar oportunidades de exportação para estes destinos.

1.1. Objetivos

Neste trabalho pretende-se determinar a influência das principais variáveis deslocadoras da oferta e demanda desse combustível na importação de etanol pela Suécia entre abril de 2006 a outubro de 2009. Com base na metodologia e nos resultados encontrados, procurar-se-á expandir a análise para a União Europeia.

1.2. Estrutura do trabalho

Após a introdução deste trabalho, seguem-se mais quatro capítulos. No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica com a caracterização do mercado de etanol na Suécia e na União Europeia, além do levantamento de trabalhos publicados, os quais abordam os principais tópicos nos quais se baseou esta dissertação. O capítulo 3, Metodologia, discorre sobre a fundamentação teórica da função de demanda de importação e sobre a especificação da equação de excesso de demanda interna, seguindo para a modelagem empírica e a abordagem dos procedimentos econométricos envolvidos. O capítulo 4, Resultados e Discussão, traz os resultados através da análise gráfica das séries, dos testes econométricos realizados e da modelagem utilizada. A dissertação finaliza com um capítulo dedicado às conclusões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O mercado de etanol na Suécia e na União Europeia

2.1.1. Demanda

Além das metas estabelecidas pela Comissão Europeia para o uso de energia renovável, discutidas anteriormente, a diretiva inclui critérios de sustentabilidade que deverão ser seguidos pelos produtos, sendo que há um grande peso para a redução de gases causadores do efeito estufa (GEE) de cada matéria-prima. Se não se considerar as tecnologias de etanol celulósico ainda em desenvolvimento, no critério de redução de gases, o etanol de cana-de-açúcar leva a maior vantagem entre os biocombustíveis com parcela significativa de mercado em janeiro de 2008, apesar de ainda haver grande polêmica em relação ao impacto do uso deste produto na ocupação da terra (UNIÃO EUROPEIA, 2009b). Adicionalmente, a inclusão de critérios relacionados a aspectos sociais da produção de biocombustíveis segue em discussão.

Como já foi mencionado, além das diretivas da União Europeia que guiam os países-membros, há legislação específica em cada país para que as metas possam ser atingidas. Na Suécia, como marco inicial das medidas de incentivo pode ser citada a criação do programa de demonstração de veículos elétricos e híbridos pelo governo nacional, o qual vigorou entre os anos de 1993 a 2000. Já na capital do país, o projeto “*Clean Vehicles*” foi criado em 1994 e englobou diversas atividades relacionadas à promoção de veículos “limpos” e de combustíveis renováveis (BEST, 2009).

BEST (2009) utiliza uma “curva S” para explicar o desenvolvimento do mercado sueco de veículos “limpos”. De acordo com o relatório, de 1992 a 2004, ocorreram as fases de iniciação e introdução no mercado. Foi somente a partir de 2005 que o mercado passou a se desenvolver e a venda de veículos “limpos” ganhou impulso. As principais medidas de impacto positivo foram a isenção de pagamento de estacionamento residencial em Estocolmo em maio de 2005, seguida da isenção de pedágio urbano em janeiro de 2006. Neste mesmo ano passou a vigorar a lei SFS 2005:1248, a qual obrigou os postos de combustíveis que vendessem acima de um determinado volume a oferecerem no mínimo um tipo de combustível renovável aos seus clientes, como já foi citado, o que resultou no rápido

crescimento da disponibilidade de bombas de E85, estando presentes atualmente em cerca de 1.400 postos do total de 3.500 existentes no país (BEST, 2009). No ano seguinte, foi introduzido um bônus de 10.000 coroas suecas (SEK) para os compradores de veículos “limpos” dentro dos padrões estipulados pelo *Swedish Road Administration* (BEDEROFF, 2008). O Quadro 1 resume as principais iniciativas relacionadas ao desenvolvimento do mercado de veículos “limpos” na Suécia e na cidade de Estocolmo:

Fase	Período	Região	Ações		
Inicição	1992-2000	Estocolmo	Gestão da frota municipal integra o projeto nacional de demonstração de veículos elétricos em 1992		
			Projeto <i>Clean Vehicles</i> inicia em 1994		
			A cidade adota a decisão estratégica de dar suporte a três tecnologias de veículos alternativos: elétrico/híbrido, etanol e biogás (Programa de ações de 1996)		
			Estocolmo estabelece a meta de substituir 200 veículos de sua frota pública (de um total de 1500 veículos)		
			Cidades participantes do projeto "ZEUS" da União Europeia trabalham para identificar barreiras para os veículos "limpos"		
		Suécia	A cidade inicia um processo de compra para aumentar o número de veículos flex no mercado sueco com o suporte da Delegação Sueca para a Tecnologia Sustentável em 1998		
			Governo cria o programa de demonstração de veículos elétricos e híbridos 1993-2000		
			O primeiro Ford Taurus <i>Flex</i> é fornecido para <i>leasing</i> em 1994		
			A cooperativa de consumo de combustíveis OK/Q8 se compromete a construir bombas de E85 nas cidades com pelo menos dez veículos flex		
			Primeira entrega do Renault Clio <i>Electrique</i> em 1995		
Introdução no Mercado	2001-2004	Estocolmo	Como resultado da iniciativa da cidade de compra conjunta, o modelo Ford Focus <i>Flexi Fuel</i> tem seu lançamento mundial realizado na Suécia em janeiro de 2001		
			Através do projeto da União Europeia "Trendsetter", criou-se uma rede de empresas para que tivessem pelo menos um veículo "limpo" em suas frotas		
			Governo municipal iniciou o pagamento de um bônus para os táxis "ambientalmente corretos" em fevereiro de 2004		
		Suécia	O veículo elétrico híbrido Toyota Prius é lançado no país em 2000		
			Desconto para o imposto automotivo para empresas de veículos "limpos" é introduzido em 2001		
		Desenvolvimento do Mercado	2005-2006	Estocolmo	Cidade isenta os veículos "limpos" do pagamento de estacionamento residencial em maio de 2005 e dá licenças para o estacionamento comercial gratuito
					Táxis, empresas de aluguel de veículos e de entregas recebem subsídios
					O aeroporto de Arlanda dá prioridade na fila para táxis "limpos" em dezembro de 2005
					Veículos "limpos" ficam isentos de pagamento durante o teste para o pedágio urbano no 1º semestre de 2006
				Suécia	Estocolmo integra projeto europeu BioGasMax (biogás) e lidera o projeto BEST (etanol) 2006-2010
Definição de veículos "limpos" é introduzida					
Sucesso Parcial no Mercado	2007-2010	Estocolmo	Pedágio urbano se torna definitivo e veículos "limpos" comprados antes de janeiro de 2009 ficam isentos até 2012		
			Governo não prolonga a isenção de estacionamento para veículos "limpos" depois de dezembro de 2008		
		Suécia	Subídio de SEK 10.000 para a compra de veículos "limpos" por pessoas físicas de abril de 2007 a dezembro de 2009, tendo sido antecipado o fim para junho de 2009. Foi substituído por isenção de pagamento de imposto sobre veículos por 5 anos, a partir de janeiro de 2010, retroativo a veículos comprados a partir de julho de 2009. Demais veículos deverão pagar SEK 5 por grama de CO ₂ emitido.		

Quadro 1 – Resumo das principais ações relacionadas ao desenvolvimento do mercado de veículos “limpos”

Fonte: Adaptado de BEST, 2009 e USDA, 2009.

Resultando dos estímulos dados à venda de veículos “limpos” na Suécia, a participação dos veículos movidos a E85 no total das vendas passou de 9% em janeiro de 2007 para mais de 28% em outubro de 2008, pico atingido quando do início da crise econômico-financeira (BILSWEDEN, 2009) (Gráfico 1). Estima-se que estes veículos representavam aproximadamente 3% da frota total em circulação no país ao final de 2008 (140 mil veículos movidos a E85 numa frota total de 4,6 milhões de veículos leves) (BEST, 2009).

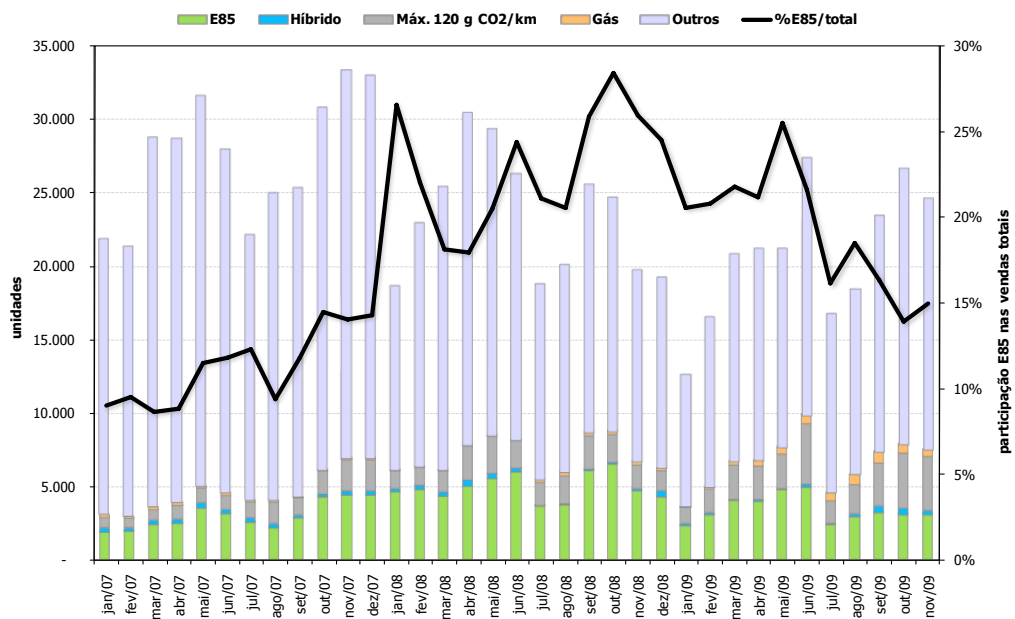


Gráfico 1 – Venda de veículos leves na Suécia e participação dos veículos movidos a E85

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de BILSWEDEN, 2009.

Segundo Best (2009), a frota de veículos “limpos” se concentra em Estocolmo, onde estão 18% da frota sueca, mas um terço dos veículos *flex*, um quarto dos veículos movidos a biogás e com baixa emissão de CO₂ e mais de 40% dos veículos elétricos híbridos, representando todos estes tipos cerca de 8% da frota local em 2008 (Gráfico 2).

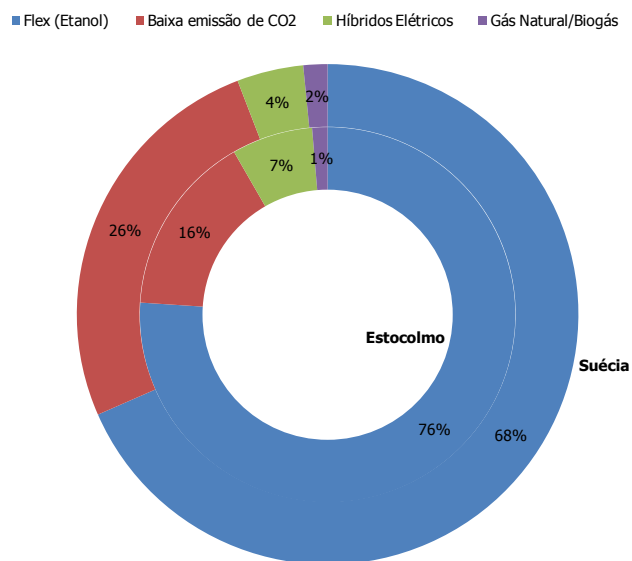


Gráfico 2 – Participação dos diferentes tipos de veículos “limpos” nas vendas totais na Suécia e na cidade de Estocolmo em 2008

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de BEST, 2009.

Best (2009) buscou medir, através de análise estatística, o resultado das principais medidas de estímulo adotadas, utilizando para isso dados mensais de licenciamento de veículos “limpos” na cidade de Estocolmo como a variável dependente, e como variáveis explicativas o preço relativo do E85 e da gasolina, isenção de pagamento de estacionamento e de pedágio urbano, número de postos oferecendo combustíveis alternativos, disponibilidade de modelos “limpos”, renda e parcela da população com formação universitária. O período analisado foi de outubro de 2004 a outubro de 2008. Para explicar a evolução no tempo do número de veículos “limpos”, o autor utilizou o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), controlando o comportamento tendencial, a sazonalidade e um *outlier* em março de 2006, quando a empresa SAAB lançou um novo modelo. As variáveis que não se mostraram estatisticamente significantes foram excluídas do modelo e a introdução de pedágio urbano foi incluída como variável *dummy*. As variáveis que se mostraram significativas na análise, ao nível de 95%, foram: teste e introdução permanente de pedágio urbano defasados em três períodos (t-3) e relação de preços entre os combustíveis.

Best (2009) realizou também análise com dados “*cross section*”, sendo a variável dependente a parcela de veículos “limpos” da frota de cada município sueco. O pedágio urbano só é pago em Estocolmo e foi considerado como uma variável *dummy* para este local. Foram consideradas ainda uma defasagem de primeira ordem para os municípios que fazem divisa com Estocolmo e uma defasagem de segunda ordem para os “vizinhos dos vizinhos” da

capital. *Outliers* nestes dados são os da cidade de Solna, local onde empresas de aluguel de carros estão sediadas, de Trollhättan, cidade que sedia a empresa automotiva SAAB e de Skövde, onde a empresa automotiva Volvo é uma grande empregadora local. A isenção de pagamento de estacionamento e de pedágio urbano mostrou-se significativa para a cidade de Estocolmo e seus vizinhos imediatos. O poder explicativo da variável educação foi maior que o da renda, sendo que a possível explicação para este resultado é a de que famílias de maior renda costumam preferir veículos de maior porte, os quais têm menos modelos “limpos” disponíveis. Com base nos resultados obtidos, Best simulou o impacto do fim da isenção de pagamento de pedágio urbano, o que ocorreu para os veículos “limpos” comprados depois de janeiro de 2009. O mesmo efeito foi estimado num cenário de relação de preços desfavorável para o consumo de E85, situação averiguada em novembro de 2008, quando os preços do petróleo e da gasolina caíram de forma significativa devido à crise econômico-financeira mundial (Gráfico 3).

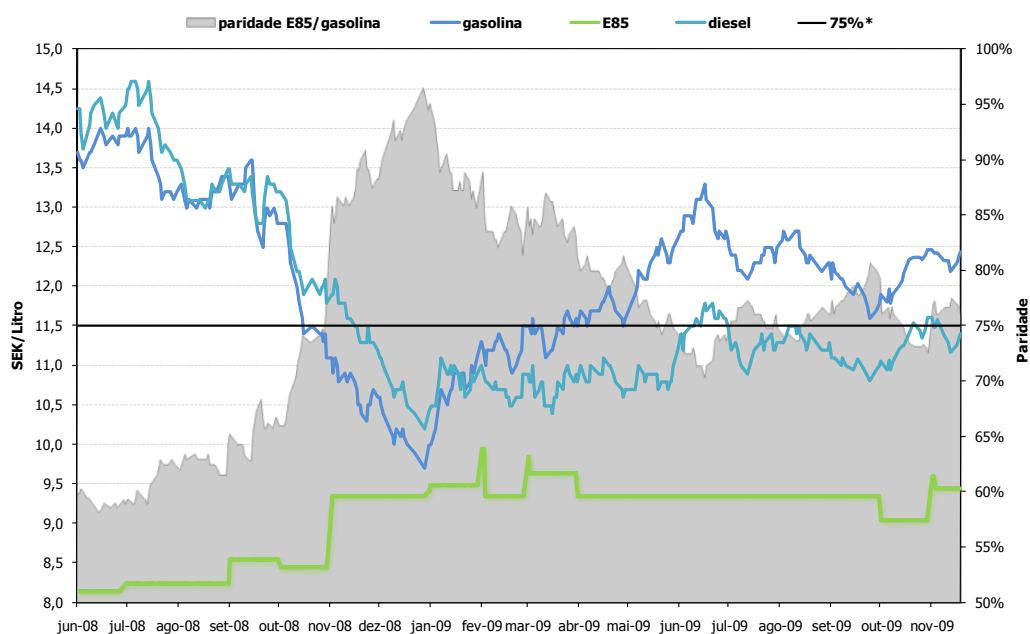


Gráfico 3 – Preço dos combustíveis para o consumidor e Paridade E85/gasolina

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de JET, 2009.

Nota: * 75% é a relação de equivalência de preços entre E85 e gasolina de acordo com seu conteúdo energético.

Os impostos incidentes sobre os combustíveis influenciam diretamente a sua atratividade para o consumidor. De forma a estimular a demanda por combustíveis renováveis, o governo sueco isenta o etanol e o biodiesel dos impostos sobre energia e dióxido de carbono, os quais representam entre 40 a 60% do preço final ao consumidor da gasolina e do diesel (Tabela 1).

Tabela 1 – Impostos sobre os combustíveis em 2009 – SEK/litro

Combustível	Imposto sobre Energia	Imposto sobre Dióxido de Carbono	Imposto sobre Enxofre	Total	Total (incluindo imposto sobre valor agregado)
Gasolina Convencional	3,08	2,44	0	5,52	6,90
Óleo Diesel	1,33	3,01	0	4,34	5,42
Etanol/Biodiesel	0	0	0	0	0

Fonte: USDA, 2009

Além dos 75 a 85% de etanol contido no E85, está permitido, desde 2001, que a gasolina vendida no país possa conter até 5% de etanol em sua composição. Dado que o etanol é isento de impostos, a adição à gasolina se mostra viável e é bastante utilizada. A partir de dezembro de 2010, o governo pretende aumentar este percentual para 10% possibilitado pela aprovação da diretiva europeia de qualidade dos combustíveis 2009/30/EC em abril de 2009 (UNIÃO EUROPEIA, 2009a).

A combinação da mistura de 5% de etanol à gasolina, estímulos para o desenvolvimento da frota de veículos “limpos” e relação de preços atrativa para o E85 em momentos específicos, resultou no rápido crescimento da venda de E85 e da representatividade do etanol na demanda de combustíveis para o transporte, estando no segundo semestre de 2009 na casa dos 8% em volume (Gráfico 4).

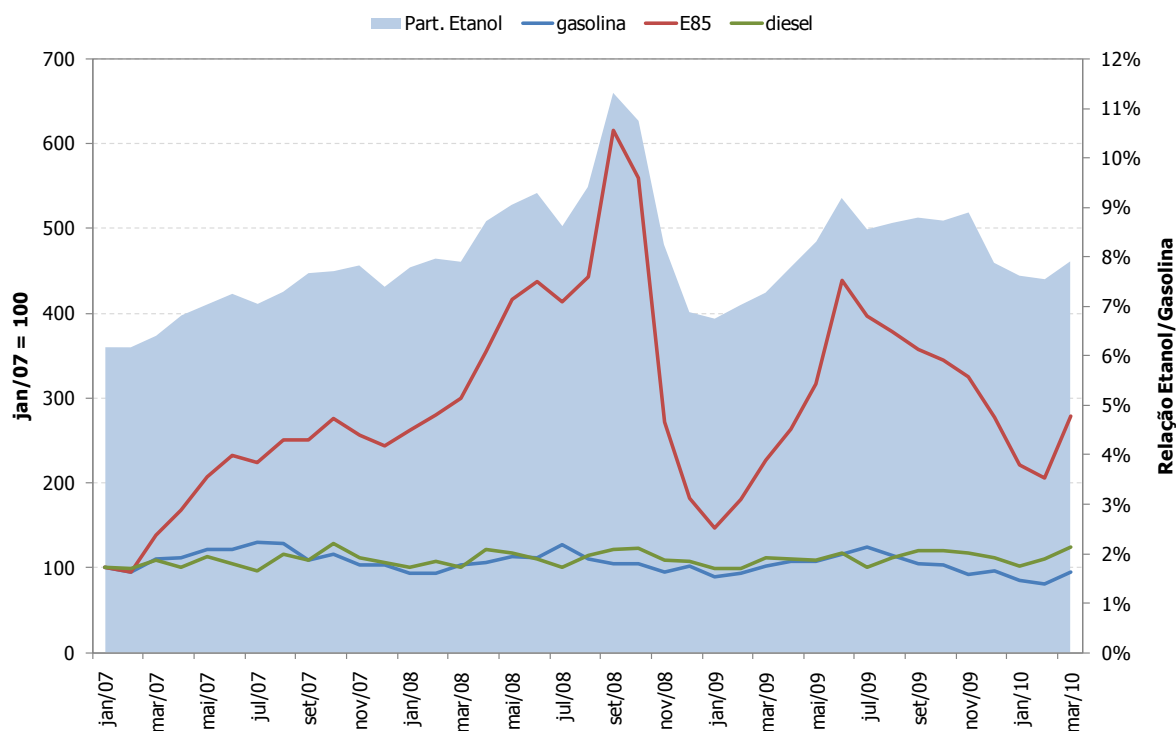


Gráfico 4 – Evolução da venda de combustíveis na Suécia e Relação Etanol/Gasolina
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de SPI, 2009

Além de veículos leves movidos a E85, na Suécia também há ônibus movidos a ED95, combustível composto por 95% de etanol e 5% de aditivo detonante utilizado em motores a diesel modificados. A introdução destes veículos ocorreu na década de 1980 e, atualmente, cerca de 600 ônibus operam no país, sendo que há 400 somente na cidade de Estocolmo. O objetivo da empresa de transporte público SL é de ter 50% da sua frota utilizando combustíveis renováveis em 2011 e 100% em 2025 (STOCKHOLM, 2009). A demanda anual de ED95 pela capital do país está estimada em 24 mil m³ em 2008 e 30 mil m³ em 2009 (ERICSON, 2009).

Recentemente também entraram em fase de testes nas frotas de empresas de logística e coleta de lixo na Europa e, também em unidades produtoras de etanol no Brasil, caminhões movidos a ED95 (STRÖMBERG, 2009). A expansão do uso deste combustível em veículos pesados e no transporte público deve aumentar a demanda pelo etanol nos próximos anos.

Os incentivos dados para a venda de veículos “limpos” e para a introdução de ônibus e caminhões movidos a etanol estão em consonância com o objetivo maior do governo sueco de redução de emissão de gases. Em 16 de junho de 2009 foi aprovado um pacote de metas visando este objetivo, como: redução da emissão de gases em 40% em 2020 em relação aos níveis de 1990, 50% de toda energia deve ser proveniente de fontes renováveis em 2020, frota de veículos independente de fontes fósseis em 2030 e emissão líquida nula de gases em 2050 (USDA, 2009).

Para a União Europeia, a situação é diferente da observada na Suécia. Atualmente, mais de 50% dos veículos vendidos na União Europeia são movidos a diesel. Isso se deve porque, em geral, o preço do diesel na bomba é menor que o da gasolina, fazendo com que se torne atrativo para o uso em veículos leves, especialmente nos anos recentes com o aprimoramento dos motores a diesel destinados aos veículos de menor porte (EUROPIA, 2009).

Em alguns países-membros o consumo de diesel é bem maior que o de gasolina, o que estimula o consumo de biodiesel em detrimento do etanol. Além disso, nos últimos meses, o preço do biodiesel esteve abaixo do preço do etanol, como se pode perceber no Gráfico 5.

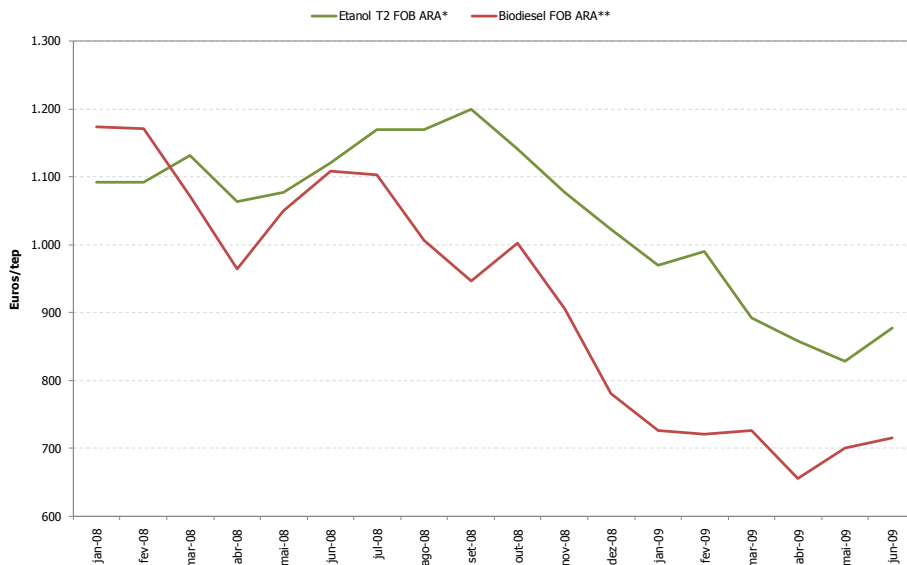


Gráfico 5 – Preço do etanol e do biodiesel na União Europeia

Fonte: WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2009a)

Nota: FOB ARA: Preço *Free on Board* nos portos de Antuérpia, Roterdã ou Amsterdã. T2: *Terminal 2* (produto originário de países da União Europeia ou produto que já pagou imposto de importação).

Discussões acerca desta política vêm ocorrendo porque a Europa produz um excedente de gasolina, exportada principalmente para os Estados Unidos, enquanto enfrenta um déficit de diesel, importando o produto em grande parte da Rússia (EUROPIA, 2009). No Gráfico 6 pode-se observar a demanda de diesel e de gasolina nos países-membros da União Europeia.

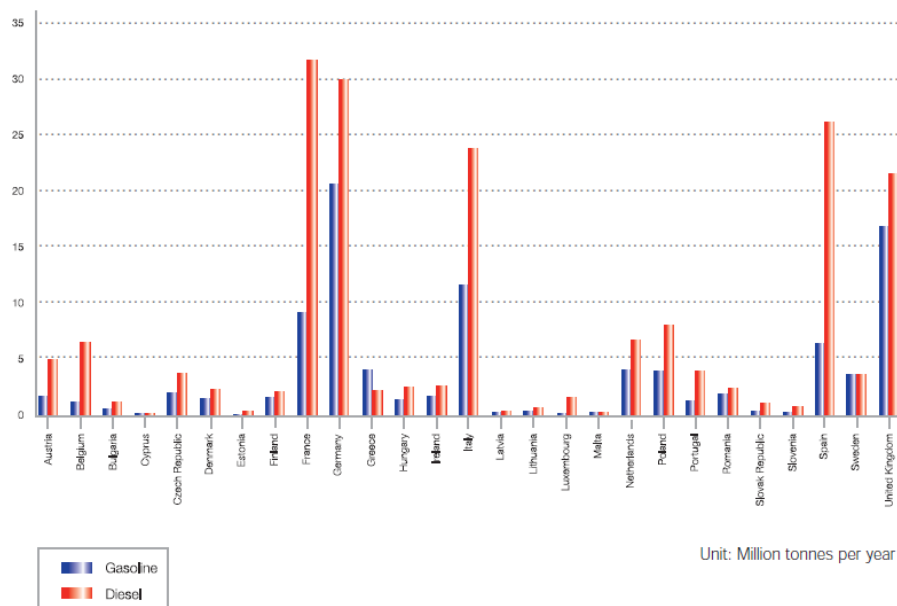


Gráfico 6: Demanda de diesel e gasolina nos países-membros da União Europeia em 2008

Fonte: EUROPIA, 2009

Apesar das características do mercado europeu o tornarem menos favorável para a demanda de etanol, o consumo desse combustível vem crescendo na região e atingiu em 2009 a parcela de 4% da demanda de gasolina, ou 4,4 milhões m³ (TODD, 2009 e WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT, 2010b) (Gráfico 7).

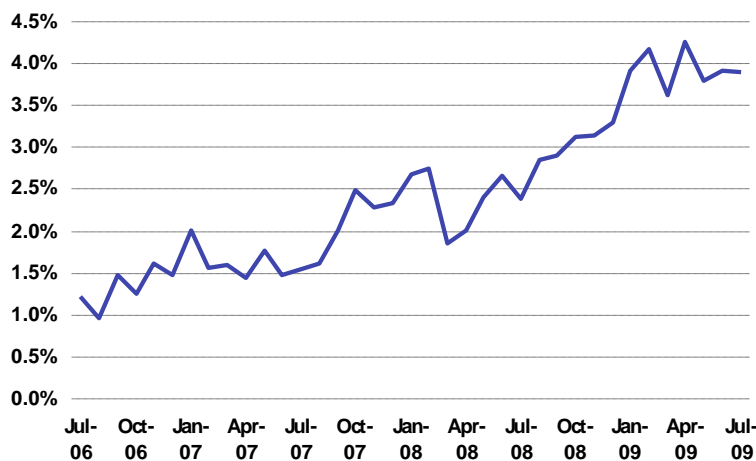


Gráfico 7 - Participação do etanol na demanda de gasolina na União Europeia
Fonte: TODD, 2009

2.1.2. Oferta

Enquanto no Brasil o etanol é produzido somente da cana-de-açúcar, na Europa há uma grande diversidade de matérias-primas, como o trigo, cevada, centeio, milho, beterraba açucareira e vinho (uvas), sendo que a maioria das plantas europeias está preparada para operar com vários tipos de cereais e outras também usam a mesma estrutura industrial para processar a beterraba (Gráfico 8).

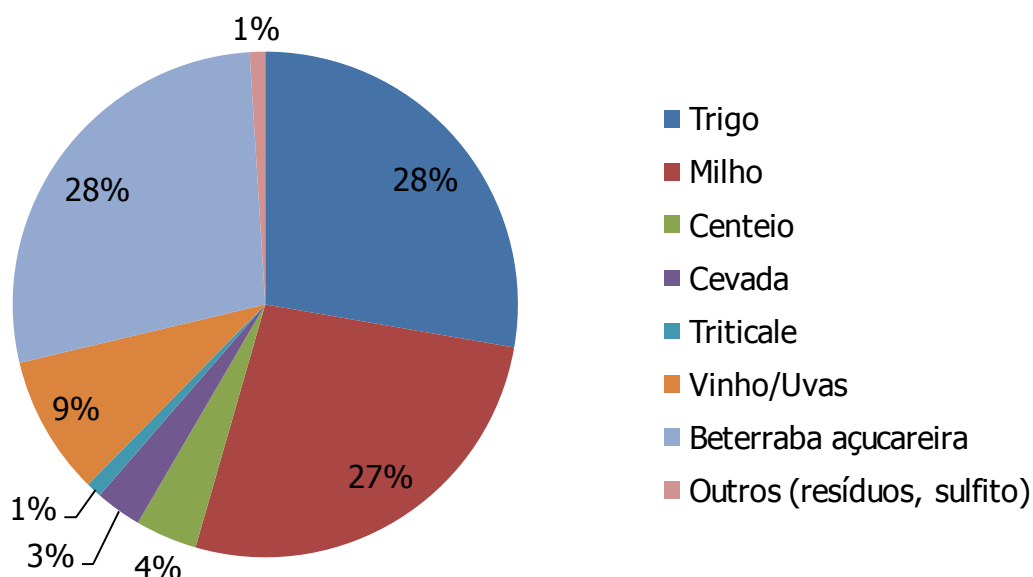


Gráfico 8 – Matérias-primas utilizadas na produção de etanol na União Europeia em 2008

Fonte: EBIO, 2010b

Por ser possível a estocagem das principais matérias-primas utilizadas na produção do etanol na Europa, o biocombustível pode ser produzido nas plantas durante o ano todo, podendo ajustar-se de acordo com a demanda e aliviando os produtores da necessidade de carregar estoques.

Apesar de a cana-de-açúcar ser a matéria-prima mais eficiente para a produção de etanol (em termos de rendimento litros/hectare e redução de CO₂), não permite o armazenamento e deslocamento em grandes distâncias. Além do mais, é uma planta semi-perene, impedindo o produtor de ajustar com facilidade a destinação dos recursos de acordo com a rentabilidade de culturas alternativas.

Na Europa, a flexibilidade no uso de matérias-primas permite a produção através do produto de menor preço equivalente da época. E pelos grãos serem negociados em bolsas de valores, permite o *hedge*, reduzindo o risco.

A produção de etanol na União Europeia através de cereais ou beterraba açucareira também gera DDGS (*dried distiller grains with solubles*), utilizado na ração animal. A venda deste co-produto diminui os custos da produção de etanol na Europa e é um “*hedge natural*” porque está atrelado ao preço da matéria-prima (Figura 1).

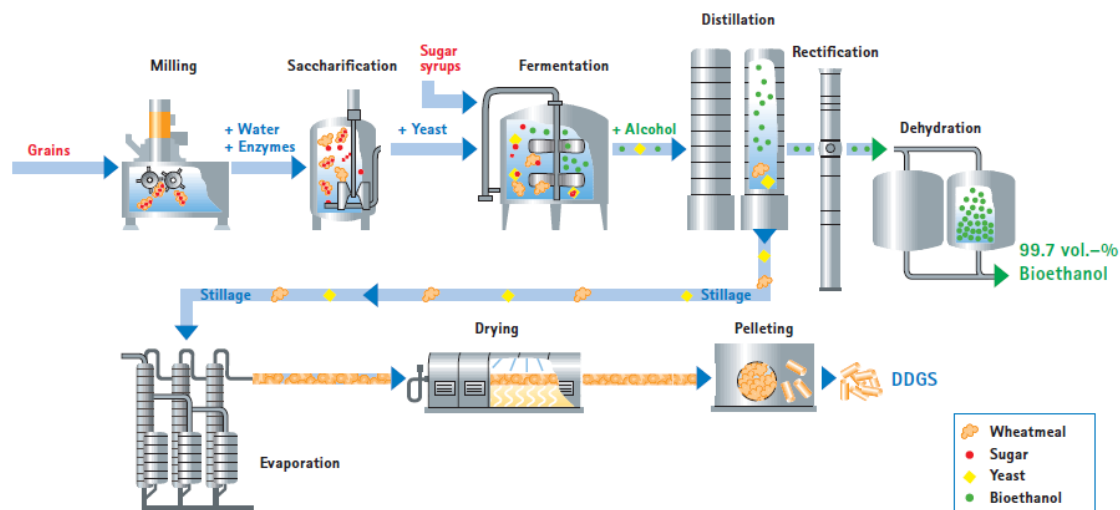


Figura 1 – Diagrama esquemático do processo de produção de etanol e DDGS a partir de grãos e melação

Fonte: CROPENERGIES, 2009.

Os cereais são os produtos agrícolas de maior área cultivada na União Europeia, ocupando 60 milhões de hectares, ou 32,5% da área total cultivada (UNIÃO EUROPEIA, 2005). Há poucas terras disponíveis no continente para a expansão da produção, sendo possível somente o aumento da produtividade. Por ter pouca disponibilidade de recursos naturais, a Europa investe pesado em pesquisas sobre etanol celulósico, sendo que várias empresas privadas envolvidas pretendem lançar no mercado, em pouco tempo, enzimas capazes de produzir etanol de celulose em escala industrial.

O processo de produção de etanol requer vapor e energia. Na Europa, a maior parte das plantas é movida a gás natural, o que aumenta o custo e diminui a potencial vantagem do produto em relação à gasolina em termos de redução de GEE. Além disso, a União Europeia é uma grande importadora de gás natural da Rússia. Ainda é pequeno o uso de resíduos para obter a energia necessária numa planta de etanol (co-geração).

Na União Europeia existem atualmente 68 unidades produtoras de etanol, com capacidade instalada de 6,8 milhões de m³ e 13 plantas em construção, as quais adicionarão à capacidade instalada da indústria quase 2 milhões de m³. As plantas estão espalhadas por 20 países, sendo que a França concentra 14 plantas ou cerca de 30% da capacidade instalada. A empresa Tereos controla seis plantas na Europa e há ainda outros grupos menores, alguns controlando plantas em mais de um país (EBIO, 2010a).

A maior planta de etanol na Europa está localizada no Reino Unido e tem 400 mil m³/ano de capacidade instalada, utilizando trigo como matéria-prima. Porém logo perderá a primeira posição no ranking, quando uma planta em construção na Holanda com capacidade

de 480 mil m³/ano entrar em operação. A média de capacidade instalada das plantas europeias é de aprox. 110 mil m³/ano (EBIO, 2010a).

A produção de etanol na União Europeia cresceu, desde 2006, em média 20% ao ano, sendo que grande parte deste crescimento resultou em aumento da oferta de etanol com fins combustíveis, passando de aproximadamente 260 mil m³ em 2001 para cerca de 4 milhões de m³ em 2009. Estima-se que em 2010 seja ainda acrescentado à produção mais de 1 milhão de m³, estimulado pela demanda por biocombustíveis e pelos preços deprimidos dos grãos (Gráfico 9).

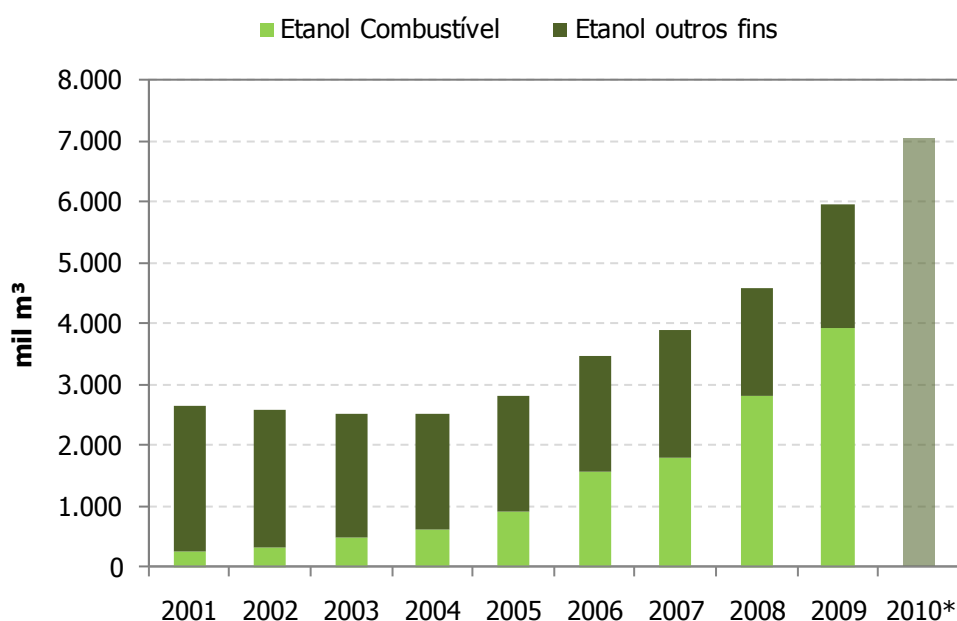


Gráfico 9 – Evolução da produção de etanol na União Europeia

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2009b)

Nota: dados para 2010 são de previsão

Na Suécia estão em operação duas plantas de produção de etanol e uma de reprocessamento. A unidade Lantmännen Agroetanol está localizada em Händelö, próxima a cidade de Norrköping, tem capacidade instalada de 210 mil m³/ano e utiliza principalmente o trigo e outros cereais como matéria-prima. Esta planta utiliza biomassa para a produção de energia e vapor, o que contribui favoravelmente para o balanço energético e para a redução de emissão de gases na produção do etanol (EBIO, 2010a e LANTMÄNNEN AGROETANOL, 2010). Na tabela 2 são apresentadas as quantidades utilizadas de matéria-prima para a produção de etanol na Suécia, observando-se que o trigo é a principal matéria-prima, seguido de longe pela cevada e centeio, e no Gráfico 10 a evolução da produção de etanol na Suécia, segundo a finalidade.

Tabela 2 - Quantidade utilizada de matéria-prima para a produção de etanol na Suécia - mil toneladas

	2006	2007	2008	2009	2010
Trigo	260	270	330	475	550
Cevada	30	33	50	90	90
Centeio	30	33	33	33	33

Fonte: USDA, 2009

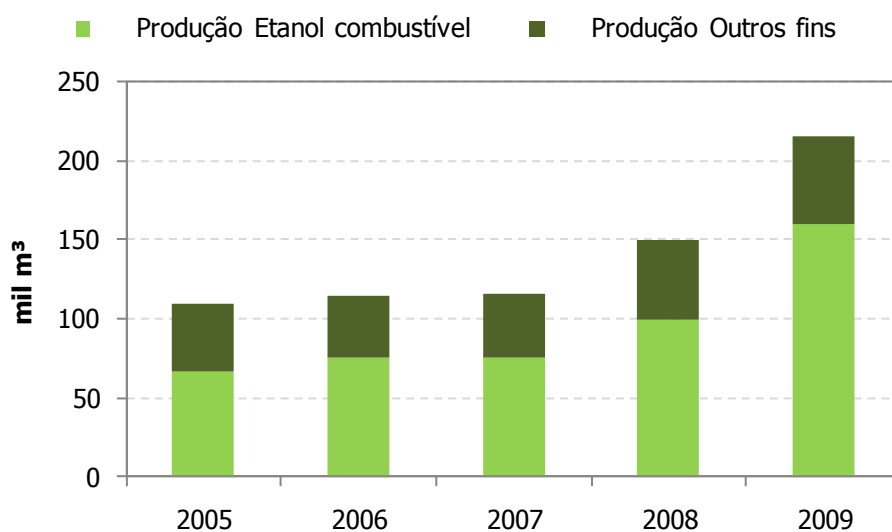


Gráfico 10 – Evolução da produção de etanol na Suécia

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2009b)

A empresa SEKAB possui uma pequena unidade de produção de etanol (10 mil m³/ano) através de sulfito proveniente do processamento de produtos florestais, além de uma planta piloto de pesquisa em etanol celulósico, com capacidade de 2 mil m³/ano. Outra pequena planta piloto para a produção de etanol celulósico, com capacidade de 3 mil m³/ano, localiza-se em Svege e é operada pela empresa NBE Sweden AB. Está ainda em fase de planejamento uma unidade em Karlshamm para a produção de 110 mil m³/ano utilizando trigo como matéria-prima, prevista para operação em 2011 (USDA, 2009).

A rede de transportes na Europa é densa e diversificada, englobando rodovias, ferrovias, hidrovias e dutos. Pelos países serem pequenos em área, as distâncias a serem percorridas não são grandes, especialmente dos centros produtores (ou receptores: portos) até os centros consumidores. O porto de Roterdã, na Holanda, é a principal porta de entrada para o etanol importado, partindo daí por via fluvial, rodoviária ou ferroviária para outros países europeus.

Como a demanda local ainda é maior que a produção do bloco, importações são necessárias, mas para que não haja competição direta com o produto europeu, incide tarifa de importação de 102 Euros/m³ sobre o etanol desnaturado, e sobre o não-desnaturado, o principal tipo importado pela União Europeia, a tarifa é de 192 Euros/m³. Nas tabelas 3 e 4 apresentam-se dados que tratam do balanço do etanol na União Europeia e Suécia, respectivamente, e no Gráfico 11 mostra-se a evolução das importações líquidas da Suécia.

Tabela 3 – Balanço de Etanol da União Europeia – mil m³

	2007	2008	2009
Estoques iniciais	1.485	1.461	1.476
Oferta	3.716	4.439	5.572
Produção Etanol combustível	1.796	2.756	3.594
Produção Outros fins	1.920	1.683	1.978
Demanda	4.966	5.703	6.729
Demanda Etanol combustível	2.298	3.521	4.349
Demanda Outros fins	2.668	2.182	2.380
Importações	1.397	1.653	1.345
Exportações	171	374	144
Estoques finais	1.461	1.476	1.519

Fonte: WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2010b)

Tabela 4 – Balanço de etanol na Suécia – mil m³

	2007	2008	2009
Estoques iniciais	58	64	26
Oferta	116	125	220
Produção Etanol combustível	75	75	160
Produção Outros fins	41	50	60
Demanda	418	457	417
Demanda Etanol combustível	358	412	377
Demanda Outros fins	60	45	40
Importações	379	517	223
Exportações	72	223	40
Estoques finais	64	26	13

Fonte: WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2010a)

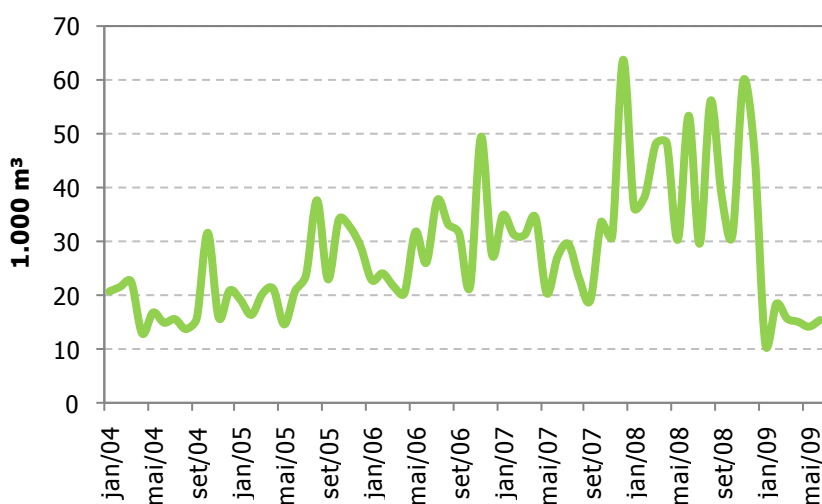


Gráfico 11 – Importações líquidas de etanol pela Suécia

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2010a)

Voltando à questão dos impostos de importação, em relação ao preço de 370 Euros/m³ (FOB Roterdã) praticado em abril de 2010, a tarifa representa aproximadamente 35% do preço do produto importado. Estes valores se devem ao fato do etanol ser considerado um produto agrícola, porém empresas suecas conseguiram obter redução de tarifa de importação em 2008, com renovação em 2009, para alguns volumes comprovadamente direcionados ao E85 e ED95, pagando 6,5% de tarifa *ad valorem*, de acordo com os valores pagos por produtos químicos. Além disso, neste país, juntamente com Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Itália, República Tcheca, Eslováquia e Finlândia, é permitida a entrada de produto desnaturado, o qual está sujeito a 90 Euros/m³ a menos de tarifa de importação.

Também a especificação do produto é diferente entre os países: enquanto o etanol anidro brasileiro possui 99,3% de etanol, a especificação do etanol para uso em motores na Europa é de 99,7%.

A tarifa de importação e a diferença na especificação se tornam barreiras de acesso impostas ao produto brasileiro e acabam por encarecer o produto, reduzindo o excedente do consumidor europeu.

2.2. Demanda de importação

Uma das principais áreas da análise empírica na economia internacional é a estimação de funções de demanda de importações e oferta de exportações, sendo importante instrumento para a análise dos impactos de alterações na renda interna e externa, assim como de tarifas alfandegárias.

Tanto na literatura nacional quanto na internacional, são poucos os estudos publicados que tratam da demanda e oferta de importação e exportação de produtos específicos, concentrando-se a maior parte na análise de agregados de diferentes setores da economia.

No caso do etanol, em particular, os estudos publicados foram realizados no âmbito internacional, e o pequeno número de trabalhos existentes justifica-se pela recente inserção desse combustível na matriz energética mundial e pela pouca expressão do comércio internacional desse produto.

A despeito da ainda pequena representatividade das exportações brasileiras de etanol, faz-se necessário analisar as suas determinantes, uma vez que o crescimento da indústria canavieira no Brasil certamente dependerá, no médio prazo, da consolidação do mercado externo desse biocombustível.

A seguir discutem-se dois trabalhos que tratam de importação e exportação de etanol, os quais são referências na literatura atual e, também, dois trabalhos acerca da demanda de importação de arroz do Mercosul e da cebola argentina pelo Brasil, os quais utilizam abordagem semelhante a desta dissertação.

Farinelli et al. (2009) conduziram uma análise empírica da demanda de importação do etanol brasileiro por seus seis maiores compradores. Para tanto, partiram do modelo proposto por Goldstein e Khan (1985), o qual pressupõe que a quantidade importada de produtos considerados substitutos perfeitos em relação aos produzidos localmente é função da renda real doméstica (Y_i) e do preço da *commodity* transacionada (P_i).

$$M_i = f(Y_i; P_i) \quad (1)$$

A representação econométrica log-linear da equação de demanda de importação (1) é expressa pela equação 2.

$$\log M_i = \alpha_0 + \alpha_1 \log P_i + \alpha_2 \log Y_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

na qual:

α_1 é a elasticidade-preço da importação;

α_2 é a elasticidade-renda da importação e

ε_i é o distúrbio aleatório

Espera-se que a elasticidade-preço da importação tenha sinal negativo, ou seja, o preço e a quantidade do produto importado movem-se em direções opostas. Já a elasticidade-renda da importação pode ter qualquer sinal, a depender da caracterização do produto importado em bem inferior ou normal.

O modelo de regressão múltipla utilizado pelos autores para estimar a demanda de importação de longo prazo para cada mercado selecionado é:

$$Q_{meth_{it}} = \beta_1 + \beta_2 P_{eth_{it}} + \beta_3 Poil_t + \beta_4 GDP_{it} + \beta_5 ExR_{t_{it}} + \beta_6 Tariff_{it} + \beta_7 Trend + \beta_8 lagQMeth_{(t-1)_{it}} + \varepsilon_i \quad (3)$$

na qual:

Q_{meth} é a quantidade importada de etanol, em bilhões de litros, no trimestre t e no país i ;

P_{eth} é o preço do etanol importado, em dólares de 2007 por litro;

$Poil$ é o preço de importação mundial do petróleo, em dólares de 2007 por litro;

GDP é o Produto interno bruto (PIB), em bilhões de dólares de 2007;

$ExRT$ é a taxa de câmbio real, 2007 = 100 dólares;

$Tariff$ = tarifa de importação, em dólares de 2007 por litro;

$Trend$ é a tendência linear no tempo, onde $t = 1$ equivale ao primeiro trimestre de 2007;

$LagQMeth$ é a quantidade de etanol importada defasada em um período, em bilhões de litros;

ε_i é o resíduo estimado.

À equação 3 ainda foi acrescentada mais uma variável no caso dos Estados Unidos e do Caribe, uma vez que os mandatos de mistura estabelecidos pelo *Renewable Fuels Standard* (RFS) têm impacto importante na importação do etanol.

Espera-se que β_2 , β_5 e β_6 tenham sinais negativos enquanto que os sinais de β_3 e β_4 devem ser positivos. Isso se deve à pressuposição dos autores de que o etanol é um bem normal e substituto da gasolina, crescendo a sua demanda quando há elevação do preço do petróleo.

A série utilizada na estimação das equações de demanda de importação através de mínimos quadrados ordinários (MQO) compreende dados trimestrais do período de 1997 a 2007. Para analisar a demanda europeia, os autores agruparam os dados da Suécia e da Holanda, por estes países terem sido responsáveis por 72% das importações da Europa de etanol brasileiro no período em análise. A equação de demanda de importação foi estimada utilizando-se MQO com “*random effects* (RE)”. A equação obtida explicou 65% da variação da variável dependente (R^2), sendo que os parâmetros estimados para o preço do petróleo, o PIB real, tarifas de importação e taxas de câmbio se mostraram estatisticamente significantes (p-valor < 0,05). Exceto para as tarifas de importação, os coeficientes tiveram os sinais esperados. O coeficiente obtido para o preço do etanol (-0,21) não se mostrou estatisticamente significativo (diferente de zero). Já o coeficiente estimado para a elasticidade-renda (14,05) excedeu o valor esperado, sugerindo superestimação apesar dos testes de correlação serial de Durbin-Wu-Hausman realizados (p-valor = 0,7765) indicarem não existir problemas dessa natureza.

Os resultados obtidos para os Estados Unidos, Caribe, México, Japão e Nigéria, permitem concluir que, de maneira geral, para os países que possuem mandato de uso de bicomcombustíveis, a elasticidade-preço da demanda é pequena, sendo ela maior para volumes que excedam as metas estabelecidas pela legislação. Já o crescimento da renda mostrou pequeno impacto sobre a demanda de etanol. Sobre o efeito das tarifas de importação, o modelo não foi capaz de fornecer resultados conclusivos.

Elobeid, A. e Tokgoz, S. (2006) construíram um detalhado modelo de equilíbrio geral com o objetivo de analisar o impacto da extinção do crédito tributário federal para o incentivo ao uso de etanol em vigor nos Estados Unidos e da liberalização do comércio, isto é, a isenção da taxa de importação imposta naquele país sobre o produto originado no Brasil.

O modelo incorpora conexões entre o mercado agrícola e o energético através de equações de produção, consumo, estoques finais e comércio líquido. O preço internacional do

etanol (considerado como sendo o do anidro brasileiro, pela sua maior representatividade) resulta da igualdade entre excesso de produção e excesso de demanda dos diversos países. Para a determinação do preço do produto nos países em questão, utilizam-se equações de transmissão de preços, considerando a taxa de câmbio e políticas relacionadas. Outros parâmetros, como o preço do milho americano e seus co-produtos, além do preço internacional do açúcar, são determinados endogenamente pelo modelo.

A construção das equações do mercado americano parte da determinação da oferta de etanol pelo mercado local, a qual se baseia no lucro da operação π^{NET} .

$$\pi^{NET} = \gamma_E \cdot P_E^{US} + (s_{WM} \cdot ((\gamma_{GF} \cdot P_{GF}^{US}) + (\gamma_{GM} \cdot P_{GM}^{US}) + (\gamma_{CO} \cdot P_{CO}^{US}))) + (s_{DM} \cdot (\gamma_{DDG} \cdot P_{DDG}^{US})) - P_C^{US} - m \cdot P_{NG}^{US} \quad (4)$$

na qual:

P_E^{US} é o preço do etanol em dólares por galão²;

P_{GF}^{US} é o preço da ração de glúten em dólares por tonelada;

P_{GM}^{US} é o preço do farelo de glúten em dólares por tonelada;

P_{CO}^{US} é o preço do óleo de milho em dólares por galão;

P_{DDG}^{US} é o preço do DDG em dólares por tonelada;

P_C^{US} é o preço do milho em dólares por bushel³;

P_{NG}^{US} é um índice do preço do gás natural, o qual é multiplicado por $m = 0,0038$ para converter o índice em dólares por bushel;

γ_i são as taxas de conversão usadas para converter cada preço para dólares por bushel de milho.

Esta equação leva em consideração os dois principais processos⁴ de produção de etanol no país e os diferentes co-produtos obtidos, onde s_{WM} é a parcela da produção proveniente de plantas “molhadas” (*wet mills*) e s_{DM} é a parcela proveniente de plantas “secas” (*dry mills*).

² 1 galão = 3,785 litros

³ 1 bushel = 25,40 quilos

⁴ A diferença entre os processos “seco” e “molhado” está que no primeiro o grão é moído, sem se separar seus componentes antes de receber enzimas e seguir para a fermentação, enquanto que no segundo, separa-se o óleo, glúten e outros componentes, obtendo-se assim outros co-produtos (RFA, 2009a)

A partir da equação de lucro, chega-se à função de oferta Y^{US} :

$$Y^{US} = h(\pi^{NET}, PC) \quad (5)$$

onde PC indica a capacidade produtiva instalada em milhões de galões, sendo expressa por:

$$PC_t = PC_{t-1} \cdot (1 + g_t) \quad (6)$$

onde g_t é a taxa de crescimento endógena da capacidade produtiva e t é o período. Esta taxa de crescimento é assim determinada:

$$g_t = \begin{cases} k(\pi_{t-1}^{NET}, E(D_E)) & \text{se } \pi_{t-1}^{NET} > \text{US\$0,35 por bushel,} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (7)$$

onde $E(D_E)$ é a demanda de etanol futura esperada pelos investidores e US\$0,35 é o custo fixo para a construção de uma nova planta, expressa em bushels de milho, obtido através da consulta a fontes da indústria na época da condução do estudo.

A demanda de etanol pelos refinadores é tida no modelo como sendo derivada da função de custo de misturar gasolina com aditivos, inclusive o etanol.

$$C = C(P_E^{US}, P_O^{US}, Policy, Q_{GS}^{US}) \quad (8)$$

é a função de custo dos refinadores, onde,

Q_{GS}^{US} é a produção do refinador, isto é, a oferta de gasolina;

P_E^{US} é o preço doméstico do etanol;

P_O^{US} é o preço doméstico do petróleo;

Policy é a legislação federal e estadual que afeta a demanda de etanol dos refinadores.

Assumindo que haja retornos constantes de escala, o custo marginal da gasolina será constante enquanto os preços dos insumos assim o forem. Desta maneira, a produção de

gasolina será determinada pela intersecção entre a demanda de gasolina e o custo marginal deste produto quando o mercado estiver em equilíbrio.

Chega-se, então, à demanda de etanol dos refinadores ($\delta C / \delta P_E^{US}$):

$$E_F^{US} = \frac{\delta C}{\delta P_E^{US}} = Q_{GS}^{US} \cdot \left(\frac{\delta \tilde{C}}{\delta P_E^{US}} \right) \quad (9)$$

onde E_F^{US} é a demanda de etanol em milhões de galões e $\frac{\delta \tilde{C}}{\delta P_E^{US}}$ é a demanda derivada de etanol por unidade de gasolina, determinada pela seguinte função:

$$\frac{\delta \tilde{C}}{\delta P_E^{US}} = f(P_E^{US} - TR^{US}, P_O^{US}, Mandate, RFS) \quad (10)$$

na qual,

TR^{US} é o crédito tributário de US\$0,51/galão (atualmente em US\$0,45) recebido pelos refinadores por cada galão de etanol adicionado à gasolina;

$Mandate$ ⁵ é o mandato estadual, geralmente estabelecido em porcentagem do total de gasolina e,

RFS ⁶ é o mandato federal, o qual determina volumes de etanol a serem consumidos pelo país.

Já a demanda de gasolina pelos consumidores (Q_{GD}^{US}) é expressa pela seguinte função:

$$Q_{GD}^{US} = g(P_G^{US}, P_E^{US} - TR^{US}, GDP^{US}, Pop^{US}) \quad (11)$$

onde,

P_G^{US} é o preço da gasolina em dólares por galão, sendo uma função de P_O^{US} , utilizada como *proxy* de uma “cesta de gasolinas”, uma vez que os preços de todos os tipos de gasolina disponíveis são fortemente correlacionados;

GDP^{US} é o produto doméstico bruto americano em dólares de 1995;

⁵ Por exemplo, a legislação do Estado do Colorado prevê que entre os meses de novembro a abril, pelo menos 75% da gasolina vendida deve conter 10% de etanol (DTN ETHANOL CENTER, 2008).

⁶ A primeira versão do “Renewable Fuels Standard (RFS)” esteve integrada à “Energy Polic” de 2005 e estipulava o uso de 7,5 bilhões de galões (aprox. 28 milhões de m³) de etanol e biodiesel em 2012. Em dezembro de 2007, o RFS foi modificado, estipulando uma meta crescente até atingir 36 bilhões de galões (aprox. 136 milhões de m³) em 2022, diferenciando a meta para as variadas tecnologias empregadas na produção (RFA, 2009b).

Pop^{US} é a população.

Estando o mercado de gasolina em equilíbrio, espera-se que a quantidade de gasolina ofertada pelos refinadores seja igual à quantidade de gasolina demandada pelos consumidores finais ($Q_{GS}^{US} = Q_{GD}^{US} = Q_G^{US}$).

Finalmente, tem-se a demanda derivada de etanol quando há equilíbrio no mercado de gasolina, E_{F*}^{US} :

$$E_{F*}^{US} = \frac{\partial C}{\partial P_E^{US}} = f(P_E^{US} - TR^{US}, P_O^{US}, Mandate, RFS) \cdot g(P_G^{US}, P_E^{US} - TR^{US}, GDP^{US}, Pop^{US}) \quad (12)$$

Vale destacar que, neste modelo, o etanol é considerado como sendo um produto complementar à gasolina, usado, principalmente, como aditivo para o combustível. Isso se deve à baixa penetração do uso do E85 pelos veículos no território americano. Esta relação se traduz no sinal positivo de P_O^{US} , enquanto que o sinal de P_G^{US} é negativo, sendo o valor absoluto deste maior que o do primeiro.

Os estoques finais se movimentam de acordo com a seguinte relação:

$$ES_t^{US} = m(ES_{t-1}^{US}, P_{E,t}^{US}) \quad (13)$$

sendo negativo o coeficiente de $P_{E,t}^{US}$.

Através das as equações de oferta e demanda de etanol, é possível construir as relações do mercado doméstico com o internacional, considerando-se as exportações e importações. Dado que as exportações americanas de etanol são praticamente insignificantes em relação ao tamanho do mercado local, os volumes foram mantidos constantes. Já as importações foram divididas de acordo com as origens: países do CBI⁷ (M_{CBI}) e outras origens (M_{Other}).

⁷ CBI (*Caribe Basin Initiative*): Acordo que prevê, entre outros, a isenção de tarifa de importação de US\$0,54/galão para o etanol anidro proveniente dos seguintes países: Antigua e Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Belize, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, El Salvador, Grenada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, Montserrat, Antilhas Holandesas, Nicarágua, Panamá, St. Kitts e Nevis, Santa Lucia, St. Vincent e as Grenadinas, Trinidad e Tobago e Ilhas Virgens Inglesas. (USITC, 2009). O que ocorre é que o

Os países do CBI gozam de uma quota na qual os volumes exportados estão isentos de tarifa de importação (τ^i). Aos volumes adicionais à quota, assim como os originados em outros países, incide tarifa de importação (τ^O) de 2,5% mais 0,54US\$/galão. O tamanho da quota é de 60 milhões de galões ou 7% do consumo americano de etanol, o que for maior, e o volume importado (M_{CBI}) é função da diferença entre o preço internacional e o dos Estados Unidos:

$$M_{CBI} = \begin{cases} \text{Capacidade} & \text{se } P_E^{US} > \theta \cdot (P_E^W \cdot (1 + \tau^A) + tc) \\ \alpha + \beta \cdot \left(\frac{P_E^{US}}{P_E^W \cdot (1 + \tau^A) + tc} \right) & \text{se } P_E^{US} > \phi \cdot (P_E^W \cdot (1 + \tau^A) + tc) \\ M_{CBI} = 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (14)$$

onde,

Capacidade é a capacidade máxima de desidratação das plantas localizadas no CBI;

tc é o custo de transporte, estimado em US\$0,11/galão na época do estudo, incluindo também os custos de desidratação;

θ e ϕ são os coeficientes de transmissão de preços, sendo $\theta > \phi$, os quais capturam os custos de transação entre as firmas, a defasagem entre os contratos e a entrega, e a volatilidade dos preços do etanol;

$\tau^A = \tau^i$ se $M_{CBI} \leq TRQ$ e, $\tau^A = \tau^O$ se $M_{CBI} > TRQ$.

A importação de outras origens é assim determinada:

$$M_{Other} = \begin{cases} 0 & \text{se } P_E^{US} < \phi \cdot (P_E^W \cdot (1 + \tau^A) + tc) \\ (\text{Oferta-Demanda}) & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (15)$$

onde, *Oferta* é a soma da produção, estoques iniciais e importações do CBI, e *Demanda* é a soma de consumo, estoques finais e exportações.

As funções e equações apresentadas descrevem em detalhe o funcionamento do mercado americano de etanol. Quando a tarifa de importação não é proibitiva, a demanda de importação é positiva e o preço doméstico é ditado pelo preço internacional através de uma equação de transmissão. Quando a tarifa é proibitiva, o preço do etanol é determinado endogenamente no modelo, igualando excesso de oferta e de demanda locais. Assim, se $P_E^{Endogenous} > P_E^W \cdot (1 + \tau^O) + tc$, o preço será $P_E^W \cdot (1 + \tau^O) + tc$, caso contrário, será $P_E^{Endogenous}$.

O modelo também descreve, através de equações, as relações no mercado brasileiro. A demanda total de etanol é dividida entre anidro (E_A^B) e hidratado (E_H^B), conforme se segue:

$$E_A^B = n(P_E^W, P_G^B, I, GDP^B, Pop^B, Blend) \quad (16)$$

$$E_H^B = p(P_E^W, P_G^B, I, GDP^B, Pop^B, F^B) \quad (17)$$

onde,

P_G^B é o preço da gasolina no Brasil em Reais por galão;

I é um termo de interação igual a P_G^B vezes a parcela de veículos *flex-fuel* na frota total;

F^B é o número de veículos *flex* na frota, em unidades;

GDP^B é o produto interno bruto brasileiro em Reais de 1995;

Pop^B é a população;

$Blend$ é o mandato de mistura, o qual varia entre 20 e 25%.

As equações não introduzem o preço do hidratado como mais uma variável, pois a correlação com o preço do anidro é alta. O termo de interação I é incluído para capturar a maior resposta dos veículos *flex* a aumentos do preço da gasolina, sendo os coeficientes de I e P_G^B negativos na equação de determinação da demanda de anidro pelo fato da demanda cair quando o preço da gasolina se eleva. Já na equação de determinação da demanda de hidratado, os coeficientes para estas variáveis são positivos, uma vez que a demanda cresce com o aumento do preço da gasolina.

A oferta de etanol no Brasil é descrita, simplificada, como sendo relação da área plantada de cana-de-açúcar (AHA_t^C) e da parcela destinada para açúcar e para etanol (S_E^C).

A área plantada de cana-de-açúcar é resultado da maximização de lucro dos produtores agrícolas:

$$AHA_t^C = q(AHA_{t-1}^C, P_{S,t}^B, P_{E,t}^B, P_{AC,t}^B) \quad (18)$$

Sendo na função $P_{S,t}^B$ o preço do açúcar em Reais por tonelada e $P_{AC,t}^B$ o preço das culturas competidoras (no caso foi considerada a soja) em Reais por tonelada.

O direcionamento da cana para açúcar ou etanol é determinado pela seguinte razão:

$$S_E^C = r \left(\frac{P_E^B}{P_S^B} \right) \quad (19)$$

sendo o coeficiente r positivo.

A quantidade final produzida de etanol é obtida através da multiplicação da razão S_E^C pela quantidade de cana-de-açúcar moída, transformada pelo coeficiente técnico de 22,98 galões (aproximadamente 87 litros) por tonelada de cana.

Assim, como no mercado americano, o movimento dos estoques se dá por:

$$ES_t^B = v(ES_{t-1}^B, P_{E,t}^B) \quad (20)$$

Já as relações com o mercado externo se dão de forma residual, isto é, as exportações são iguais à produção mais os estoques iniciais, subtraídos o consumo e os estoques finais. As importações são desconsideradas por terem sido ínfimas nos últimos anos.

Utilizando série histórica, as autoras construíram três cenários, sendo um deles tomado como base. No primeiro, analisa-se o impacto do fim das tarifas de importação (2,5% + US\$0,54/galão) sobre o etanol de 2006 a 2015. Os principais resultados são apresentados em valores médios no período. O preço do etanol nos Estados Unidos cai 13,6%, o que leva à diminuição da produção local em 7,2% e aumento de 3,6% no consumo. O impacto no mercado de milho é de redução do uso desta matéria-prima para produção de etanol, o que se reflete em preço do milho 1,5% menor que no cenário-base.

A elevação do preço internacional do etanol em 23,9% leva a maiores exportações do Brasil para este destino, consequência da produção 9,1% maior e consumo 3,3% menor.

Tamãna elevaçãõ no preço internacional do etanol resulta em maiores parcelas da cana-de-açúcar direcionadas para este fim, com consequente queda da produção de açúcar e aumento de seu preço em 1,8%.

O segundo cenário simula a exclusão do crédito tributário concedido aos refinadores de US\$0,51/galão, além do fim das tarifas de importação analisado no primeiro cenário. O consumo de etanol cai 2,1% nos Estados Unidos e o preço, 18,4%, o qual é menor do que no primeiro cenário por causa da redução no consumo. A produção local cai 9,9% e o preço internacional do etanol cresce 16,5%.

Os resultados são resumidos na tabela a seguir:

Tabela 5 – Resultados obtidos por Elobeid, A. e Tokgoz, S.

Média 2006-2015							
Mundo							
	(US\$/galão)		(US\$/cwt)		(US\$/bushel)		(US\$/t)
	Preço Etanol	Preço Petróleo	Preço Açúcar Cru	Preço Milho	Preço DDG	Preço Gluten	
Cenário-base	1,27	1,39	14,34	2,38	78,47	58,8	
Cenário 1	1,57	1,39	14,59	2,34	79	58,5	
% em relação à base	23,6%	0,0%	1,7%	-1,7%	0,7%	-0,5%	
Cenário 2	1,48	1,39	14,51	2,33	79,2	58,39	
% em relação à base	16,5%	0,0%	1,2%	-2,1%	0,9%	-0,7%	
Estados Unidos							
	(milhões galões)					(US\$/galão)	
	Produção	Consumo	Importações Líq.	Consumo Gasolina	% consumo etanol na gasolina	Preço Etanol	
Cenário-base	7.063,80	7.458,87	396,04	152.796,54	0,046	1,95	
Cenário 1	6.563,66	7.730,73	1.169,05	152.962,58	0,048	1,68	
% em relação à base	-7,1%	3,6%	195,2%	0,1%	4,3%	-13,8%	
Cenário 2	6.384,51	7.310,96	928,74	152.699,71	0,045	1,59	
% em relação à base	-9,6%	-2,0%	134,5%	-0,1%	-2,2%	-18,5%	
Brasil							
	(milhões galões)					% cana para etanol	
	Produção	Consumo Anidro	Consumo Hidratado	Consumo Total	Exportações Líq.		
Cenário-base	6.164,54	1.443,50	3.574,47	5.017,97	1.146,92	0,534	
Cenário 1	6.730,05	1.410,04	3.444,13	4.854,18	1.877,14	0,560	
% em relação à base	9,2%	-2,3%	-3,6%	-3,3%	63,7%	4,9%	
Cenário 2	6.553,90	1.420,39	3.484,43	4.904,82	1.650,07	0,552	
% em relação à base	6,3%	-1,6%	-2,5%	-2,3%	43,9%	3,4%	

Fonte: Adaptado de ELOBEID, A.; TOKGOZ, S. (2006)

Objetivando estudar os determinantes da demanda por importação de arroz do Mercosul pelo Brasil, Capitani (2009) partiu da especificação da equação de excesso de demanda interna, a qual é resultado da relação entre a oferta e demanda domésticas:

$$M^d = Q^s - Q^d \quad (21)$$

Onde:

M^d refere-se à quantidade de arroz a ser importada,

Q^s corresponde à quantidade ofertada de arroz internamente, podendo ser representada pela função $Q^s(P_d, W)$, onde P_d é o preço do arroz no mercado doméstico brasileiro (em R\$) e W são variáveis deslocadoras da oferta, como safra, melhoria genética, tendência, estoques, crédito, etc.

Q^d é a quantidade demandada no mercado interno, podendo ser representada pela função $Q^d(P_d, P_m, E, Y_n, Z)$, na qual P_m corresponde ao preço do arroz importado (em US\$), E à taxa de câmbio nominal (R\$/US\$), Y_n à renda doméstica, e Z a variáveis deslocadoras da demanda, como preço do produto substituto, preferências, etc.

Substituindo-se as expressões, tem-se que:

$$M^d = Q^s(P_d, W) - Q^d(P_d, P_m, E, Y_n, Z) \quad (22)$$

$$M^d = (\alpha_0 + \alpha_1 P_d + \alpha_2 W) - (\beta_0 + \beta_1 P_d + \beta_2 P_m + \beta_3 E + \beta_4 Y_n + \beta_5 Z) \quad (23)$$

$$M^d = (\alpha_0 - \beta_0) + (\alpha_1 - \beta_1) P_d + \alpha_2 W - \beta_2 P_m - \beta_3 E - \beta_4 Y_n - \beta_5 Z \quad (24)$$

Em que: α_0 , α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 e β_5 são coeficientes associados às variáveis explicativas do modelo.

Como o objetivo de Capitani foi a identificação de impactos sobre a importação de arroz causados pela abertura econômica, criação do Mercosul e desvalorização da moeda brasileira, foram adicionadas variáveis *dummies* para cada um dos eventos, sendo a equação final a seguinte:

$$M^d = (\alpha_0 - \beta_0) + (\alpha_1 - \beta_1) P_d + \alpha_2 W - \beta_2 P_m - \beta_3 E - \beta_4 Y_n - \beta_5 Z + \gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \gamma_3 D_3 + \gamma_4 D_4 + \varepsilon_t \quad (25)$$

Onde:

$D_1 = Dummy$ referente à abertura econômica a partir de março de 1990;

$D_2 = Dummy$ referente à implantação do Plano Real em julho de 1994;

$D_3 = Dummy$ referente à criação do Mercosul a partir de janeiro de 1995;

$D_4 = Dummy$ referente à desvalorização do Real a partir de janeiro de 1999;

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4 =$ Coeficientes associados às variáveis *dummies*;

$\varepsilon_t =$ Erro aleatório.

Os sinais esperados para os coeficientes são: $(\alpha_0 - \beta_0) < \text{ou} > 0$ por se tratarem dos interceptos, $(\alpha_1 - \beta_1) > 0$ pela importação crescer quando o preço interno aumentar, $\alpha_2 < \text{ou} > 0$ pelos deslocadores da oferta poderem ter impacto positivo ou negativo, $\beta_2 < 0$ pela importação cair quando o preço do arroz importado subir, $\beta_3 < 0$ pelo fato da taxa de câmbio maior (desvalorizada) diminuir as importações, $\beta_4 > 0$ pelo impacto positivo da renda no consumo, $\beta_5 < \text{ou} > 0$ pelos deslocadores da demanda poderem ter impacto positivo ou negativo, e $\alpha_1 \neq \beta_1$ para que haja influência do preço doméstico do arroz nas importações. Em relação aos coeficientes associados às variáveis *dummies*, a expectativa era de que todos fossem positivos, com exceção de γ_4 , devido aos primeiros eventos impactarem positivamente as importações ao contrário da desvalorização do câmbio.

Através da estimação de um Modelo Auto-regressivo Vetorial – VAR estrutural – o autor encontrou coeficientes apresentando os sinais esperados e estatisticamente significativos, com exceção da variável renda doméstica. A taxa de câmbio mostrou-se uma variável importante no modelo. Os resultados indicaram que o preço do arroz importado tem maior influência sobre o preço interno do que o contrário.

Osaki e Barros (2004), a fim de analisar empiricamente os determinantes das importações de cebola argentina pelo Brasil, estimaram funções de oferta de cebola argentina para o Brasil e de demanda por essa cebola pelos consumidores brasileiros. Considerando os dois países livres de tarifas aduaneiras, têm-se nas formas de potências as seguintes funções:

$$D_b^x = F(P_b)^{\eta_p^d} (Y_b)^{\eta_y^d} \quad (26)$$

$$S_a^x = G(P_a)^{\mu_p^s} (Y_a)^{\mu_y^s} \quad (27)$$

em que, D_b^x é a quantidade de cebola demandada pelo Brasil; S_a^x é a quantidade de cebola importada pelo país; P_b é o preço da cebola nacional; Y_b é a renda brasileira; P_a é o preço da cebola na Argentina e Y_a é a renda argentina.

Aplicando-se logaritmo nas equações (26) e (27), temos:

$$d_b^x = f + \eta_p^d p_b + \eta_y^d y_b \quad (28)$$

$$s_b^x = g + \mu_p^s p_a + \mu_y^s y_a \quad (29)$$

Admitindo-se que os agentes importadores e exportadores diferenciam os preços, temos, no Brasil:

$$p_b^x = (1 + \alpha_b) p_b \quad (30)$$

E na Argentina,

$$p_b^x = (1 + \alpha_a) p_a + \ln \lambda \quad (31)$$

Substituindo (30) e (31) em (28) e (29), respectivamente, têm-se:

$$d_b^x = f + \eta_p^d p_b - \eta_p^d \alpha_b p_b + \eta_y^d y_b \quad (32)$$

Sendo, $\eta_p^d < 0$, $\eta_y^d > 0$

$$s_b^x = g + \mu_p^s p_b^x - \mu_p^s \ln \lambda - \mu_p^s \alpha_a p_a + \mu_y^s y_a \quad (33)$$

Sendo, $\mu_p^s > 0$, $\mu_y^s < 0$

O estudo mostrou que há um efeito importante do preço da cebola nacional sobre o preço que será pago à cebola argentina, sendo que quando da entressafra do produto no mercado brasileiro, a menor disponibilidade local afeta o preço e estimula as importações. Os exportadores vizinhos comportam-se como tomadores de preços e são sensíveis ao comportamento do mercado brasileiro.

3. Metodologia

3. 1. Especificação da equação de excesso de demanda interna

Com base nos estudos citados anteriormente, os quais procuraram explicar os determinantes dos fluxos internacionais, este trabalho parte da relação entre a oferta e demanda internas para analisar o comportamento da importação de etanol pela Suécia e pela União Europeia. Este mercado pode ser representado, matematicamente, pelo seguinte modelo estrutural:

$$M^d = D^d - S^d \quad (34)$$

Onde:

M^d é o volume de etanol a ser importado em decorrência do excesso de demanda doméstica; D^d corresponde à quantidade demandada do biocombustível e S^d se refere à quantidade ofertada no mercado interno, ou seja, o excesso de demanda interna é resultado de uma demanda interna maior que a oferta local, o que torna necessária a importação.

Cada componente pode ser representado pelas seguintes funções:

$$D^d(Y^d, Z) \quad (35)$$

$$S^d(P_E^d, P_E^m, W) \quad (36)$$

Em que:

Y^d = Renda doméstica;

Z = Variáveis deslocadoras da demanda (preço do produto substituto, frota de veículos, políticas de incentivo ao consumo de biocombustíveis, etc.);

P_E^d = Preço do etanol no mercado doméstico;

P_E^m = Preço do etanol importado;

W = Variáveis deslocadoras da oferta (capacidade instalada, subsídios ao produtor, preço da matéria-prima, etc.).

3.2. Modelo empírico

Conforme apontado anteriormente, a capacidade instalada na Suécia se resume a somente uma planta com volume representativo, em operação desde 2008, o que torna necessária a adaptação do modelo sugerido. Desta maneira, a função de demanda de importações se resume a uma função simples de demanda, porém que pode ser estudada como duas funções distintas, uma delas sendo a demanda de etanol pela frota de veículos a gasolina (decorrente dos programas de mistura) e a outra, a demanda de etanol pela frota de veículos movidos a E85 (os quais têm a opção de utilizar E85 ou gasolina). As funções podem ser representadas como:

$$D_{gas}^S(P_{gas}^S, Y^S, F_{gas}^S) \quad (37)$$

$$D_E^S(Y^S, P_{E85}^S, F_{E85}^S) \quad (38)$$

$$M^S = D_{gas}^S + D_{E85}^S \quad (39)$$

Após reparametrização tem-se:

$$M^S = D_{gas}^S(P_{gas}^S, Y^S, F_{gas}^S) + D_E^S(Y^S, P_{E85}^S, F_{E85}^S) \quad (40)$$

$$M^S = (\gamma_0 + \gamma_1 P_{gas}^S + \gamma_2 Y^S + \gamma_3 F_{gas}^S) + (\lambda_0 + \lambda_1 Y^S + \lambda_2 P_{E85}^S + \lambda_3 F_{E85}^S) \quad (41)$$

$$M^S = (\gamma_0 + \lambda_0) + \gamma_1 P_{gas}^S + (\gamma_2 + \lambda_1) Y^S + \lambda_2 P_{E85}^S + \gamma_3 F_{gas}^S + \lambda_3 F_{E85}^S + \varepsilon_t \quad (42)$$

Em que,

P_{gas}^S = Preços mensais da gasolina no varejo sueco em coroas suecas por litro (SEK/l) no período de abril de 2006 a outubro de 2009 deflacionado pelo índice HPCI (*Harmonized Price Consumer Index*) para a Suécia;

Y^S = Produto interno bruto (PIB) mensal sueco em milhões de SEK deflacionado pelo mesmo índice HPCI de abril de 2006 a outubro de 2009;

F_{gas}^S = Frota sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina estimada mensalmente (em unidades);

P_{E85}^S = Preços mensais do E85 no varejo sueco em SEK/l deflacionado pelo índice HPCI de abril de 2006 a outubro de 2009;

F_{E85}^S = Frota sueca de veículos de passeio preparada para utilizar E85 estimada mensalmente (em unidades).

ε_t = erro aleatório

Os sinais esperados desta regressão são: $(\gamma_0 + \lambda_0) < \text{ou} > 0$, $\gamma_1 < 0$, $(\gamma_2 + \lambda_1) > 0$, $\lambda_2 < 0$, $\gamma_3 > 0$ e $\lambda_3 > 0$, refletindo na demanda de combustíveis e, conseqüentemente na importação de etanol, o impacto negativo da elevação do preço da gasolina e do E85 e a influência positiva da expansão da frota e da renda sueca.

Para compreender os determinantes da importação de etanol pela União Europeia, o modelo proposto não requer modificações estruturais, sendo a melhor especificação dada por:

$$M^{UE} = D^{UE}(Y^{UE}, P_{gas}^{UE}, F_{gas}^{UE}) - S^{UE}(P_E^{UE}, C_E, CI) \quad (43)$$

$$M^{UE} = (\alpha_0 + \alpha_1 Y^{UE} + \alpha_2 P_{gas}^{UE} + \alpha_3 F_{gas}^{UE}) - (\beta_0 + \beta_1 P_E^{UE} + \beta_2 C_E + \beta_3 CI) \quad (44)$$

$$M^{UE} = (\alpha_0 - \beta_0) + \alpha_1 Y^{UE} + \alpha_2 P_{gas}^{UE} + \alpha_3 F_{gas}^{UE} - \beta_1 P_E^{UE} - \beta_2 C_E - \beta_3 CI + \varepsilon_t \quad (45)$$

Onde,

Y^{UE} = Soma do Produto interno bruto (PIB) da França, Alemanha e Suécia, em milhões de Euros, deflacionada pelo índice HPCI para os países em questão de abril de 2006 a setembro de 2009;

P_{gas}^{UE} = Média dos preços mensais da gasolina no varejo na França, Alemanha e Suécia ponderada de acordo com a frota de cada país, em Euros por litro (€/l), deflacionados pelo mesmo índice HPCI no período de abril de 2006 a setembro de 2009;

F_{gas}^{UE} = Frota francesa, alemã e sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina estimada mensalmente (em unidades);

P_E^{UE} = Preço mensal do etanol de origem europeia precificado no Porto de Roterdã Terminal 2, em €/m³, deflacionado pelo índice HPCI, no período de abril de 2006 a setembro de 2009;

C_E = Preço do trigo na bolsa de Londres, LIFFE, em Euros/ 100 toneladas, deflacionado pelo índice HPCI;

CI = Capacidade instalada para a produção de etanol na União Europeia em mil m³/ano;

ε_t = erro aleatório

Os sinais esperados desta regressão são: $(\alpha_0 + \beta_0) < \text{ou} > 0$, $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 < 0$, $\alpha_3 > 0$, $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 > 0$.

No caso da função de oferta, as variáveis, muitas vezes são tomadas com defasagens, especialmente quando elas dizem respeito ao processo produtivo do bem considerado. Assim, ascensão do preço do etanol produzido no bloco e da capacidade instalada gera aumento na oferta local depois de certo período, reduzindo a necessidade de importações. Já choques positivos no preço do trigo pressionam a produção e estimulam a entrada de produto do exterior.

No caso da demanda, quando do aumento do preço da gasolina o impacto é negativo, sendo este positivo quando do crescimento da frota e da renda.

Embora se esteja tratando deste modelo como sendo da União Europeia, ele se refere especificamente à França, Alemanha e Suécia, uma vez que nos primeiros dois países foram vendidos perto de 40% dos veículos de passeio da União Europeia nos últimos anos (ACEA, 2010) e estima-se que respondam por mais da metade do consumo de etanol da região (WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT, 2010). Já a Suécia é o país no qual está disponível o maior número de bombas de E85 para abastecimento no bloco (ROULONS PROPRE, ROULONS NATURE, 2010) e é reconhecido pelo seu ambicioso plano de uso de biocombustíveis conforme exposto em capítulo anterior.

3.3. Testes econométricos

3.3.1. Testes de raiz unitária

Ao utilizar-se de séries de tempo na análise de dados, frequentemente pode-se obter um elevado coeficiente de determinação (R^2), sem que uma relação entre as variáveis realmente exista. Conforme Gujarati (2000): *“Este problema ocorre porque, se ambas as séries temporais envolvidas exibirem fortes tendências (movimentos ascendentes ou descendentes continuados), o alto R^2 observado se deve à presença da tendência e não à verdadeira relação entre elas”*.

Os testes de raiz unitária visam à identificação da presença de tendência (estocástica e determinista) de modo a evitar regressões espúrias. O teste de Dickey-Fuller Aumentado – DFA é a metodologia mais comumente empregada em processos auto-regressivos de ordem p . Séries que apresentam raiz unitária são classificadas como não-estacionárias, pois apresentam médias, variância e autocorrelação que variam com o tempo.

Utiliza-se a seguinte formulação para testar raiz unitária:

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (46)$$

Em que y_t é a variável em questão, Δ é o operador diferença ($\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$), a_0 é o intercepto, t é a variável de tendência, ε_t é o termo estocástico “ruído branco”, p é a ordem do processo auto-regressivo que descreve o comportamento da série e a hipótese nula a ser testada é a de que $\gamma = 0$. O número de termos de diferença defasados a incluir pode ser determinado através da minimização dos critérios de informação Akaike (AIC), Schwarz (SBC), entre outros, de modo que o termo de erro seja serialmente não correlacionado.

Devido à redução dos graus de liberdade e do poder do teste, a inclusão indiscriminada da constante e/ou da tendência pode levar à conclusão da presença de raiz unitária quando de fato ela inexistente. Desta maneira, o teste deve iniciar-se com a formulação mais geral e se a hipótese nula não puder ser rejeitada, parte-se para a eliminação gradativa dos termos determinista (primeiramente a tendência, em seguida, a constante e a tendência). Além disso, a análise gráfica da série e as considerações teóricas são importantes indicadores da presença de regressores deterministas. A Tabela 6 abaixo traz um resumo dos testes.

Tabela 6 – Resumo dos testes de Dickey-Fuller

Modelo	Hipótese	Estatística de teste
$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + a_2 t + \varepsilon_t$	$\gamma = 0$	τ_τ
	$a_0 = 0$ dado $\gamma = 0$	$\tau_{\alpha\tau}$
	$a_2 = 0$ dado $\gamma = 0$	$\tau_{\beta\tau}$
	$\gamma = a_2 = 0$	ϕ_3
	$a_0 = \gamma = a_2 = 0$	ϕ_2
$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$	$\gamma = 0$	τ_μ
	$a_0 = 0$ dado $\gamma = 0$	$\tau_{\alpha\mu}$
	$a_0 = \gamma = 0$	ϕ_1
$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$	$\gamma = 0$	τ

Fonte: Enders, 1995.

Após a verificação da presença de raiz unitária e no caso da confirmação da não-estacionariedade, parte-se para a diferenciação das séries, quantas vezes forem necessárias de modo a torná-las estacionárias.

3.3.2. Teste de raiz unitária na presença de quebra estrutural

Na presença de quebra estrutural, os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller são viesados à não rejeição da hipótese nula (existência de raiz unitária) mesmo se a série for estacionária. Perron (1989), citado por Enders (1995), desenvolveu um procedimento formal para os testes de raiz unitária de séries que contenham quebra estrutural no período $t = \tau + 1$. A hipótese mais geral é:

$$y_t = a_0 + \mu_1 D_L + \mu_2 D_P + a_2 t + a_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (47)$$

Representando D_P uma variável *dummy* de “pulso” de maneira que $D_P = 1$ se $t = \tau + 1$ e zero caso contrário, e D_L representa uma variável *dummy* de nível de maneira que $D_L = 1$ se $t > \tau$ e zero caso contrário.

A estatística t para a hipótese nula $a_1 = 1$ pode ser comparada com os valores críticos apropriados calculados por Perron, os quais dependem da proporção de observações antes da quebra $\lambda = \frac{\tau}{T}$. Sob a pressuposição de uma alteração na média de um processo não-estacionário, $a_1 = 1$, $a_2 = 0$ e $\mu_2 = 0$. Já sob a alternativa, $|a_1| < 1$ e $\mu_1 = 0$, confirma-se a presença de um “pulso” na série estacionária. Para $\lambda = 0,5$, o valor crítico reportado por Perron para a estatística t ao nível de 5% de significância é -4,24.

3.3.2. Testes de co-integração

Se as variáveis são integradas, há necessidade de se testar co-integração, ou seja, a existência de relações de longo prazo entre elas. Um método bastante utilizado pela facilidade de operacionalização é o proposto por Engle e Granger (1987), que pressupõe uma única relação de longo prazo. O teste de co-integração, segundo essa metodologia, consiste em um teste de raiz unitária (sem componentes deterministas) aplicado à série de resíduos do modelo ajustado com as variáveis na forma original (sem serem diferenciadas). Caso a existência de raiz unitária para a série de resíduos do modelo seja rejeitada, conclui-se que as variáveis são co-integradas e, portando, deve-se incluir na equação especificada com as séries nas diferenças, uma variável constituída pelos resíduos da primeira equação. Essa variável é incluída com uma defasagem e o modelo passa a ser denominado de “modelo de correção de erro”.

De forma esquemática, o teste pode ser descrito da seguinte maneira:

- 1) Testa-se preliminarmente a ordem de integração das variáveis. Co-integração aplica-se a variáveis integradas de mesma ordem.

- 2) Assumindo uma variável como a dependente, estima-se a relação de equilíbrio de longo-prazo:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t \quad (48) \quad \text{e} \quad e_t = y_t - \beta_0 + \beta_1 z_t \quad (49)$$

- 3) Testa-se co-integração utilizando:

$$\hat{e}_t = \alpha \hat{e}_{t-1} + u_t \quad (50)$$

ou:

$$\Delta \hat{e}_t = \phi \hat{e}_{t-1} + u_t \quad (51)$$

com: $\phi = \alpha - 1$

$$H_0 : \phi = 0$$

$$H_a : \phi < 0$$

No caso do erro ser correlacionado, ajusta-se:

$$\Delta \hat{e}_t = \phi \hat{e}_{t-1} + \sum_{j=1}^m \theta_j \Delta \hat{e}_{t-j} + u_t \quad (52)$$

Se a hipótese de raiz unitária for rejeitada, conclui-se que as variáveis são co-integradas. Os valores críticos para teste de co-integração são apresentados em Engle-Yoo (1987), sendo $-4,07$ para o nível de significância de 0,01 de probabilidade e $-3,37$ para o nível de 0,05.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1. Análise Gráfica

Para analisar os determinantes da demanda de importação de etanol da União Europeia foram utilizados dados do período: abril a setembro de 2009. As séries utilizadas para analisar o comportamento das importações suecas incluíram também o mês de outubro de 2009. A fonte de cada série consta do rodapé do gráfico que apresenta sua evolução no período considerado.

A análise gráfica das séries temporais pode auxiliar na decisão dos testes a serem realizados para a verificação da estacionariedade e existência ou não de quebras.

Na série de preço da gasolina no varejo sueco e na média dos valores na bomba na França, Alemanha e Suécia, é possível observar que nos meses mais frios do ano, quando a demanda por combustíveis no transporte é menor, pode ocorrer queda dos valores, o que ocorreu nos anos de 2006 e 2008. No ano de 2007, isso não foi observado. No período verifica-se leve tendência ascendente, especialmente no caso do preço da gasolina no varejo sueco (Gráficos 12 e 13).

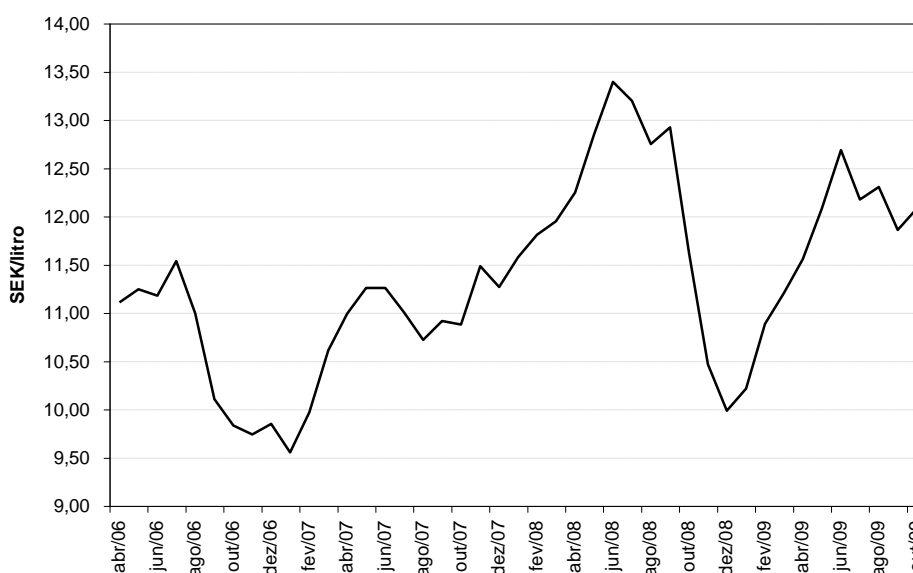


Gráfico 12 - Evolução do preço da gasolina no varejo (base = nov. 2009), em Coroas Suecas (SEK) por litro. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de UNIÃO EUROPEIA (2010).

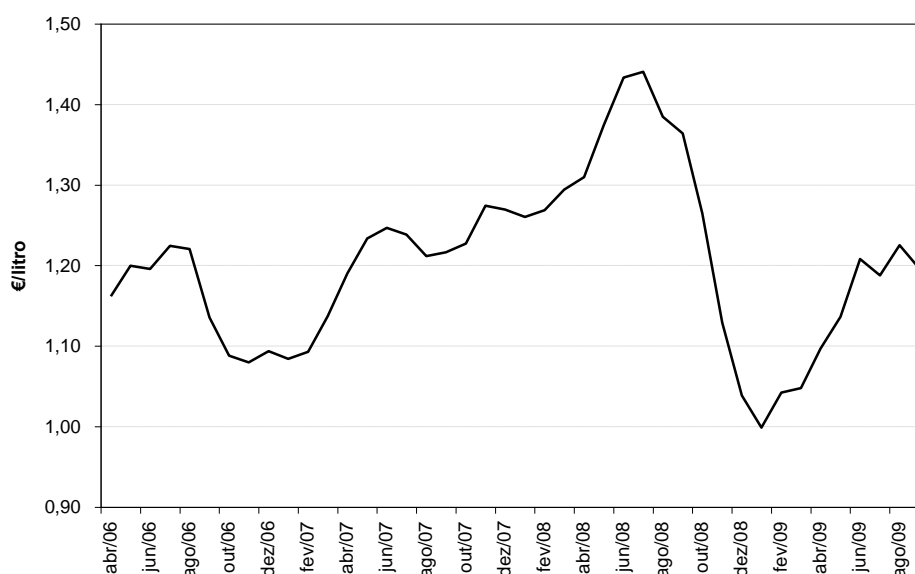


Gráfico 13 - Evolução do preço médio da gasolina na França, Alemanha e Suécia (base = nov. 2009), em Euros (€) por litro. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série mensal.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de UNIÃO EUROPEIA (2010).

O preço do E85 no varejo costuma refletir os valores do etanol no Porto de Roterdã, o qual é fortemente influenciado pela época de safra e entressafra da cana-de-açúcar no Brasil. O preço do trigo, principal matéria-prima para a produção de etanol na Europa, tem pequeno impacto na formação de preço do biocombustível, apesar da capacidade instalada de produção no bloco ser crescente no período em análise (Gráficos 14, 15, 16, 17 e 18).

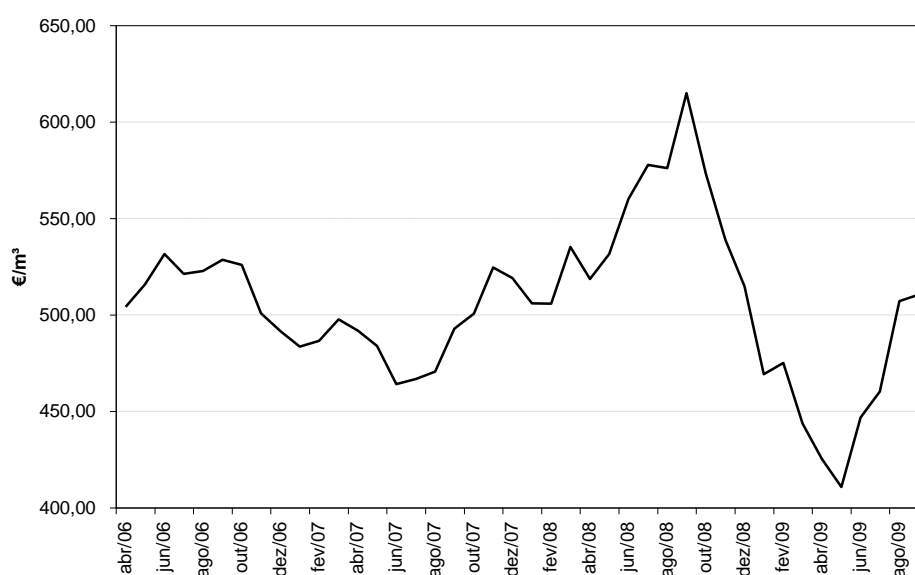


Gráfico 14 - Evolução do preço do etanol de origem europeia, FOB Roterdã terminal 2 (base = nov. 2009), em Euros (€) por m³. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL PRICE REPORT (2010)

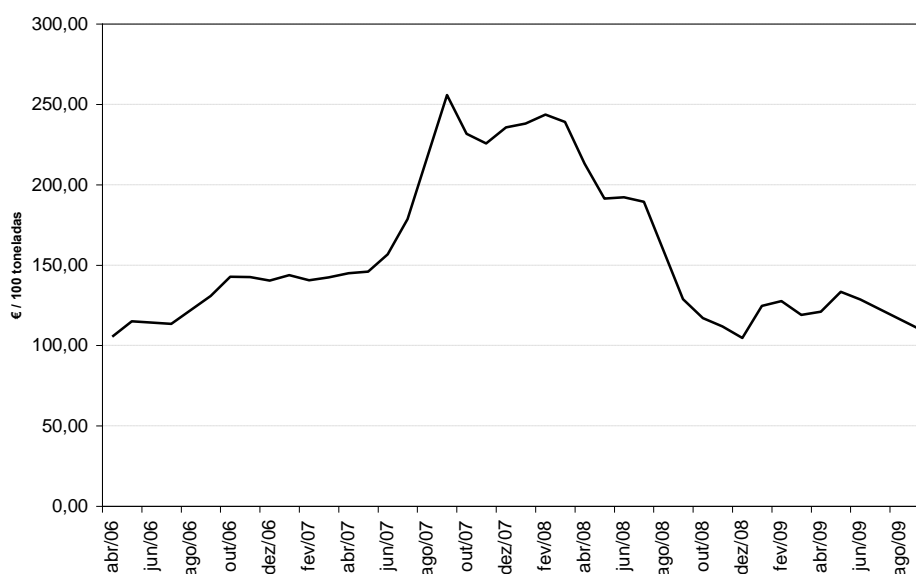


Gráfico 15 - Evolução do preço do trigo na Bolsa LIFFE, (base = nov. 2009), em Euros (€) por cem toneladas. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de CMA (2010)

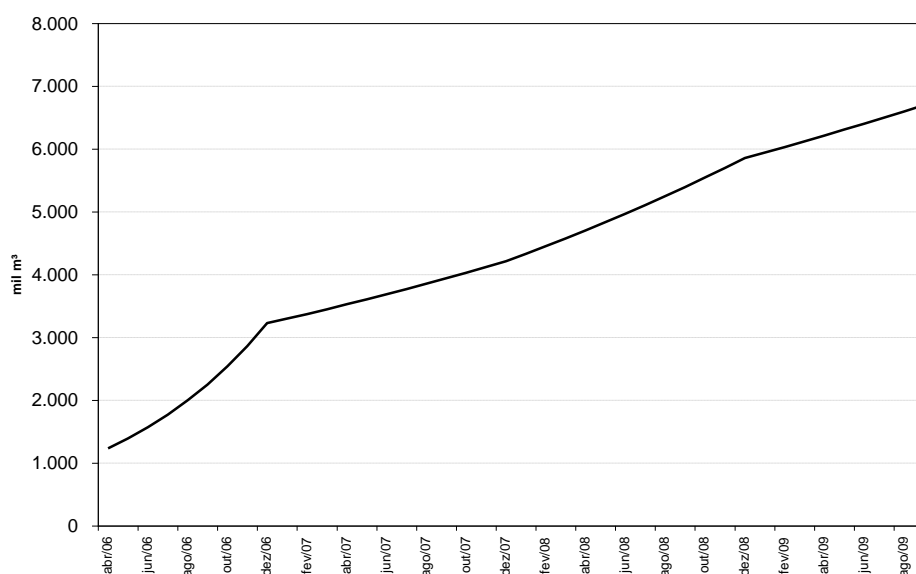


Gráfico 16 - Evolução da capacidade instalada de produção de etanol na União Europeia, em mil m³. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série anual mensalizada.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de KELLER (2010).
Nota: Entre cada ponto do gráfico foi aplicada uma taxa de crescimento constante.

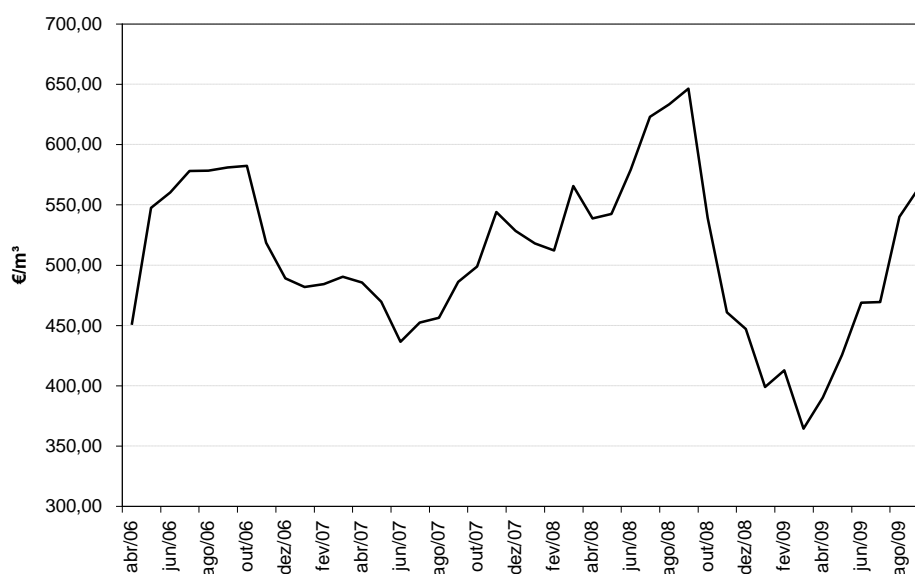


Gráfico 17 - Evolução do preço do etanol importado, FOB Roterdã terminal 1 (base = nov. 2009), em Euros (€) por m³. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Média mensal.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL PRICE REPORT (2010).

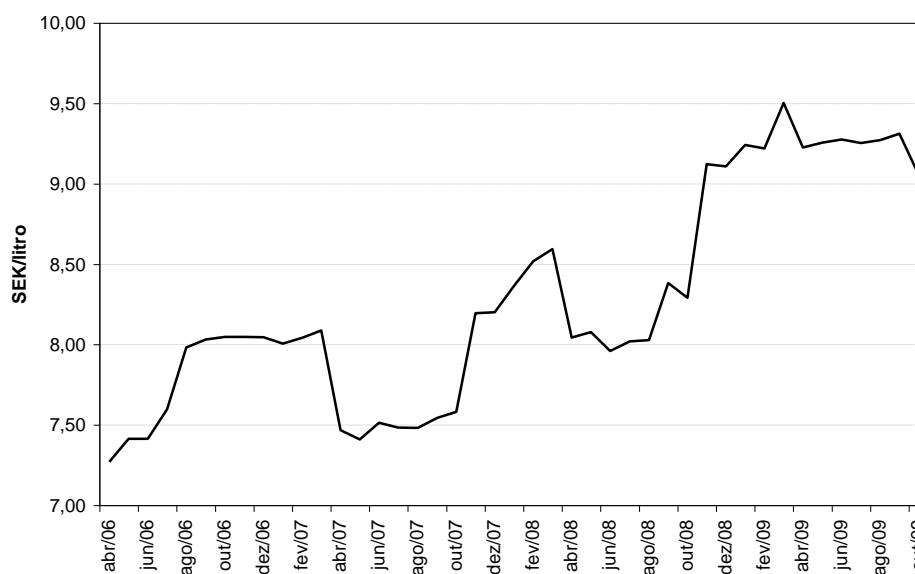


Gráfico 18 - Evolução do preço do E85 no varejo sueco (base = nov. 2009), em Coroas Suecas (SEK) por litro. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de BEST (2010).

No que tange à frota de veículos de passeio movida exclusivamente à gasolina, nota-se tendência de queda pelo sucateamento. De outro lado, verifica-se uma ascensão da venda de veículos movidos a diesel em resposta aos incentivos dados nos últimos anos e preferência por veículos considerados “mais limpos”. Na Alemanha, a venda de veículos elevou-se de

forma significativa em 2009, o que freou a queda da frota à gasolina na região. Na Suécia, a frota preparada para o E85 cresceu exponencialmente no período pelos motivos apontados em capítulo anterior (Gráficos 19, 20 e 21).

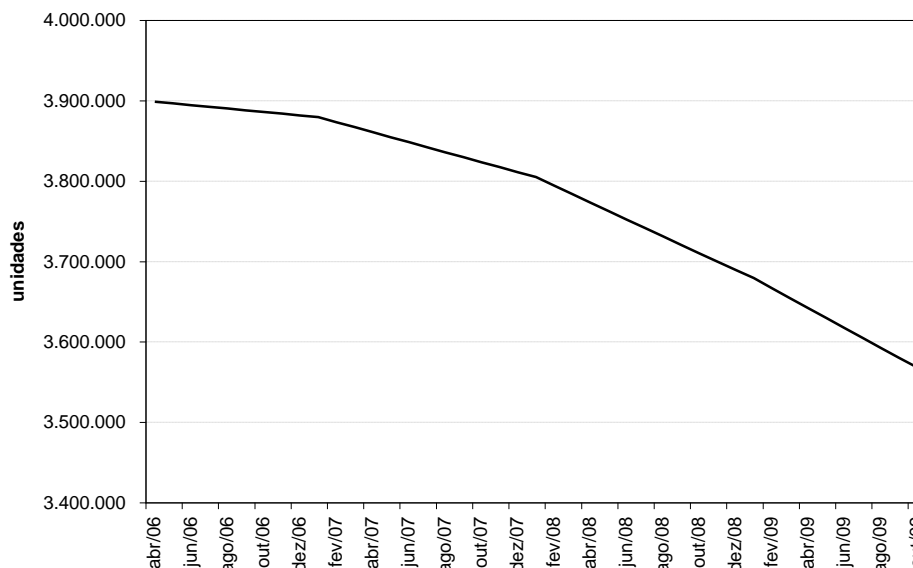


Gráfico 19 - Evolução da frota sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina, em unidades. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal estimada.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de ANFAC (2007) e ACEA (2010).

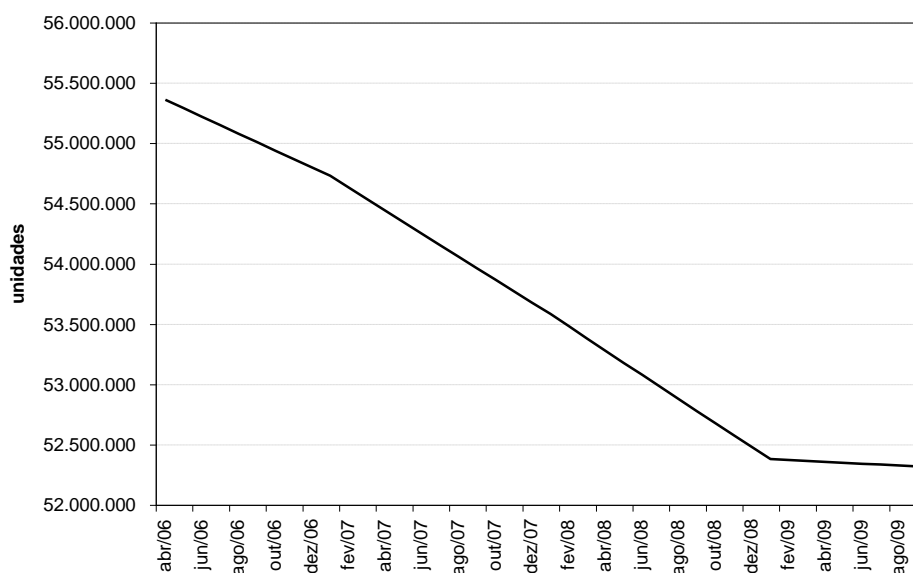


Gráfico 20 - Evolução da frota francesa, alemã e sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina, em unidades. Europa, abril de 2006 a setembro de 2009. Série mensal estimada.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de ANFAC (2007) e ACEA (2010)

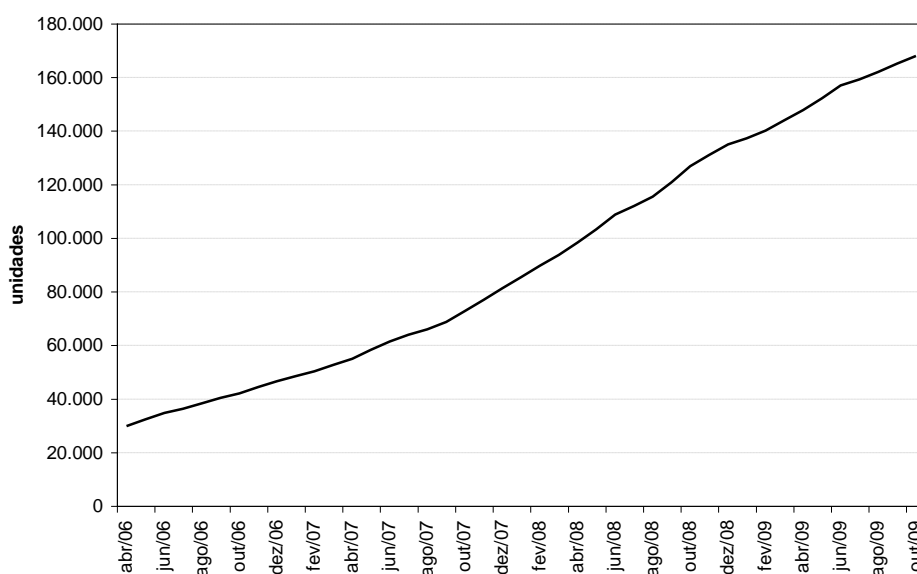


Gráfico 21 - Evolução da frota sueca de veículos de passeio preparada para utilizar E85, em unidades. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série mensal estimada.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de BEST (2009) e BILSWEDEN (2009)

Quando analisada a evolução da renda no bloco através do Produto Interno Bruto, nota-se a recessão na qual a região entrou no último trimestre de 2009, que afetou a maioria dos países, especialmente as economias mais desenvolvidas.

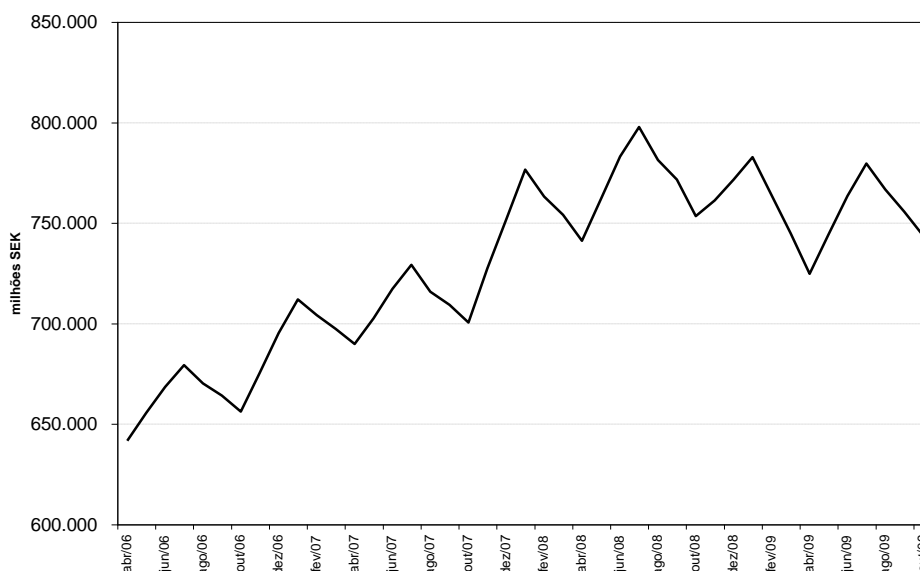


Gráfico 22 - Evolução do Produto Interno Bruto sueco (base = nov. 2009), em milhões de Coroas Suecas (SEK). Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série trimestral mensalizada.
Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de UNIÃO EUROPEIA (2010)
Nota: Entre cada ponto do gráfico foi aplicada uma taxa de crescimento constante.

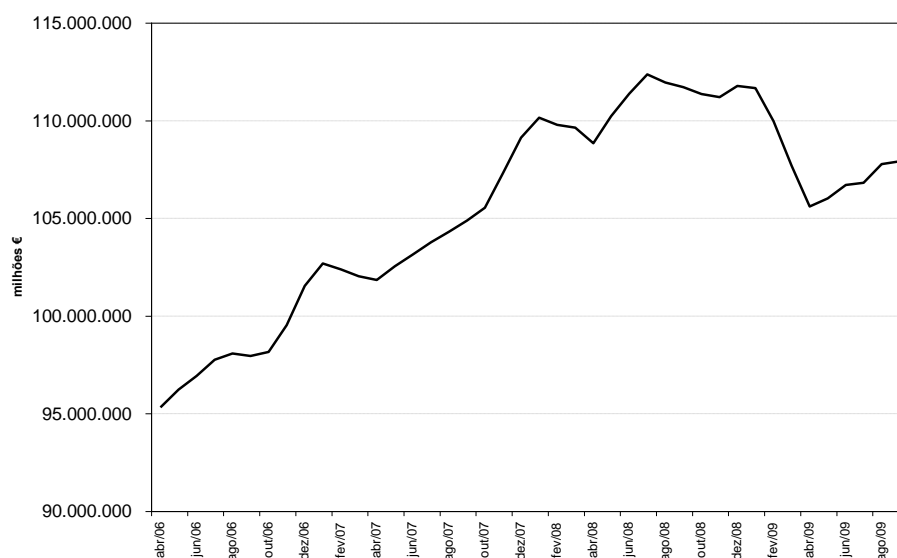


Gráfico 23 - Evolução do Produto Interno Bruto da França, Alemanha e Suécia (base = nov. 2009), em milhões de Euros (€). Europa, abril de 2006 a outubro de 2009. Série trimestral mensalizada.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de UNIÃO EUROPEIA (2010).

Nota: Entre cada ponto do gráfico foi aplicada uma taxa de crescimento constante.

Na série de importações de etanol pela Suécia foi notada quebra estrutural em janeiro de 2009, em decorrência da crise econômica que afetou a relação de preços entre gasolina e E85, diminuindo a demanda local e, conseqüentemente, as importações. Já as importações do bloco (como um todo) não sofreram alteração de nível (Gráficos 24 e 25).

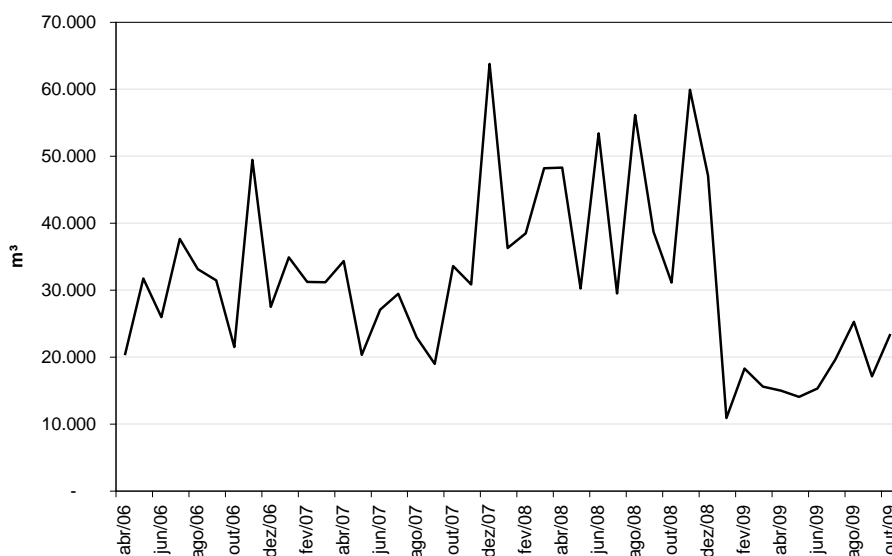


Gráfico 24 - Evolução da importação sueca de etanol, em m³. Suécia, abril de 2006 a outubro de 2009. Série Mensal.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2010).

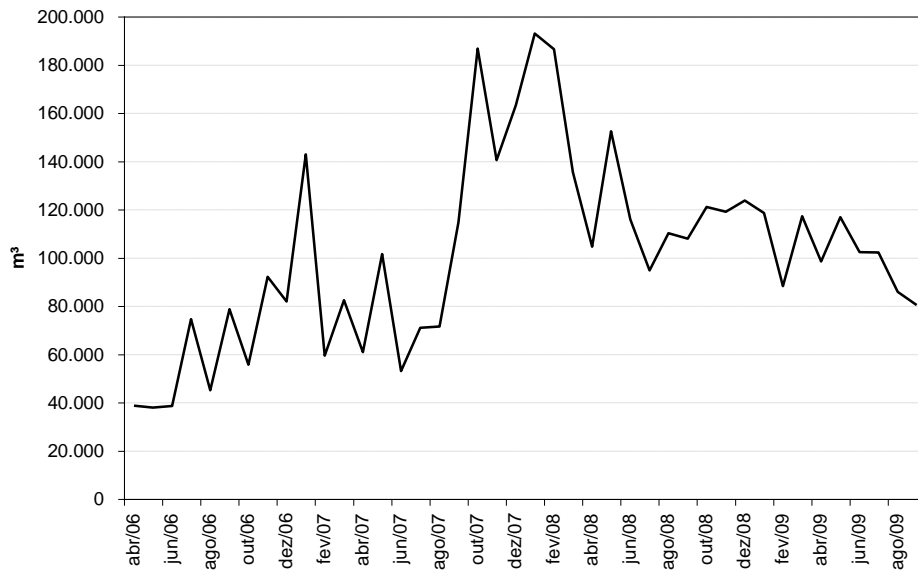


Gráfico 25 - Evolução da importação de etanol pela União Europeia, em m³. Europa, abril de 2006 a outubro de 2009. Série Mensal.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados de WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT (2010).

4. 2. Resultado dos testes econométricos e dos modelos ajustados

Os resultados dos modelos especificados para estudo da evolução das importações da Suécia e da União Europeia são apresentados após terem sido discutidos os dos testes de integração e co-integração.

As séries foram todas transformadas em logaritmo e processadas nos softwares estatísticos E-Views 4.1 e RATS (*Regression Analysis of Time Series*). As seguintes notações foram utilizadas:

IM^S = logaritmo das importações de etanol da Suécia;

IM^{UE} = logaritmo das importações de etanol da União Europeia;

IP_{gas}^S = logaritmo do preço da gasolina no varejo sueco;

IP_{gas}^{UE} = logaritmo do preço da gasolina no varejo na União Europeia;

IP_{E85}^S = logaritmo do preço do E85 no varejo sueco;

lY^S = logaritmo do Produto Interno Bruto (PIB) sueco;

lY^{UE} = logaritmo do Produto Interno Bruto (PIB) da União Europeia;

lF_{gas}^S = logaritmo da frota sueca de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina;

lF_{gas}^{UE} = logaritmo da frota de veículos de passeio movida exclusivamente a gasolina na União Europeia;

lF_{E85}^S = logaritmo da frota sueca de veículos de passeio preparada para utilizar E85;

lP_E^{UE} = logaritmo do preço do etanol de origem europeia;

lP_E^m = logaritmo do preço do etanol importado;

lC_E = logaritmo do preço do trigo;

lCI = logaritmo da capacidade instalada para a produção de etanol na União Europeia.

4.2.1. Resultados dos testes de raiz unitária

O número de defasagens incluído no modelo estimado para os testes de raiz unitária de cada série temporal foi determinado através da minimização dos critérios de informação de Schwarz – SBC.

Para a realização dos testes de raiz unitária, utilizou-se o procedimento proposto por Enders (1995), conforme exposto em capítulo anterior, o qual recomenda testes iniciando da forma mais geral, incluindo constante e tendência, eliminando progressivamente os termos determinísticos que se apresentarem não significativos. Considerou-se para os testes, um nível de significância de até 0,05 de probabilidade.

A análise gráfica da variável dependente IM^S indicou que seria necessário testar a presença de raiz unitária considerando a possibilidade de haver quebra estrutural, sendo para isso necessário utilizar o procedimento de teste proposto por Perron (1989), como apontado em capítulo anterior. Definiu-se τ como referindo-se ao mês de janeiro de 2009, a partir do qual a importação sofre impacto da crise mundial do último trimestre de 2008. Os resultados apontam, neste caso, para a existência de raiz unitária (coeficiente da variável defasada = -0,0372 – não significativo estatisticamente).

Para as demais séries, os resultados dos testes de DFA indicam que a 0,01 de probabilidade todas podem ser consideradas I(1). A 0,05 de probabilidade, a capacidade instalada na União Europeia, o preço do etanol e da gasolina nesse bloco e o do etanol importado mostraram-se estacionárias. Os testes para as variáveis do modelo de demanda por importação de etanol da Suécia indicaram que todas elas são integradas de ordem um (Tabela 7).

Diante desses resultados, optou-se por utilizar as séries nas diferenças, tanto no caso do modelo de demanda por etanol da Suécia como no da União Europeia. Um segundo passo foi testar co-integração, o que foi feito utilizando a metodologia proposta por Engle e Granger (1987) discutida anteriormente. Os resultados apontaram para co-integração entre as variáveis tanto no caso do modelo especificado para a União Europeia como no da Suécia.

Tabela 7 - Resultados dos testes de raiz unitária DFA em nível para as variáveis dos modelos.

Série	Estatísticas				
	τ_{τ}	$\tau_{\beta_{\tau}}$	τ_{μ}	$\tau_{\alpha_{\mu}}$	τ
IM^{UE}	-1,8634	-0,2448	-2,5999	2,6224	0,6034
IP_{gas}^S	-3,1690	2,0233	-2,3855	2,3923	0,1469
IP_{gas}^{UE}	-3,0888	-0,1083	-3,1341**	3,0266**	-0,7319
IP_{E85}^S	-2,2065	1,8583	-1,1558	1,2069	1,3146
IY^S	-3,1393	2,3081	-1,6480	1,6522	1,1347
IY^{UE}	-1,8125	0,8675	-1,8714	1,8740	0,9889
IF_{gas}^S	-2,1872	-3,2293	1,0348	-1,0375	-1,7063**
IF_{gas}^{UE}	-1,2259	-1,0033	-1,9290	1,9280	-0,3766
IF_{E85}^S	2,0944	-2,5541	-2,4499	2,6346	1,9667
IP_E^{UE}	-2,9469	0,1552	-3,0626**	3,0621	0,1778
IP_E^m	-2,6430	0,4708	-2,9257**	2,9288**	0,7098
IC_E	-1,2255	-1,6861	-1,1581	1,1531	-0,1241
ICI	-4,0654**	3,2858	-2,2559	2,2839	0,6661

** Significativo a 5%

Fonte: Resultados da pesquisa

O resultado do teste de co-integração foi de -5,7987 para as variáveis do modelo de demanda por importação de etanol especificado para a Suécia, de -3,8467 para as variáveis do modelo de demanda por importação na União Europeia sem a inclusão da capacidade instalada e de -3,5971 para as variáveis do modelo de demanda por importação da União Europeia incluindo-a. No modelo alternativo para a União Europeia, no qual se inclui o preço do etanol importado (apresentado no APÊNDICE B) resultado do teste de co-integração foi de -3,4557. Assim, em todos os casos encontrou-se co-integração.

4.2.2. Resultados dos modelos de demanda por importações de etanol

4.2.2.1. Demanda de importação de etanol da Suécia

Os resultados dos modelos de demanda por importação de etanol da Suécia que apresentaram o melhor ajustamento estatístico são apresentados nas Tabelas 8 e 9. O resultado do procedimento de Engle e Granger (1987) para co-integração foi corroborado pela significância do coeficiente do termo de erro incluído na equação de demanda por importação, ajustada com as séries nas diferenças de primeira ordem. Como o coeficiente da variável defasada apresentou-se não significativo, estimou-se um modelo alternativo eliminando essa série (Tabela 9). Os resultados, no entanto, diferiram muito pouco dos obtidos com o modelo ajustado preliminarmente. A variável relativa à frota de veículos movidos à gasolina (com tendência decrescente) apresenta elevada correlação negativa com a frota de veículos E85, motivo pelo qual ela não foi incluída nas equações. Esse procedimento foi utilizado tendo em vista evitar problemas associados à multicolinearidade. Os coeficientes de determinação encontrados foram de 0,5239 e 0,5261, para o modelo com defasagem da variável dependente e sem essa variável, respectivamente. Cumpre mencionar que esses valores são considerados satisfatórios para modelos ajustados nas diferenças dos valores observados, como os especificados neste estudo. O valor do coeficiente de determinação corrigido⁸ apontou, com pequena margem de diferença, que o modelo no qual se excluiu a variável dependente defasada apresentou o melhor ajustamento.

Os sinais obtidos para as estimativas dos coeficientes são os esperados nos dois modelos apresentados. O coeficiente do PIB (*proxy* da renda) foi significativo a aproximadamente 0,14 de probabilidade e a elasticidade obtida permite inferir que para uma variação positiva de 1% na renda ocorre um aumento de 4,4% na quantidade importada de etanol, tanto no caso do modelo com variável dependente defasada como no modelo especificado sem essa variável (modelo alternativo). O coeficiente do preço do E85 apresentou-se estatisticamente não diferente de zero, mostrando que essa variável não tem influência na demanda doméstica e nas importações suecas de etanol, diferentemente do que

⁸ O coeficiente de determinação corrigido permite que se compare o ajustamento de modelos que tem número diferente de variáveis explicativas.

se observa para o caso do preço da gasolina. Esse resultado pode ser consequência de uma possível diferença do perfil dos proprietários de carros movidos a E85, relativamente aos dos proprietários de carros movidos exclusivamente à gasolina. Embora se saiba que deva ocorrer, em certo grau, substituição do E85 pela gasolina na frota E85 da Suécia quando o preço do primeiro combustível estiver em patamar elevado, considera-se que parte dos proprietários desses veículos faça a sua escolha considerando também as externalidades positivas do etanol, sendo menos suscetíveis a variações de preços.

A elasticidade estimada em relação ao preço da gasolina é de -2,71, significando que para cada 1% de aumento do preço desse combustível ocorre uma queda de 2,71% nas importações de etanol. No modelo alternativo, a elasticidade estimada foi de 2,86, bastante próxima da obtida com o modelo ajustado preliminarmente. O coeficiente da frota E85 apresentou-se significativo e elevado: para cada 1% de aumento dessa frota ocorre um aumento de aproximadamente 8,0% nas importações de etanol. Para o modelo alternativo a elasticidade encontrada neste caso foi de 7,3%.

Tabela 8 - Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da Suécia

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
Constante	-0,3400	-1,8980	0,06645
IP_{E85}^S	-0,3596	-0,1842	0,8550
IY^S	4,3523	1,4762	0,1494
IP_{gas}^S	-2,7184	-2,0009	0,0537
IF_{E85}^S	7,9647	1,8755	0,0696
$RES\{1\}$	-0,8609	-3,9665	0,0004
$IM^{UE}\{t-1\}$	-0,1162	-0,7166	0,4787

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro

Tabela 9 - Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da Suécia - sem inclusão da variável dependente defasada

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
Constante	-0,3131	-1,9037	0,06534
lP_{E85}^S	-0,6252	-0,3308	0,7427
lY^S	4,3872	1,5230	0,1367
lP_{gas}^S	-2,8553	-2,1665	0,0372
lF_{E85}^S	7,2664	1,9046	0,0650
$RES\{1\}$	-0,9444	-5,9671	0,0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro

4.2.2.2. Demanda por importação de etanol da União Europeia

Os parâmetros estimados para a equação de demanda por importação de etanol da União Europeia são apresentados na Tabela 10. Também nesse caso o resultado do procedimento de Engle e Granger (1987) para co-integração foi corroborado pela significância do coeficiente do termo de erro incluído no modelo, ajustado com as séries nas diferenças de primeira ordem. Foi considerada na equação uma defasagem da variável dependente para evitar problemas associados à correlação de resíduo, cujo coeficiente apresentou-se significativo.

Os resultados mostram que todos os sinais dos parâmetros estimados estão de acordo com o modelo econômico proposto (Tabela 10). O coeficiente de determinação encontrado foi de 0,672. O coeficiente do preço do etanol da União Europeia apresentou-se significativo a 13% de probabilidade, não se podendo descartar completamente a hipótese de que esta variável tenha influência no volume de etanol importado pela comunidade. Como o modelo teórico foi construído considerando que a União Europeia importa o excedente de demanda, o

sinal negativo do coeficiente do preço do etanol indica que quando ele se eleva, a oferta interna aumenta e, portanto, a importação do combustível diminui. Um aumento de 1% no preço do etanol na União Europeia resulta em um decréscimo de 1,4% das importações. O coeficiente do preço da gasolina mostrou-se significativo considerando um nível de significância de até 0,05 de probabilidade e o valor obtido para a elasticidade indica que um aumento de 1% neste preço leva a uma queda de aproximadamente 1,8% no *quantum* importado de etanol pela União Europeia. A variável de maior impacto sobre as importações do etanol é o PIB, sendo a elasticidade próxima a 10,1. O coeficiente do preço do trigo com duas defasagens (lembrando que como insumo na produção do etanol as suas variações devem preceder às do *quantum* importado) apresentou-se significativo estatisticamente. A elasticidade encontrada mostra que um aumento de 1% no preço do trigo leva a uma queda na oferta de etanol e, dois meses após ocorrer o choque, a um acréscimo de 1,4% no *quantum* importado do combustível.

Tabela 10 - Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
Constante	-0,0040	-0,1087	0,9141
lP_{gas}^{UE}	-1,8456	-2,0638	0,0472
$lP_E^{UE} \{t-1\}$	-1,3907	-1,5419	0,1329
lY^{UE}	10,0583	2,4567	0,0196
$lC_E \{t-2\}$	1,3943	2,9952	0,0053
$RES\{t-1\}$	-0,7545	-3,0085	0,0051
$lM^{UE} \{t-1\}$	-0,3229	-1,9984	0,0542

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro

No caso da União Europeia, foram ajustados modelos alternativos incluindo a frota e a capacidade instalada para a produção de etanol no bloco. No entanto, os coeficientes destas

variáveis apresentaram-se estatisticamente não significativos, conforme se observa na Tabela 11, mesmo tendo o coeficiente da frota o sinal esperado. Cumpre mencionar que o coeficiente de determinação corrigido mostra um melhor ajustamento deste segundo modelo, apesar da não significância estatística dos coeficientes mencionados. O coeficiente de determinação encontrado neste caso foi de 0,744; portanto, bastante elevado.

Tabela 11 - Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia (modelo alternativo incluindo frota e capacidade instalada)

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
Constante	0,0391	0,4521	0,6544
lP_{gas}^{UE}	-2,0846	-2,4076	0,0224
$lP_E^{UE} \{t-1\}$	-1,0951	-1,2905	0,2067
lY^{UE}	8,1165	1,9867	0,0562
$lC_E \{t-2\}$	1,2431	2,7969	0,0089
lF_{gas}^{UE}	37,0162	0,7015	0,4884
$lCI \{t-1\}$	0,2997	0,3238	0,7483
$RES\{1\}$	-1,1191	- 4,4047	0,0001
$lM^{UE} \{t-1\}$	-0,1685	-1,0991	0,2805

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro

Os modelos reportados nas Tabelas 10 e 11 foram ajustados também na versão sem constante (lembrando que quando as séries são expressas nas diferenças, a constante corresponde a uma tendência na série original) por ela ter-se apresentado não significativa estatisticamente. Os resultados, apresentados no APÊNDICE A, não diferem significativamente dos obtidos com o modelo incluindo a constante.

Mesmo considerando que o preço do etanol importado seja grandemente relacionado como o do etanol da União Europeia, ajustou-se, ainda, um modelo incluindo aquela variável (tomando a representação do modelo 1 como referência)⁹. Os resultados, apresentados no APÊNDICE B, mostram que o coeficiente do preço do etanol importado é estatisticamente não significativo, sendo, também, seu valor bastante pequeno, tanto na versão com constante como na versão sem constante. O coeficiente de determinação corrigido mostra que não houve melhora do ajustamento com a inclusão desta variável. O preço do etanol produzido na União Europeia passa a ser não significativo, provavelmente por problemas associados à existência de multicolinearidade.

⁹ Preço mensal do etanol importado precificado no Porto de Roterdã Terminal 1, em €/m³ no período de abril de 2006 a setembro de 2009.

5. CONCLUSÕES

O crescimento da atividade canavieira no Brasil dependerá, no médio prazo, do aumento das exportações do etanol. Se no presente momento a elevação da produção desse biocombustível tem ocorrido devido à forte influência de seu uso no mercado interno, a sustentação desse crescimento no futuro deverá depender da inclusão do etanol na matriz energética de outros países. Neste contexto, é de suma importância a realização de estudos que permitam entender o potencial importador de etanol de países que utilizam esse combustível na sua frota de automóveis e comerciais leves. Sob esse pano de fundo é que se propôs, nesta dissertação, analisar os determinantes das importações de etanol da União Europeia e, em particular, da Suécia, país-membro que está mais avançado na substituição de combustíveis fósseis pelo etanol no setor de transportes.

Uma das primeiras iniciativas da União Europeia neste sentido foi a criação, em 2003, da Diretiva 2003/30/EC, na qual foi estabelecido que a participação de biocombustíveis nos transportes, de todo país-membro, deveria atingir a meta de 2% em termos de energia, ao final de 2005 e, 5,75% em 2010. Em dezembro de 2008, a Comissão Europeia aprovou a Diretiva 2009/28/EC, na qual foram definidas metas ainda mais agressivas, projetando a participação para as fontes renováveis em 10% da energia utilizada pelo setor de transportes. Nas esferas nacionais, há legislação específica para que as metas possam ser atingidas. Na Suécia, uma das mais importantes iniciativas para a popularização dos biocombustíveis foi a lei SFS 2005:1248, a qual obriga os postos de combustíveis que vendam acima de um determinado volume, a oferecerem no mínimo um tipo de combustível renovável aos seus clientes. Outro estímulo dado ao consumo relaciona-se à introdução de um bônus para os compradores de veículos “limpos”, em abril de 2007, além de descontos em estacionamento e isenção de pedágio urbano para estes veículos. Resultado de tais iniciativas pode ser observado no crescimento das vendas de veículos preparados para o E85 no país, chegando a 28% das vendas totais no último trimestre de 2008, e no consumo de etanol, que atingiu os 10% do consumo de gasolina no mesmo ano.

A despeito do pequeno número de observações com que se conduziu essa análise, os resultados obtidos são coerentes com o modelo econômico proposto. Para a demanda por importação de etanol pela União Europeia, observou-se que as variáveis associadas à demanda doméstica daquele bloco são, de forma geral, mais importantes na explicação do *quantum* importado do combustível do que as variáveis associadas à oferta regional. O

impacto do aumento em 1% do preço da gasolina é de decréscimo de aproximadamente 1,8% nas importações de etanol. Quando o preço deste se eleva 1% na União Europeia, reduz em 1,4% as importações, resultado do estímulo à oferta interna dada pelo preço mais alto. Já em sentido oposto se movimentam as importações quando ocorre alteração na renda (PIB) e no preço do trigo, o principal insumo. Acréscimo de 1% na renda e no preço do trigo geram, respectivamente, 10,1% e 1,4% de crescimento nas importações de etanol.

Ainda foram ajustados modelos alternativos incluindo a frota e a capacidade instalada para a produção de etanol no bloco. No entanto, os coeficientes destas variáveis apresentaram-se estatisticamente não significativos. O mesmo ocorreu quando se incluiu o preço do etanol importado, podendo neste caso haver problemas de multicolinearidade devido à alta relação entre o preço do etanol local e do importado.

De acordo com estes resultados, as principais oportunidades de exportação de etanol brasileiro para o bloco podem ocorrer por possíveis frustrações da safra de cereais e pelo crescimento da renda europeia. Já a tendência de ascensão do preço do petróleo pode ter impacto negativo na demanda de etanol, caso não haja compensação através de políticas mais agressivas de uso de biocombustíveis. Mostraram-se ser de importância secundária na determinação das importações a capacidade instalada no bloco e a frota de veículos movidos a gasolina, sendo que a primeira variável tem tendência crescente no período, enquanto que a segunda tem decaído significativamente.

As importações suecas comportam-se de maneira semelhante às do bloco quando ocorrem choques. Um por cento de elevação no preço da gasolina sueca reduz em 2,71% as importações de etanol e, estas crescem 4,4% quando do acréscimo de 1% do PIB. Importante é o impacto nas importações da frota preparada para E85: 1% de elevação nesta frota gera acréscimo de 8% no volume importado. Já o coeficiente do preço do E85 apresentou-se estatisticamente não diferente de zero, mostrando que essa variável não tem influência na demanda doméstica e nas importações suecas de etanol, diferentemente do que se observa para o caso do preço da gasolina. Esse resultado pode ser consequência de uma possível diferença do perfil dos proprietários de carros movidos a E85, relativamente ao dos proprietários de carros movidos exclusivamente à gasolina. Embora se saiba que deva ocorrer, em certo grau, substituição do E85 pela gasolina na frota E85 da Suécia quando o preço do primeiro combustível estiver em patamar elevado, considera-se que parte dos proprietários desses veículos faça a sua escolha considerando também as externalidades positivas do etanol, sendo menos suscetíveis a variações de preços.

De acordo com os resultados obtidos para a Suécia, a extinção recente de alguns incentivos para a compra de veículos movidos a E85 pode significar estabilidade na demanda de importações de etanol relacionada a esta variável, passando a renda a ter um papel mais importante no crescimento das importações.

Futuros estudos como o aqui apresentado devem ser conduzidos quando se dispuser de séries históricas mais longas para que se possa captar com maior rigor o padrão de associação entre os deslocadores da oferta e demanda domésticas de etanol e o *quantum* importado do biocombustível.

REFERÊNCIAS

ACEA. European Automobile Manufacturers' Association. **Diesel** – Historical series by country in Western Europe 1990-2009. 2009. Disponível em: <http://www.acea.be/images/uploads/files/20100127_Diesel_0912.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2010.

ACEA. European Automobile Manufacturers' Association. **Statistics**. 2010. Disponível em: <<http://www.acea.be/index.php/collection/statistics>> Acesso em: 18 jan. 2010.

AGROANALYSIS. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas. Vol. 29. Nº 09. Set. 2009.

ANFAC. Asociación Española de Fabricantes de Automoviles y Camiones. **EU Motor Vehicles in Use in 2007**. 2009. Disponível em: <http://www.acea.be/images/uploads/files/20090218_EU_Motor_Vehicles_in_Use_2007.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2010.

BARROS, G. S. C. BACCHI, M. R. P. BURNQUIST, H. L. **Estimação de Equações de Oferta de Exportação de Produtos Agropecuários para o Brasil (1992/2000)**. IPEA, mar. 2002. (Texto para Discussão Nº 865).

BEDEROFF, J.; ZANG, Y. **A market in transformation: a study on the diffusion of E85 on the Swedish market**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Stockholm School of Economics. Estocolmo, Suécia, 2008. Disponível em: <<http://www.essays.se/essay/8fd15244b7/>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BEST. Bioethanol for Sustainable Transport. **Promoting Clean Cars** – Case Study of Stockholm and Sweden. 2009. Disponível em: <http://www.best-europe.org/upload/BEST_documents/incentives/D.5.12%20Promoting%20Clean%20Cars%20Report.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2009.

BEST. Bioethanol for Sustainable Transport. **The BEST experience with distribution of bioethanol**. 2010. Disponível em: <http://www.best-europe.org/upload/BEST_documents/info_documents/Best%20reports%20etc/D4.20%20The%20BEST%20experience%20with%20distribution%20of%20bioethanol.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2010.

BIL SWEDEN. **Nyregistreringar per månad**. 2009. Disponível em: <http://www.bilsweden.se/web/Nyregistreringar_per_manad_1.aspx?Guid=8c20b5bf-ae36-41a1-9121->. Acesso em: 17 nov. 2009.

BNDES. CGEE (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2008.

CAPITANI, D.H.D. **Determinantes da demanda por importação de arroz do Mercosul pelo Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CMA, Series 4. 2010. Conjunto de programas.

CROPENERGIES AG. **Production processes**. 2009. Disponível em: <<http://www.cropenergies.com/en/Bioethanol/Produktionsverfahren/>>. Acesso em: 27 mar. 2009.

DTN ETHANOL CENTER. **Renewable Fuels Standards Policy updates (by state)**. 2008. Disponível em: <<http://www.dtnethanolcenter.com/index.cfm?show=10&mid=16&pid=1>>. Acesso em: 13 nov. 2009.

EBIO. European Bioethanol Fuel Association. **Production capacity installed**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebio.org/statistics.php?id=5>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

EBIO. European Bioethanol Fuel Association. **The EU Market**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebio.org/EUmarket.php>>. Acesso em: 27 nov. 2009.

EIA. Energy Information Agency. **Annual Energy Review 2007**. 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/aer.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2009.

EIA. Energy Information Agency. **Emission of Greenhouse Gases Report**. 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/>>. Acesso em: 8 mar. 2009.

ELOBEID, A.; TOKGOZ, S. **Removal of U.S. Ethanol Domestic and Trade Distortions: Impact of U.S. and Brazilian Ethanol Markets**. 2006. Disponível em: <<http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/06wp427.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 1ª edição. Estados Unidos, 1995.

ENGLE, R. F. GRANGER, C. W. J. **Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation, and Testing**. *Econometrica* 55, páginas 251-276. Março, 1987.

ENGLE, R. F. YOO, B. **Forecasting and Testing in Cointegrated Systems**. Journal of Econometrics 35, páginas 143-159. 1987.

ERICSON, J. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <manuela@scalcool.com.br> em 6 nov. 2009.

EUROPIA. European Petroleum Industry Association. **Annual Report 2008**. 2009. Disponível em: <<http://www.europia.com/content/default.asp?PageID=412&DocID=13955>>. Acesso em: 27 mar. 2009.

FARINELLI, B.; CARTER, C. A.; LIN, C.Y.C; SUMMER, D.A. **Import demand for Brazilian ethanol: a cross-country analysis**. In: Journal of Cleaner Production. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jclepro.2009.05.008](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.05.008)>. Acesso em: 15 ago. 2009.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. 3ª Edição. São Paulo, 2000.

IEA. International Energy Agency. **Key World Energy Statistics**. 2008. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2009.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2009.

JET. **Prishistorik**. 2009. Disponível em: <<http://www.jet.se/prices/pricehistory.aspx>>. Acesso em: 28 jun. 2009.

KELLER, C. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <manuela@scalcool.com.br> em 19 jan. 2010.

LANTMÄNNEN AGROETANOL. **Production**. 2010. Disponível em: <<http://www.agroetanol.se/aetanol.nsf/masterE?OpenFrameSet>>. Acesso em: 2 de julho de 2010.

OSAKI, M.; BARROS, G. **Determinantes da oferta e demanda de cebola argentina no Brasil nos anos 90**. XLII Congresso da SOBER de 2004. Disponível em: <<http://sober.org.br/palestra/12/03O164.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

PERRON, P. **The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis.**

Econometrica 57, páginas 1361-1401. Novembro, 1989.

RFA. Renewable Fuels Association. **How ethanol is made.** Disponível em:

<<http://www.ethanolrfa.org/resource/made/>>. Acesso em: 10 nov. 2009.

RFA. Renewable Fuels Association. **Renewable Fuels Standard.** Disponível em:

<<http://www.ethanolrfa.org/resource/standard/>>. Acesso em: 10 nov. 2009.

ROULONS PROPRES, ROULONS NATURE. **Les pompes de Superéthanol E85 en**

Europe. 2010. Disponível em: <http://www.roulonspropre-roulonsnature.com/carte_europe/>. Acesso em: 18 jan. 2010.

SAWYER, W. C.; SPRINKLE, R. L. **The demand for imports and exports in the world economy.** Hants, Inglaterra, 1999.

SPI. Swedish Petroleum Institute. **Statistics** - Deliveries fuel, per month. 2009. Disponível em: <<http://www.spi.se/eng/statistics.asp?stat=99>>. Acesso em: 17 nov. 2009.

STOCKHOLM. **Ethanol buses.** Disponível em: <http://www.miljobilar.stockholm.se/templates/MIS_Article____2288.aspx>. Acesso em: 28 nov. 2009.

STRÖMBERG, J. **Scania's experience in the Brazilian transport sector regarding**

biofuels. In: World Bioenergy Clean Vehicles & Fuels Conference, 2009, Estocolmo, Suécia.

Disponível em: <<http://www.elmia.se/Global/World%20Bioenergy%20Clean>

[%20Vehicles%20and%20Fuels/Presentations/Session28/Jonas%20Str%c3%b6mberg%20Session%2028%20CVF%20090917.pdf](http://www.elmia.se/Global/World%20Bioenergy%20Clean%20Vehicles%20and%20Fuels/Presentations/Session28/Jonas%20Str%c3%b6mberg%20Session%2028%20CVF%20090917.pdf)>. Acesso em: 1º dez. 2009.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2003/30/EC.** 2003. Disponível em: <[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:EN:HTML)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:EN:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:EN:HTML)>. Acesso em: 8 mar. 2009.

TODD, M. **Sugar & Ethanol Market Outlook.** In: LMC International Presentation at SCA, 2009, São Paulo.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2009/28/EC.** 2009. Disponível em: <[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:081:0048:0050:en:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:081:0048:0050:en:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:081:0048:0050:en:PDF)>. Acesso em : 30 out. 2009.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2009/30/EC**. 2009. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0088:0113:EN:PDF>>. Acesso em: 24 nov. 2009.

UNIÃO EUROPEIA. **Main crops, by Member State and Candidate Countries**. 2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/2007/table_en/3522.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2009.

UNIÃO EUROPEIA. **Eurostat**. 2010. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>>. Acesso em: 2 de julho de 2010.

USDA. United States Department of Agriculture. **Sweden** – Global Agriculture Information Network Report. 2009. Disponível em: <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sweden_6-24-2009.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2009.

USITC. United States International Trade Commission. **Harmonized Tariff Schedule of the United States (2009)** – Supplement 1 (Rev. 1). Capítulo 99. Disponível em: <<http://www.usitc.gov/publications/docs/tata/hts/bychapter/0911C99.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2009.

WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT. Ratzenburg, Alemanha: F.O.LICHT. Vol. 7. Nº 22. 21 jul. 2009.

WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT. Ratzenburg, Alemanha: F.O.LICHT. Vol. 8. Nº 04. 22 out. 2009.

WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT. Ratzenburg, Alemanha: F.O.LICHT. Vol. 8. Nº 17. 12 mai. 2010.

WORLD ETHANOL & BIOFUELS REPORT. Ratzenburg, Alemanha: F.O.LICHT. Vol. 8. Nº 18. 28 mai. 2010.

WORLD ETHANOL PRICE REPORT. Ratzenburg, Alemanha: F.O.LICHT. Vol. 6. Nº 3. 1º jun. 2010.

APÊNDICE A

Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia – versão sem constante.

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
lP_{gas}^{UE}	-1,5210	-1,5728	0,1253
$lP_E^{UE} \{t-1\}$	-1,5678	-1,6280	0,1130
lY^{UE}	7,3875	1,6038	0,1183
$lC_E \{t-2\}$	1,3764	2,6773	0,0115
$RES\{t-1\}$	-0,5405	-3,8976	0,0004
$lM^{UE} \{t-1\}$	-0,3274	-1,8423	0,0744

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro.

Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia (modelo alternativo incluindo frota e capacidade instalada) – versão sem constante.

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
lP_{gas}^{UE}	-1,7464	-2,0449	0,0494
$lP_E^{UE} \{t-1\}$	-1,0168	-1,2170	0,2328
lY^{UE}	5,1760	1,2622	0,2163
$lC_E \{t-2\}$	1,2073	2,7255	0,0105
lF_{gas}^{UE}	12,1528	0,4190	0,6781
$lCI \{t-1\}$	0,6727	0,7621	0,4517
$RES\{1\}$	-1,1000	-4,4400	0,0001
$lM^{UE} \{t-1\}$	-0,1799	-1,2071	0,2365

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro.

APÊNDICE B

Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia (modelo incluindo o preço do etanol importado).

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
Constante	0,0042	-0,11073	0,9125
IP_{gas}^{UE}	-1,9248	-1,96026	0,0590
$IP_E^{UE} \{t-1\}$	-1,6120	-0,98772	0,3309
lY^{UE}	10,0579	2,41975	0,0216
$lC_E \{t-2\}$	1,3868	2,91939	0,0065
$IP_E^m \{t-1\}$	0,1974	0,20472	0,8391
$RES \{t-1\}$	-0,7627	-2,93684	0,0062
$IM^{UE} \{t-1\}$	-0,3176	-1,90152	0,0666

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro.

Resultados do modelo ajustado para estimar a demanda por importação de etanol da União Europeia (modelo incluindo o preço do etanol importado) – versão sem constante.

<i>Variáveis</i>	<i>coeficientes</i>	<i>teste t</i>	<i>nível de significância</i>
IP_{gas}^{UE}	-1,537	-1,5400	0,1335
$IP_E^{UE} \{t-1\}$	-0,3952	-0,2407	0,8113
lY^{UE}	8,2594	1,9762	0,0568
$lC_E \{t-2\}$	1,4221	2,9381	0,0061
$IP_E^m \{t-1\}$	-0,6110	-0,6364	0,5291
$RES \{t-1\}$	-0,4491	-2,4943	0,0180
$IM^{UE} \{t-1\}$	-0,4811	-3,4759	0,0015

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: *RES* refere-se ao termo de correção de erro.