



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA

LUANA LADU

ANÁLISE POLÍTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA NOVA POLÍTICA
ENERGÉTICA EUROPÉIA: UM ENFOQUE SOBRE A INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE BIOETANOL

SALVADOR

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUANA LADU

**ANÁLISE POLÍTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA NOVA POLÍTICA
ENERGÉTICA EUROPÉIA: UM ENFOQUE SOBRE A INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE BIOETANOL**

Dissertação apresentada ao Mestrado de Economia da
Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial a
obtenção do título de Mestre em Economia.

Áreas de Concentração: Economia Regional e do Meio
Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata

SALVADOR

2009

Ladu, Luana

L153 Análise política, econômica e ambiental da nova política energética europeia: um enfoque sobre a indústria brasileira de bioetanol./ Luana Ladu.
- Salvador, 2009.

118 f. il. ; quad.; fig.; tab.; graf.

Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Ciências Econômicas , 2009.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata.

1. Bioetanol – Indústria - Brasil. 2. Biocombustíveis - Brasil. 3. Política energética – União Europeia. 4. Energia - Fontes alternativas. 5. Desenvolvimento sustentável. I. Mata, Henrique Tomé da Costa. II. Título.

CDD – 333.95390981



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
FUNDADA EM 07.02.1905



CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA



TERMO DE APROVAÇÃO

LUANA LADU

**ANÁLISE POLÍTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA NOVA
POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEIA: UM ENFOQUE SOBRE A
INDÚSTRIA BRASILEIRA DE BIOETANOL**

**Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Economia pela seguinte Banca Examinadora:**

Aprovada em 18 de dezembro de 2009

Prof. Dr. HENRIQUE TOMÉ DA COSTA MATA (Orientador)
(CME/FCE/UFBA)

Prof. Dr. BOUZID IZERROUGENE
(CME/FCE/UFBA)

Prof. Dr. SÉRGIO RANGEL FIGUEIRA
(DEPTO.ECONOMIA/FACAMP)

Dedico a Rainer

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Professor Henrique Tomé, pela orientação dada no curso do desenvolvimento da pesquisa, apesar dos quilômetros de distancia.

Ao Professor Sergio Figueira pelas orientações dadas na utilização do modelo de Box-Jenkins e para aceitar o convite a participar na banca examinadora.

Ao professor Bouzid Izerrougene para aceitar o convite de participar na banca examinadora.

A minha irmã, Maria Teresa, pelo apoio dado no utilizo do R e pelas sugestões na identificação do melhor modelo.

A Emanuel Desplechin, da representação da UNICA em Bruxelas, pelas numerosas conversas sobre a situação política relativa ao acesso do bioetanol brasileiro no mercado europeu.

Aos funcionários da Associação da Indústria Européia do Etanol – EBIO, pela disponibilidade mostrada no curso das entrevistas telefônicas sobre a situação e futura da indústria européia do etanol.

A todas as pessoas que aceitaram de ser entrevistadas no desenvolvimento da pesquisa.

Ao governo da Sardenha, pela bolsa concedida, a qual me permitiu realizar o mestrado em economia aqui no Brasil.

A todos os colegas do curso do mestrado.

A Ruy pelo apoio no cumprimento de todos os itens administrativos.

A meus pais para apoiar minha escolha de ir estudar no Brasil.

A Rainer pelas numerosas conversas sobre a dissertação.

RESUMO

O estudo proposto tem como objetivo conduzir uma análise política, ambiental e econômica da nova política energética européia em relação à indústria brasileira do bioetanol. Inicialmente, se descreve a atual legislação e o desempenho da indústria européia dos biocombustíveis. Faz-se a estimação do consumo de bioetanol no mercado europeu até o ano 2020, recorrendo à metodologia de séries temporais de Box-Jenkins. Com base nos resultados obtidos estimaram-se as exportações brasileiras de bioetanol para o mercado europeu, considerando as metas de utilização de fontes de energias renováveis a serem alcançadas no setor dos transportes. Ao mesmo tempo foram analisadas as vantagens comparativas do Brasil em relação ao mercado internacional dos biocombustíveis, incluindo uma descrição do Proálcool e o quadro atual da indústria sucroalcooleira do país. Além disso, analisou-se o padrão de cooperação entre a União Européia e o Brasil no âmbito de pesquisa e desenvolvimento, com enfoque sobre os investimentos diretos europeus na indústria sucroalcooleira brasileira. Deste modo, a expectativa é de que o Brasil continua sendo um exportador potencial de etanol para o mercado europeu até o ano 2020, contribuindo para que os estados-membros da UE cumpram as metas obrigatórias de 10% de energias renováveis no setor dos transportes. Por conseguinte, a nova política energética européia tem o potencial de contribuir para o fortalecimento do programa de bioetanol brasileiro em termos de certificação sobre a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: União Européia. Política energética. Bioetanol. Indústria sucroalcooleira
Biocombustíveis. Certificação ambiental. Brasil.

ABSTRACT

This paper provides an analysis of the political, environmental and economic implications of the new European energy policy for the Brazilian bioethanol industry. It begins with a description of the new European legal framework as it pertains to the biofuel industry as well the current developments in this sector of the European market. It provides an estimate of the consumption of bioethanol in the European market for the year 2020, using the Box-Jenkins methodology for times series analysis. Based on the results of this projection and the share of renewable energy in the total consumption of fuels established by the European legislation, the increase of Brazilian ethanol exports to the European market is estimated. The paper then discusses the comparative advantage of the Brazilian bioethanol industry as a supplier to the European market, describing the role of the national program for alcohol (Próalcool) in this context. Finally, the increasing cooperation in R&D between Brazil and the European Union in the bioethanol sector is considered, including an analysis of the European direct investment in the Brazilian sugarcane industry. Based on this analysis, the study suggests that Brazil will be an important exporter of bioethanol to the European market until 2020, thereby enabling the European member states to achieve the objective of 10% of renewable energies in the transport sector. Furthermore, the new European energy policy may provide the needed inputs for enabling Brazilian bioethanol to achieve the certification of environmental sustainability.

Keywords: European Union. Energy policy. Bioethanol. Sugarcane industry. Biofuels.
Environmental certification. Brazil.

LISTA DE ILUSTRACOES

Figura 1:	Evolução da legislação europeia no tempo	28
Gráfico 1:	Emissões de CO ₂ no setor dos transportes e totais na UE	31
Gráfico 2:	Evolução consumo de bicomcombustíveis nos transportes europeus , em toe	38
Gráfico 3:	Evolução consumo de Bioetanol e Biodiesel na Europa, 2000-2008 (Mtoe)	40
Gráfico 4:	Composição do consumo total de biocombustíveis na UE27 em 2008	40
Quadro 1:	Produção europeia de biocombustíveis	40
Gráfico 5:	Comportamento de consumo de combustível nos 4 países	43
Gráfico 6:	Decomposição multiplicativa da serie histórica	43
Gráfico 7:	Primeira diferença da serie	44
Gráfico 8:	Taxa de crescimento consumo de gasolina	45
Figura 2:	Histogramas das duas séries	45
Figura 3:	Boxplot de consumo de gasolina e respectivas taxas de crescimento	46
Gráfico 9:	Ilustração do Correlograma da taxa de crescimento	47
Gráfico 10:	Ilustração da função de Autocorrelação Parcial (PACF)	47
Gráfico 11:	ACF Taxas de crescimento do consumo de gasolina com diferença sazonal	48
Gráfico 12:	PACF Taxas de crescimento de consumo de gasolina com diferença sazonal	48
Quadro 4:	Testes de Akaike, AIC	49
Figura 4:	Resíduos do modelo SARIMA (3,1,2)x(1,1,1)	50
Gráfico 13:	Previsões do consumo de gasolina	51
Gráfico 14:	Ilustração gráfica das previsões da serie	51
Gráfico 15:	Valores observados e previstos em toneladas	52
Figura 5:	Box-plot dos resíduos para 24 meses	52
Quadro 5 :	Projeções consumo de gasolina em toneladas (Marco 2009- Dezembro 2020)	53
Quadro 6:	Projeções mensais do consumo de gasolina no setor dos transportes da UE27	54
Gráfico 16:	Evolução do consumo de diesel e gasolina na EU	56
Quadro 7 :	Projeções do consumo de etanol na UE27 (toneladas e litros)	59
Gráfico 17:	Perfil da oferta interna de Energia no Brasil	61
Gráfico 18:	Estrutura de oferta interna de energia, em 2007 (2006 para OCDE e Mundial)	62

Quadro 8: Balanço energético das principais culturas	63
Gráfico 19: Evolução do preço do petróleo	65
Gráfico 20: Evolução da produção brasileira de álcool, período de 1970-2008	67
Gráfico 21: Evolução venda carros a gasolina e etanol de 1977 a 2007	67
Gráfico 22: Evolução vendas de carros no Brasil 2003-2008	69
Figura 6: Localização das usinas de cana-de-açúcar em 2008, no Brasil	70
Gráfico 23: Evolução da produção de Etanol no Brasil (bilhões de litros)	71
Quadro 9 : Instituições públicas e privadas de P&D na cadeia de cana no Brasil	75
Quadro 10: Contribuição da P&D	76
Quadro 11: Distribuição do uso da terra no Brasil, 2007 (milhões de hectares)	78
Gráfico 24: Redução das emissões de gases de efeito estufa	80
Gráfico 25: Histórico de Exportação Brasileira de Etanol (2001-2008)	82
Quadro 12: Evolucao das exportacoes para UE27 nos utlimos 3 anos	82
Quadro 13 : Quotas de etanol para setor dos transportes (dados em hectolitros).	85
Quadro 14: Importações de etanol carburante para Europa, no período 2000-2008	86
Quadro 15: Projeções importação etanol carburante brasileiro período 2009-2020	87
Gráfico 26: Projeções importação de etanol carburante brasileiro na UE27 (2009-2020)	88
Quadro 16: Exportação do etanol carburante para o mercado europeu	88
Quadro 17: Projeções exportações etanol carburante brasileiro período 2009-2020	89
Gráfico 27: Projeções exportações de etanol carburante brasileiro na UE27 (2009-2020)	89
Quadro 18: Investimentos diretos europeus na industria do bioetanol brasileira	99
Quadro 19: Consumo de biocombustíveis na UE27 em milhões de litros	112
Quadro 20: Conversão toneladas/litros das importações de etanol brasileiro na UE27	112
Quadro 21: Parâmetros modelo SARIMA (0,1,2)x(0,1,1)	113
Quadro 22: Parâmetros modelo SARIMA (1,1,2)x(0,1,1)	113
Quadro 23: Parâmetros modelo SARIMA (3,1,2)x(1,1,1)	113
Quadro 24: Conversão das importações brasileiras	113
Quadro 25: Venda de carros no Brasil 2000-2008	113
Quadro 26: Serie consumo gasolina	114
Quadro 27: Conversão de dados	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução das quotas de biocombustível no consumo total do setor dos transportes na EU	39
Tabela 2: Distribuição do consumo de gasolina na Alemanha, Itália, França e Reino Unido, em % do consumo total de gasolina na UE27	42
Tabela 3: Evolução da quota da Proxy sobre o consumo de gasolina nos transportes EU27	53
Tabela 4: Quotas consumo de gasolina na Proxy sobre consumo total	54
Tabela 6: Distribuição das quotas de biocombustíveis até 2020	59
Tabela 7: Matriz energética no setor de transporte do Brasil (%)	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1.a)	O PROBLEMA EM GERAL	13
1.1.b)	Mudança climática: cenário internacional e rol dos biocombustíveis	16
1.2	JUSTIFICATIVA	18
1.3	OBJETIVOS	20
1.4	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	21
2	METODOLOGIA E REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	METODOLOGIA	22
2.2	MODELO TEORICO E ANALÍTICO	24
3	MARCO LEGAL DOS BIOCMBUSTÍVEIS NA UNIAO EUROPEIA	27
3.1	QUADRO LEGAL NA UNIÃO EUROPÉIA	27
3.1.1	Política energética da União Européia	27
3.1.2	Evolução da Política Européia dos Transportes – PTE	29
3.1.3	Sustentabilidade e certificação dos bicombustíveis	32
3.1.4	Descrição da conjuntura em nível dos Estados-Membros	35
3.1.4.1	Descrição do cenário na Alemanha	36
3.1.4.2	Descrição do cenário na França	36
3.1.4.3	Descrição do cenário no Reino Unido	37
3.1.4.4	Descrição do cenário na Espanha e Itália	37
3.2	DINÂMICA DE MERCADO DOS BIOCMBUSTÍVEIS NA EUROPA	38
3.3	MODELO DE PREVISÃO DE CONSUMO DE BIOCMBUSTÍVEL NA EUROPA	41
3.3.1	Preparação de dados	42

3.3.2	Identificação e seleção do Modelo	46
3.3.3	Estimação dos parâmetros	49
3.3.4	Checagem dos resultados (a etapa de verificação)	49
3.3.5	Previsões	50
3.3.6	Inferência sobre os resultados	55
3.3.7	Projeções consumo de bioetanol na Europa 2009-2020	58
4	CENÁRIO BRASILEIRO DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS	61
4.1	O PROGRAMA DO ALCOOL DO BRASIL.....	64
4.2	PRODUÇÃO ATUAL E CARACTERÍSTICAS DO MERCADO BRASILEIRO DO ETANOL.....	69
4.3	A VANTAGEM COMPETITIVA DO ETANOL BRASILEIRO	71
4.4	TECNOLOGIA E PESQUISA & DESENVOLVIMENTO.....	73
4.5	PRINCIPAIS CRÍTICAS À PRODUÇÃO DO ETANOL E POSIÇÃO DO BRASIL.....	77
4.5.1	O debate internacional em relação ao dilema de escolha entre alimentos e energia ..	77
4.5.2	Biocombustíveis, emissões de GEE e impacto da mudança do uso do solo	78
4.6	DINÂMICA DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ETANOL.....	81
4.6.1	Projeções das exportações de etanol carburante para o mercado europeu	83
5	COOPERAÇÃO ENTRE BRAZIL E UNIÃO EUROPEIA	90
5.1	ACORDOS DE COOPERAÇÃO UE- BRASIL NO FOMENTO DA INDÚSTRIA DO ETANOL.....	90
5.2	INICIATIVAS DE COOPERAÇÃO EM MATERIA DE SUSTENTABILIDADE	93
5.2.1	Sistema baseado no Etanol Sustentável Verificado (SEKAB)	94
5.2.2	A Better sugarcane initiative	96

5.3	DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS DIRETOS ESTRANGEIROS E NOVAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL EM RELAÇÃO À INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ETANOL.....	97
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
	REFERÊNCIAS	105
	APÊNDICES	111

1 INTRODUÇÃO

1.1.a) O PROBLEMA EM GERAL

Em sua fase inicial, a então Comunidade Econômica Européia não mostrou interesse na política ambiental, concentrando seus esforços na criação de um mercado interno livre e competitivo. A partir da emanção do Ato Único Europeu - AUE¹, através de diversas alterações introduzidas no Tratado original², o meio ambiente se tornou parte integrante da política comunitária. Nos últimos anos, a conservação do meio ambiente tem sido um dos setores privilegiados nas ações da Comunidade Européia e, hoje, a União Européia já assumiu a liderança global nos esforços de gestão ambiental.

A prioridade atual da Comunidade visa combater as alterações climáticas em curso. O controlo do consumo de energia na Europa e a utilização crescente de energia proveniente de fontes renováveis, em consonância com a conservação de energia e o aumento da eficiência energética, constitui parte integrante do pacote de medidas necessárias para reduzir as emissões de gases com efeitos estufa. De fato, a União Européia e os seus membros buscam ratificar o Protocolo de Kyoto – a Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre alterações climáticas – e, adotaram o compromisso para uma redução de emissões em média de 6,5% em relação aos níveis de 1990, no horizonte de 2012. Desde então, os órgãos da União, se comprometeram a uma maior redução das emissões de gases com efeito de estufa assumindo outros compromissos a nível comunitário e internacional para a redução das emissões de gases para além de 2012.

Recentemente, em 2008, o Parlamento Europeu fechou o pacote clima - energia: “três vintes” até 2020, cujo objetivo consiste em reduzir em 20% (ou em 30%, se for possível chegar a

¹ Tratava-se de um instrumento institucional assinado o dia 17 de Fevereiro de 1986 o qual estabeleceu entre os Estados-Membros as fases e o calendário das medidas necessárias para a realização do Mercado Interno em 1992.

² Tratado de Roma que funda em 1957 a Comunidade Econômica Européia (CEE).

um acordo internacional) as emissões de gases de efeito estufa, elevar para 20% a quota - parte das energias renováveis no consumo de energia e aumentar em 20% a eficiência energética. O pacote estabelece também uma meta de 10% para energias renováveis no setor de transporte para todos os Estados-Membros. Em Abril de 2009, a Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu especificou que o objetivo obrigatório de 10% no sector dos transportes a alcançar em todos os Estados-Membros deverá ser definido como a quota de energia final a ser consumida pelo setor dos transportes a partir de fontes renováveis, e não apenas a partir dos biocombustíveis. Frente a isso, a União e os Estados-Membros deverão reduzir o consumo total de energia no setor dos transportes, aumentar a respectiva eficiência energética e estimular o consumo de biocombustível de primeira e segunda geração.

As principais formas de reduzir o consumo total de energia no setor de transporte residem no planeamento setorial, no apoio ao sistema de transportes públicos, no aumento da produção de veículos elétricos e na produção de veículos eficientes do ponto de vista de consumo de energia de menor dimensão e potência. Algumas destas alternativas, juntamente com a utilização de biocombustíveis de segunda geração, ainda não são tecnicamente disponíveis e encontram-se atualmente não eficazes sob o ponto de vista económico. Por isso, os biocombustíveis de primeira geração - entre eles o bioetanol e o biodiesel - jogam um papel estratégico em atender a meta dos 10% até 2020.

Estes fatores têm também um papel importante a desempenhar na promoção da segurança do aprovisionamento energético, na promoção do desenvolvimento tecnológico e da inovação e na criação de oportunidades de emprego e desenvolvimento regional, especialmente em zonas rurais e isoladas. Em especial, o incremento das melhorias tecnológicas, os incentivos à utilização e expansão dos transportes públicos, a utilização de tecnologias energeticamente eficientes e a utilização de energia proveniente de fontes renováveis no segmento dos transportes são alguns dos instrumentos eficazes com os quais a União Europeia pode reduzir sua dependência da importação de petróleo para o sector dos transportes (onde mais se faz sentir o problema da segurança do aprovisionamento energético) e influenciar o mercado dos combustíveis para o setor dos transportes.

Embora fosse tecnicamente possível a Comunidade satisfazer as suas necessidades de biocombustíveis unicamente com base na produção interna, o Parlamento Europeu considera provável e desejável que tais necessidades sejam efetivamente satisfeitas combinando a produção interna da UE com importações de países terceiros. Para este fim, a Comissão deverá monitorar o aprovisionamento do mercado comunitário dos biocombustíveis e, caso fosse necessário, propor medidas suficientes para uma abordagem equilibrada entre a produção interna e a importação, tendo em conta a evolução de negociações comerciais a nível multilateral e bilateral, as considerações de ordem ambiental, social e econômica e a segurança do aprovisionamento energético comunitário. (PARLAMENTO EUROPEU, 2009/28/CE).

Considerando a vantagem comparativa no mercado global advinda da experiência do Brasil na indústria do bioetanol de primeira geração, as negociações comerciais a nível multilateral e bilateral entre o Brasil e a União europeia e seus Países-Membros e a exigência de incorporar uma quota mais elevada de biocombustíveis no sector dos transportes europeu, o etanol brasileiro poderia jogar um papel importante no atendimento dos objetivos de aumentar em 10% as fontes de energia renováveis no setor dos transportes europeus no horizonte de 2020. Tudo vai depender da capacidade da indústria do etanol brasileiro em satisfazer os critérios de sustentabilidade estabelecidos pelo Parlamento Europeu em 2009. Além disso, vai depender da demanda europeia por etanol brasileiro no setor dos transportes, a qual depende, entre outros fatores, do tamanho do consumo de carburantes - em particular gasolina - nos próximos anos.

Frente a este cenário, este trabalho conduz uma análise do ponto de vista político, econômico e ambiental, de como a nova política do setor dos transportes europeu possa influenciar a indústria brasileira do etanol, em termos de: aumento das exportações de etanol para Europa nos próximos anos; capacidade do bioetanol brasileiro em atender as exigências e critérios de sustentabilidade estabelecidos pelo Parlamento Europeu em 2009; existência de cooperação científica e tecnológica entre o Brasil e a Europa; perfil dos investimentos diretos europeus na indústria do etanol no Brasil.

Para atingir estes objetivos, propõe-se em primeiro lugar uma análise separada do cenário europeu e brasileiro em relação aos biocombustíveis, analisando no caso europeu, o quadro legislativo, a estrutura do mercado, a sustentabilidade e a perspectiva de consumo futuro de gasolina; e, no caso brasileiro, a análise recairá sobre a descrição das vantagens comparativas na produção do bioetanol de cana-de-açúcar, as características do mercado doméstico brasileiro, a competitividade na produção do etanol, os critérios de sustentabilidade do produto e o comportamento das exportações no mercado global.

Em segundo lugar, uma análise conjunta dos dois mercados será conduzida, analisando-se as características da indústria exportadora do etanol brasileira para a Europa (análise da oferta), os critérios de sustentabilidade estabelecidos, a estimação das exportações com base em estimativas do consumo de gasolina, e a análise dos investimentos diretos estrangeiros na indústria de etanol brasileira por parte de capitais europeus.

1.1.b) Mudança climática: cenário internacional e rol dos biocombustíveis

Estatísticas da Agencia Internacional da Energia (AIE) sobre a matriz energética mundial mostram que o petróleo, o gás natural e seus derivados representam 55% do consumo mundial de energia. A utilização desses combustíveis que constituem a base do modelo de produção e consumo energético é responsável pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) causadores de mudanças climáticas. O aquecimento global, por sua vez, aumenta também pelo efeito da destruição das florestas e ecossistemas, os quais funcionariam como depósito de absorção do dióxido de carbono, principal gás de efeito estufa.

Frente à crescente emissão de gases de efeito estufa e ao conseqüente efeito negativo sobre o ecossistema e os seres humanos, a comunidade internacional manifesta preocupações sobre a sustentabilidade do modelo de produção e consumo energético vigente, incluindo o setor

dos transportes, que é responsável por um quarto do consumo global de energia e, portanto, das emissões de CO₂ (IEA, 2009). Ao centro desta preocupação internacional encontra-se a Organização das Nações Unidas (ONU), que durante os últimos anos da década passada vem atuando ativamente na luta contra o aquecimento global, liderando discussões internacionais e estabelecendo acordos para que todos os Estados membros adotem medidas a nível nacional, visando limitar as emissões de GEE com o objetivo de aumentar a eficiência das iniciativas contra a mudança climática propostas em nível global.

Durante a conferência entre 154 países membros da ONU organizada em Kyoto, no Japão, em Dezembro de 1997, foi estipulado o Protocolo de Kyoto, com uma proposta concreta para o início do processo de estabilização das emissões de GEE. O protocolo agrupou os países em: a) 39 países industrializados, grandes emissores de CO₂ (Anexo I) e b) países que podem aumentar suas emissões, pois provavelmente necessitam aumentar a oferta energética para atenderem as necessidades básicas de desenvolvimento (não Anexo I).

O Protocolo estabeleceu para os países do anexo I uma redução das emissões de gases geradores de efeito estufa, de 5,2% inferiores com respeito aos níveis de emissão de 1990, a ser realizada entre 2008 e 2012 (fase então definida como o primeiro período de cumprimento do Protocolo). Com relação às emissões registradas pelos países membros industrializados em 1990, cada um deles deve promover, ao longo do período de 2008 - 2012 reduções diferenciadas. Para a União Européia, por exemplo, prevê-se redução de 8%, para o Japão redução de 6% e os EUA deverão reduzir, caso venham a ratificar o acordo, 7% de suas emissões (Protocolo de Kyoto).

A redução das emissões de GEE está inversamente correlacionada com o aumento de utilização de energias alternativas no consumo total de energia. Por isso, os países mais industrializados e os países em rápido desenvolvimento - como o Brasil - estão estimulando a adoção de uma matriz energética mais limpa com menores níveis de emissões de gases geradores de efeito estufa e menos dependentes do petróleo. Neste forte impulso às matrizes energéticas mais limpas, e considerando a grande contribuição do setor dos transportes nas emissões de CO₂, alguns países que ratificaram o Protocolo de Kyoto estão analisando e desenvolvendo projetos

para combinar o álcool à gasolina, entre eles, a Austrália, o Japão e alguns países da União Européia.

O Brasil em particular e também outros países não do anexo I, tais como a Índia, a China e a Colômbia, também estão implantando programas de mistura do etanol à gasolina com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo, tornar a matriz energética mais limpa e gerar renda para produtores agrícolas.

Junto às preocupações em estabelecer uma matriz energética mais limpa e com potencial de uso para biocombustíveis, existe uma preocupação com a sustentabilidade dos mesmos, que, todavia em nível internacional não vem sendo tratada de maneira homogênea. De fato, verifica-se atualmente uma proliferação não coordenada de iniciativas em relação ao tema da sustentabilidade dos biocombustíveis que gera incerteza em torno do desenvolvimento futuro de um mercado global. Ou seja, atualmente, os países produtores de biocombustíveis, à exemplo do Brasil que produz etanol, devem ter a capacidade de adaptar o produto ofertado no mercado global aos requerimentos específicos de cada nação. Isto implica que, se o Brasil quiser seguir exportando etanol para a Europa, o País deverá atender a nova legislação do Parlamento Europeu no âmbito da sustentabilidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

O Brasil representa atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador de etanol a nível mundial. A metade do consumo interno de gasolina é substituída pela utilização do etanol produzido nacionalmente em 1% das terras aráveis do País, e na sua matriz energética, a cana-de-açúcar contribui para a produção de 18% de energia total. O consumo do etanol em substituição da gasolina permite uma redução substancial das emissões de gases de efeito de estufa – GEE (CO₂ em particular) na atmosfera, que em 2007 foram registradas em 25,8 milhões de toneladas (JANK, 2008).

A experiência de muitos anos na produção de biocombustíveis de primeira geração e a presença de outros fatores como: a eficiência econômica na produção, a disponibilidade de terras, adequação climática, existência de tecnologia de produção comercializável e o tamanho do mercado global, contribuem para que o Brasil continue sendo um produtor-chave no mercado global do etanol nos próximos anos. Além disso, a atual tendência internacional de aumentar a componente das fontes de energia renováveis dentro das matrizes energéticas nacionais e regionais para reduzir as emissões de GEE, como, o incremento do uso de combustíveis alternativos ao petróleo, contribui para que o Brasil ocupe uma posição estratégica no mercado internacional dos biocombustíveis.

Nesta tendência internacional na luta contra a mudança do clima, a União Européia ocupa um rol de líder mundial e vem perseguindo o objetivo de reduzir até o ano 2020, as emissões de GEE em 20 % em relação aos valores de 1990. Este objetivo geral vai ser alcançado com a implantação de uma matriz energética comunitária de pelo menos 20% de energia proveniente de fontes renováveis e, com uma quota de 10% de fontes de energias alternativas às fontes fósseis, no setor dos transportes. Na busca deste último objetivo, os estados membros da comunidade estão adotando programas para fomentar a utilização dos biocombustíveis como alternativa aos combustíveis fósseis.

O sucesso da experiência brasileira na utilização do bioetanol como combustível alternativo - contribuindo significativamente para a redução das emissões de GEE - por um lado, e a necessidade de incrementar a utilização de biocombustível na Europa para diminuir as emissões de gases no setor dos transportes, por outro lado, representam elementos do cenário no qual se propõe analisar nesta pesquisa. A análise de como a experiência da indústria brasileira do bioetanol poderia contribuir no atendimento dos objetivos dos estados membros da União Européia em atingir as metas de mistura de etanol no consumo de gasolina, representa a razão principal para o desenvolvimento deste trabalho.

Mais detalhadamente, este trabalho justifica-se pela necessidade de avaliar como a oferta de etanol brasileiro pode satisfazer a demanda da União Européia, a qual, além de exigir um

produto eficiente do ponto de vista econômico, busca uma alternativa à gasolina ambiental e socialmente viável. Como será descrito nos próximos capítulos, o mercado europeu reconhece o etanol como um combustível alternativo eficiente do ponto de vista econômico, mas os órgãos da União Européia ainda não estabeleceram as metodologias de cálculo para verificar se o etanol brasileiro deve ser considerado ambiental e socialmente viável. Até o presente foram somente estabelecidos os critérios de sustentabilidade que os biocombustíveis deverão atender para serem consumidos no mercado europeu a partir do ano 2010, embora exista incerteza sobre a aplicação das metodologias na verificação dos objetivos.

Neste contexto, justifica-se um estudo que analise o interesse por parte dos produtores na indústria de etanol brasileira em atingir os critérios de sustentabilidade estabelecidos na legislação 2009/28/CE, verificando como os atores principais da indústria (como, por exemplo, a União da Indústria da cana-de-açúcar – UNICA) e o governo brasileiro estão agindo frente à existência de tais critérios que poderão restringir o acesso ao mercado europeu, cuja capacidade de absorção de etanol encontra-se em expansão contínua.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral de este trabalho é conduzir uma análise política, ambiental e econômica da nova política europeia de transporte e as suas implicações na indústria brasileira do etanol. Além disso, busca-se analisar a influência que a experiência da indústria brasileira poderia ter atendimento das metas ambientais estabelecidas pela nova política energética europeia – NPE.

Especificamente, a pesquisa visa:

1. Analisar o cenário político e legislativo da cooperação entre o Brasil e a “União Européia” no campo da indústria do etanol;
2. Analisar o desempenho das exportações de etanol na Europa nos últimos anos e as projeções até o ano 2020;

3. Analisar os critérios de certificação exigidos pela nova legislação do setor dos transportes europeus para uma produção sustentável de biocombustível;
4. Analisar a estrutura dos investimentos diretos europeus na indústria do etanol (o mais em geral na indústria açucareira).

1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

O trabalho compõe-se de 5 capítulos, incluindo esta introdução. A metodologia e o embasamento teórico compõem o capítulo 2. O capítulo 3 descreve o quadro legal da política dos transportes europeus - em particular a nova legislação do parlamento europeu do 2009 relativa aos critérios de sustentabilidade dos biocombustíveis e uma descrição do mercado interno de produção e consumo do etanol, incluindo a análise das importações. O capítulo inclui também a estimativa do consumo de gasolina e de etanol carburante até o ano 2020, usando a metodologia Box-Jenkins de séries temporais. O capítulo 4 dedica-se a uma detalhada descrição da indústria do etanol brasileira, analisando-se o programa de estímulo à produção de bioetanol no Brasil e as vantagens comparativas que o país tem em nível mundial. Uma seção do capítulo será dedicada ao cálculo das exportações de etanol carburante para o mercado europeu dos transportes nos próximos anos, com base nas previsões sobre o consumo de etanol na Europa. Finalmente, o capítulo 5 inclui a análise comparativa da Europa e do Brasil, em termos da cooperação tecnológica e científica entre as duas regiões e a possibilidade de uma cooperação futura. Inclui também uma abordagem qualitativa do fluxo dos investimentos estrangeiros diretos da Europa na indústria sucroalcooleira do Brasil.

2 METODOLOGIA E REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 METODOLOGIA

Neste trabalho recorre-se ao estudo de caso como método de pesquisa (YIN, 2003), respeitando o seguinte esquema:

1) *Definição das questões da pesquisa.*

Foi determinado o enfoque do estudo, questões a serem resolvidas e o propósito da pesquisa. O objeto é a análise política, ambiental e econômica da Nova Política do setor do transporte europeu e os impactos na indústria do etanol brasileira. As questões propostas são: i) como a nova política europeia dos transportes poderá influenciar a indústria do etanol do Brasil em termos de sustentabilidade do produto e exportações para Europa; e ii) como a experiência da indústria brasileira do etanol contribui para atingir os objetivos de 10% de energias renováveis no setor de transporte no mercado europeu até o ano 2020.

2) *Seleção do estudo de caso e das técnicas de coleta e análise de dados.*

Em relação ao propósito da pesquisa e às questões a serem resolvidas, foram selecionados estudos de caso em diferentes níveis e foram coletados os dados conforme estudos de caso selecionados, utilizando-se múltiplas fontes e técnicas de escolha³. As técnicas de escolha dos dados basearam-se em diferentes instrumentos, quais sejam, entrevistas, revisão de documentos oficiais, e estatísticas on-line.

Os estudos de casos consistiram de:

- a. Critérios de sustentabilidade do etanol no mercado europeu;

³ Um ponto chave da metodologia do estudo de caso é a possibilidade de utilizar fontes de dados e técnicas de coleção diferentes.

- b. Dinâmica das exportações de bioetanol⁴ brasileiro para o mercado europeu nos próximos anos e até o ano 2020, considerando os critérios de sustentabilidade do etanol propostos da União européia;
- c. Estrutura do capital europeu na indústria do etanol brasileira e cooperação tecnológica e científica entre o Brasil e a Europa.

3) Fonte e *coleta de dados*

Foram coletados dados quantitativos secundários obtidos nas fontes privadas e públicas de sistematização de dados sobre o consumo de gasolina na França, Itália, Alemanha e Reino Unido e as exportações de etanol brasileiro para a Europa. Além disso, foram pesquisados dados em artigos de revistas científicas, livros e teses acadêmicas, incluindo pesquisas on-line. Também, foi feita a coleta de dados primários através de entrevistas ao telefone, participação a conferências internacionais sobre o tema, e perguntas e solicitações de informações via internet.

4) *Avaliação e análise dos dados*

Considerando que foram analisados diferentes estudos de caso, o trabalho recorreu a diferentes métodos para a análise de dados. Para analisar as exportações potenciais de etanol brasileiro na Europa, foram obtidas antes, as projeções quanto ao consumo de gasolina na Europa para o período 2009-2020. Posteriormente, de posse dos valores projetados para o consumo de gasolina, estimou-se o consumo de bioetanol, considerando diferentes combinações de álcool na gasolina, conforme os programas de implementação da mistura de combustível, visando projetar o consumo de etanol nesses países. Para a realização das previsões do consumo de etanol foi necessário analisar o consumo de gasolina através da metodologia Box-Jenkins baseada em séries temporais. As etapas necessárias para a estimação em Box-Jenkins foram: a) Preparação de dados; b) Identificação; c) Estimação; d) Checagem do diagnóstico; e, e) Previsão.

Para analisar a presença do capital europeu na indústria do etanol brasileira foram utilizadas informações obtidas pelas entrevistas feitas no curso da pesquisa.

⁴ O termo bioetanol pode ser substituído neste trabalho pelo termo etanol carburante.

2.2 MODELO TEÓRICO E ANALÍTICO

Para realizar os objetivos propostos, tornou-se necessário, em primeiro lugar, fazer uma revisão do quadro legal da política energética do setor dos transportes europeu, em particular dos biocombustíveis. Em segundo lugar, foi analisada a literatura existente em relação à evolução do programa do álcool como combustível no Brasil, servindo-se também do auxílio de algumas estatísticas do setor.

Para efetuar as projeções do consumo futuro de gasolina na Europa, este trabalho serviu-se do modelo univariado de previsão baseado na metodologia Box-Jenkins⁵ de séries temporais, no qual os valores futuros foram obtidos com a elaboração de informações contidas em seus valores passados, a partir do uso da estrutura de correlação temporal (KENNEDY, 2003). A metodologia Box-Jenkins propõe uma classe de modelos que permite a identificação de um “bom” modelo com base em alguns critérios específicos, em seguida os parâmetros são estimados e, através da análise dos resíduos, o modelo ajustado é avaliado; caso não seja adequado, o ciclo se repete. Muitas vezes é útil avaliar mais de um modelo, pois, por exemplo, se o objetivo é fazer previsões, o melhor modelo pode ser aquele que apresenta o menor erro quadrático médio de previsão (MARTINEZ : ZAMPROGNO, 2003).

O método Box-Jenkins consiste em modelar matematicamente o comportamento da autocorrelação ou correlação temporal entre os valores de uma série temporal, de modo que uma modelagem adequada dessa correlação permita fazer previsões acertadas. A relação temporal considerada é formalmente representada por um conjunto de processos estocásticos geralmente denominados modelos ARIMA (Auto-regressivos Integrados de Meia Moveis). Estes modelos do tipo ARIMA resultam da combinação de três componentes denominados “filtros”: a componente auto-regressiva (AR), o filtro de integração (I) e a componente de Média Móveis (MA) (FAVA, 2000). A série modelada é baseada nestes três filtros que resultarão num modelo completo com

⁵ A metodologia Box-Jenkins para modelar processos ARIMA foi descrita em 1970 por George Box and Gwilym Jenkins.

todos os filtros ou apenas num subconjunto deles, com os parâmetros p, d, q , onde p representa a ordem auto-regressiva (dependendo do número de lags da série original), d representa o número de diferenciação da série original, e q representa a ordem da média móvel (MA).

No modelo ou na parte auto-regressiva (AR), o comportamento de uma variável é explicado pelo seu próprio passado (Kennedy, 2003). A equação (1) mostra um modelo AR de primeira ordem:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde ϕ é um parâmetro e ε_t são choques aleatórios (ruídos brancos) distribuídos identicamente e independentemente, com media zero.

Os modelos de Média Móvel (MA) modelam a série na combinação dos choques aleatórios ε_t do período atual com os ocorridos em períodos passados. Um MA de primeira ordem tem a seguinte estrutura:

$$Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (2)$$

Conhecendo-se um conjunto de observações seqüenciais Y_t – consumo de gasolina - busca-se associar um modelo que corresponda aos processos internos ao sistema que as gerou, como reportado na equação (3).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_n Y_{t-n} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}. \quad (3)$$

A equação (3) mostra claramente que a série Y_t é expressa somente em termos de seus próprios valores passados e de choques aleatórios ocorridos no período corrente e passado. A equação não inclui variáveis explicativas como ocorre em modelo econométrico tradicional. A utilização do modelo Box-Jenkins é justificada pelo princípio da parcimônia e pelo poder de previsão. Pelo princípio da parcimônia, um modelo deve ser mantido tão simples quanto possível, pois nunca se pode ter uma descrição completamente precisa da realidade (GUJARATI, 2000). O

poder de previsão refere-se à capacidade de um modelo em gerar previsões comparáveis aos resultados observados.

Com o objetivo de considerar movimentos sazonais, a classe dos modelos ARIMA se amplia, pois muitas vezes com series econômicas especialmente, não é possível transformar Y_t de forma a remover a sazonalidade. Isto significa que é necessário considerar uma componente sazonal estocástica dentro do modelo, com o fim de ajustar a série original. O novo modelo ARIMA é conhecido então como ARIMA sazonal o SARIMA, e as séries que apresentam sazonalidade têm parâmetros, tanto para a parte não sazonal, quanto para a parte sazonal (P,D,Q).

As componentes de uma série histórica são na maioria as seguintes: T - ciclo-tendência (tendência de longo prazo e ciclos econômicos), S - sazonalidade (padrão de variação dentro do ano); DT - dias úteis (efeito calendário); e I - irregular (variações irregulares). Em um sistema econômico as séries temporais são em grande parte afetadas por eventos sazonais provocados direta ou indiretamente pelo efeito das estações do ano e pelo efeito calendário, que podem dificultar a interpretação da variável que se pretende estudar. Quando essas componentes são independentes podem estar relacionadas de modo aditivo, conforme a expressão (4):

$$Z_t = S_t + T_t + TD_t + I_t \quad (4)$$

Porém, quando a sazonalidade, dia úteis e as variáveis irregular forem proporcionais à tendência da série (o que ocorre com frequência nas séries econômicas) elas são expressas de forma multiplicativa, tal que :

$$Z_t = S_t * T_t * TD_t * I_t \quad (5)$$

Um modelo do tipo multiplicativo pode ser transformado em um modelo aditivo usando-se o operador logaritmo como mecanismo de transformação (6):

$$\text{Log}(Z_t) = \text{log}(S_t) + \text{log}(T_t) + \text{log}(TD_t) + \text{log}(I_t) \quad (6)$$

3 MARCO LEGAL DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NA UNIÃO EUROPÉIA

3.1 QUADRO LEGAL NA UNIÃO EUROPÉIA

3.1.1 Política energética da União Européia

A União Européia recorre a todos os instrumentos à sua disposição, tanto de natureza vinculativa (regulamentos e diretrizes), quanto de orientação, nos casos de recomendações e pareceres, para fazer cumprir os compromissos de redução das emissões de gases de efeito estufa. O marco político e legal diz respeito ao cumprimento dos compromissos assumidos a nível internacional e a implantação de uma matriz do consumo energético comunitária mais limpa, com participação de formas de energias renováveis em pelo menos 20%/ano até 2020.

As medidas aprovadas pelo Conselho Europeu em março de 2007 impõem metas para 2020, estabelecendo como objetivo obrigatório 20% de energia de fontes renováveis para o consumo energético comunitário global. Além disso, impõem limites mínimos de 10% para todos os Estados-Membros em matéria dos biocombustíveis combinados ao consumo de gasolina e gásóleo no setor dos transportes. (COMISSÃO EUROPÉIA, 2007).

Estes últimos objetivos resultaram da evolução da política energética europeia, que evolui de forma contínua desde 1996, na expectativa de atender as metas de combate às mudanças climáticas, eficiência energética, sustentabilidade e competitividade. A Figura 1 evidencia as fases mais importantes da evolução da política energética europeia, que atualmente inclui disposições sobre energias renováveis, qualidade dos combustíveis, mercado interno, a negociação das emissões e muitos outros aspectos relacionados à mudança climática. É importante notar as diferentes fases das dimensões-chave da política energética: a) a abertura do mercado; b) a adoção do sistema de negociação das emissões (ETS) - *Emission Trading System*), na categoria mudança do clima; c) os planos de ação da Eficiência Energética para assegurar a eficiência do sistema energético europeu; d) a formulação da legislação das Energias Renováveis

- incluindo as diretrizes dos biocombustíveis, no âmbito da sustentabilidade. Recentemente, disposições legais são integradas, a exemplo da Diretiva da CE sobre Recursos Renováveis, em vigor desde 2008, que foi parte do pacote de Energia & Clima, na categoria sustentabilidade, abertura de mercado, eficiência energética e competitividade.

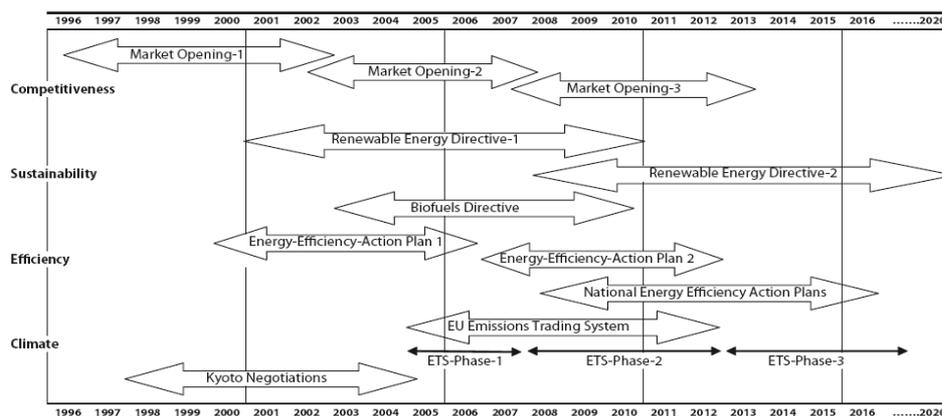


Figura 1: Evolução da legislação europeia no tempo

Fonte: EUROSTAT, 2008

O desenvolvimento de uma política energética europeia e a complexidade dos objetivos a serem alcançados em torno do problema energia e clima colocam a União Europeia na liderança mundial em matéria de política de energia e clima. Ao mesmo tempo, alcançar os objetivos estabelecidos para acelerar a transição para energia sustentável, garantindo igualmente a segurança de abastecimento energético e a competitividade, representa grande desafio para a União.

Este panorama abre também oportunidades de cooperação da UE com outros países que poderão resultar em soluções alternativas para o cenário BAS (Business As Usual) do mercado europeu. Neste sentido, a experiência brasileira de utilização em grande escala do etanol como combustível jogaria um papel importante para que a Europa atenda suas metas de mistura de etanol no consumo de gasolina, cumprindo assim, os objetivos específicos da política dos transportes em vigor.

3.1.2 Evolução da Política Europeia dos Transportes – PTE

No estudo da evolução da política dos transportes europeia, o primeiro documento a ser analisado é o Livro Branco (documento estratégico) da Comissão europeia de 2001 - atualizado em 2006 - que estabelece uma agenda para a política dos transportes até o ano 2010. O documento estratégico fixa objetivos para contribuir de modo substancial ao desenvolvimento da economia europeia e para o reforço da competitividade, facilitando a abertura e a integração dos mercados estabelecendo normas de qualidade elevada em matéria de segurança intrínseca e extrínseca no setor dos transportes, nos direitos dos passageiros, no melhoramento das condições laborais e na redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em 2003 a Comissão adotou uma Diretriz que tinha como requerimento que todos os Estados-Membros devem garantir quota mínima de mistura de biocombustíveis nos combustíveis usados no setor dos transportes, segundo limites de 2% em 2005 e um aumento deste limite até 5.75% em 2010 (objetivos não obrigatórios). Em 2005 a meta de 2% não foi alcançada, e um estudo apontou que os objetivos estabelecidos pelos estados membros tinham o potencial de atingir somente a quota de 1,4% da mistura dos biocombustíveis aos fósseis.

Em 2007 o Conselho europeu propôs um objetivo mínimo maior para a mistura de biocombustíveis no consumo de gasolina e gásóleo no setor dos transportes. 10% de mistura, a ser atingido obrigatoriamente por todos os Estados-membros até 2020. O Conselho reconheceu, também que, dada à facilidade do comércio de combustíveis para os transportes, os Estados-Membros com recursos escassos poderão facilmente obter biocombustíveis em outras partes, graças à combinação da produção interna e das importações. Para este fim, a Comissão monitora o aprovisionamento do mercado comunitário dos biocombustíveis e, a depender de caso, propõe medidas necessárias para uma abordagem equilibrada entre produção interna e importações, levando em conta, nomeadamente, a evolução das negociações comerciais a nível multilateral e

bilateral, considerações de ordem ambiental, social e econômica e a segurança no aprovisionamento energético (PARLAMENTO EUROPEU, 2009).

O Conselho Europeu em março de 2008 reiterou a essencialidade de se definir e cumprir os critérios de sustentabilidade efetiva no ramo dos biocombustíveis e de promover a disponibilidade comercial dos biocombustíveis de segunda geração. Nesta direção, salientou a necessidade de avaliar os eventuais impactos da produção de biocombustíveis nos produtos agro-alimentares, frente, sobretudo, à atual crítica do aumento dos preços dos alimentos em razão de maior produção de biocombustíveis. Declarou ainda que as conseqüências ambientais e sociais da produção e do consumo dos biocombustíveis deverão continuar a ser analisadas.

Recentemente, o Conselho Europeu focalizou a atenção na eficiência energética no sector dos transportes, que constitui uma necessidade absoluta por ser cada vez difícil alcançar de modo sustentável um objetivo impositivo fixado em percentagem de energia de fontes renováveis, caso a demanda global de energia para os transportes continue aumentando. A meta imposta de 10% no sector dos transportes nos Estados-Membros deverá, portanto, ser definido como uma quota de energia final que deverá ser consumida por setor dos transportes a partir de fontes renováveis, e não apenas a partir dos biocombustíveis (PARLAMENTO EUROPEU, 2009).

Um estudo conduzido pela Comissão europeia “A sustainable Future for Transport” de 2009 - analisa os alcances da política europeia no setor em relação aos objetivos fixados e mostra que a PTE atendeu em larga medida os objetivos estabelecidos no Livro Branco. Porém, ao mesmo tempo, o estudo evidencia que o ambiente continua sendo o principal domínio político e melhorias são necessárias para reduzir a taxa de emissões de gases de efeito estufa. O estudo aponta que na EU em 2007, comparado aos níveis de 1990, em nenhum outro setor a taxa de crescimento das emissões de gases de estufa foi tão elevada quanto o que se observou no setor dos transportes. Os gráficos abaixo mostram o aumento das emissões de GEE no setor dos transportes em 2007 em comparação com os níveis de 2009 e uma ligeira redução das emissões totais em 2007.

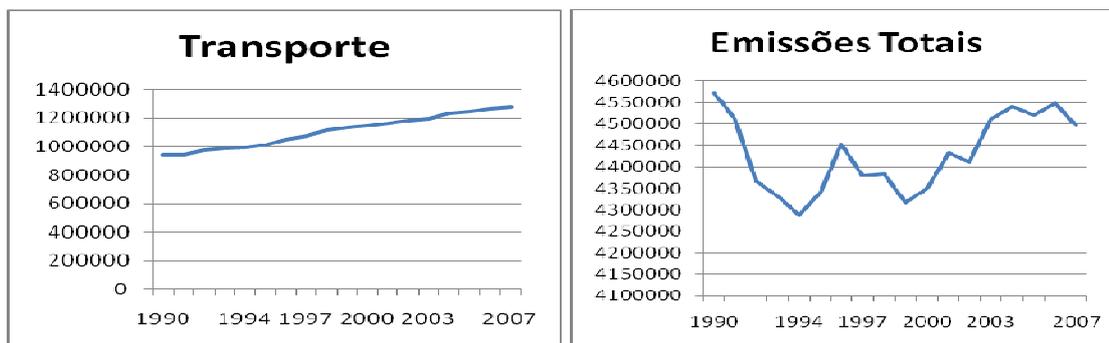


Gráfico 1: Emissões de CO₂ no setor dos transportes e totais na UE

Fonte: Resultado da Pesquisa com dados do EUROSTAT, 2008

Além disso, o estudo conduziu uma análise mais detalhada que leve em conta às três componentes das emissões de GEE no setor dos transportes, como a dimensão das atividades geradoras de emissões; a intensidade energética dessas atividades; e a intensidade de produção de gases de efeito de estufa a partir da energia utilizada. Aplicando esta análise aos desenvolvimentos passados no setor dos transportes, o estudo evidenciou que o setor aumentou suas atividades, com progressos insuficientes na diminuição da energia e na intensidade dos gases emitidos.

Frente a estes resultados, os órgãos da União Européia adotaram recentemente outras medidas para melhorar a qualidade dos combustíveis e quotas de mistura de 10% de fontes de energias renováveis no setor de transportes até 2020, como parte do pacote de energia e mudança climática. Nesta estrutura legal, a União Européia apóia a utilização dos biocombustíveis no sector dos transportes para diversificar as fontes de abastecimento de combustíveis e criar alternativas de longo prazo para o petróleo, visando reduzir as emissões. Considerada esta base legal, o Brasil tem interesse em acompanhar estes programas de utilização do álcool como combustível, tendo a intenção de explorar esse mercado como um potencial exportador, pois o país apresenta a seguinte vantagem comparativa: pioneirismo na utilização de álcool como combustível, garantindo ao país o domínio da tecnologia de produção e comercialização do álcool e permitindo redução dos custos de produção. O setor sucroalcooleiro brasileiro apresenta

grande competitividade internacional, tanto na produção de açúcar, como na de álcool, e o país ainda apresenta uma área com potencial para a ampliação da produção de cana de açúcar.

3.1.3 Sustentabilidade e certificação dos biocombustíveis

A União Europeia, em vista de perseguir o objetivo de 10% de energia proveniente de fontes renováveis no sector de transporte, de forma sustentável, emanou diretrizes legais para garantir que os biocombustíveis utilizados no mercado europeu atendam aos critérios de sustentabilidade. Os órgãos da UE buscam preservar a biodiversidade das terras e os incentivos previstos na legislação deverão favorecer o aumento da produção dos biocombustíveis e biolíquidos em todo o mundo.

A disposição legal mais recente, a Diretiva 2009/28/EC⁶, inclui orientações sobre os critérios de sustentabilidade para os biocombustíveis e biolíquidos (art. 17), visando promover a redução das emissões de GEE e a preservação da biodiversidade. Os critérios de sustentabilidade incluídos na Diretiva orientam que, independentemente do fato de as matérias-primas serem cultivadas dentro ou fora do território da Comunidade, a energia proveniente dos biocombustíveis e biolíquidos deve satisfazer os critérios de sustentabilidade listados abaixo. (PARLAMENTO EUROPEU, 2009):

- A redução de emissões de gases com efeito de estufa resultante da utilização de biocombustíveis e biolíquidos em relação às emissões resultantes da utilização de

⁶ OJ L 140, 5.6.2009, pp. 16-62). COLOCAR CITAÇÃO NO TEXTO, NO FINAL DO PARAGRAFO.

combustíveis fósseis deve ser, pelo menos, de 35% até 2013, de 50% até 2015 e de 60% até 2018⁷. (impacto dos GEE, artigo 17.2).

- Os biocombustíveis e os biolíquidos não devem ser produzidos a partir de matérias-primas provenientes de terras ricas em biodiversidade (Florestas primárias e outros terrenos arborizados; zonas protegidas por lei, convenções internacionais ou aquelas incluídas nas listas de agências intergovernamentais, com fins de proteção da natureza e das espécies ou ecossistemas raros; terras de pastagem ricas em biodiversidade) (Biodiversidade artigo 17.3).
- Os biocombustíveis e os biolíquidos não devem ser produzidos a partir de matérias-primas com origem nas terras com elevado teor de carbono (zonas úmidas, zonas continuamente arborizadas, terras com extensão superior a 1 hectare cobertas de árvores com mais de 5 metros de altura e coberturas florestais entre 10% e 30%) (estoques de carbono, artigo 17.4).
- Os biocombustíveis e os biolíquidos não devem ser produzidos a partir de matérias-primas provenientes de terras com estatuto de zona úmidas, a menos que se comprove que o cultivo e a colheita das matérias-primas em causa não impliquem na drenagem de solo (critérios de sustentabilidade em pantanais (artigo 17.5)).

Com base nestas diretivas de meta de 10% de utilização de energias renováveis no setor de transportes e incentivos fiscais que alguns países europeus outorgam às energias limpas, todos os biocombustíveis, independentemente da origem, devem ser certificados e, assim, demonstrar a adequação aos critérios de sustentabilidade. Estes critérios têm como objetivo evitar que a expansão do uso de biocombustíveis, estimulado pelo novo marco legal, afete a biodiversidade e

⁷ O 60% de reduções a partir do 1 de Janeiro de 2018 aplica-se só para para os biocombustíveis e biolíquidos provenientes de instalações cuja produção, tenha tido início em 1 de janeiro ou após essa data.

resulte na liberação de grandes estoques de carbono, devido à expansão de uso das terras cultivadas com matéria-prima para produção dos biocombustíveis.

Os 27 Estados-Membros devem adotar medidas nacionais para garantir o cumprimento dos critérios de sustentabilidade supramencionados. Caso os biocombustíveis sejam produzidos a partir de matérias-primas geradas dentro da Comunidade, deverão também obedecer aos requisitos ambientais comunitários aplicáveis à agricultura (artigo 17.5), nomeadamente os requisitos de proteção da qualidade das águas subterrâneas e de superfície, bem como os requisitos de ordem social (sustentabilidade social). Existe, porém, algum temor de que, em determinados países terceiros, a produção dos biocombustíveis não atenda aos requisitos ambientais e sociais mínimos.

A fim de incentivar a produção mundial de biocombustíveis de forma sustentável estão promovendo-se a formação de acordos multilaterais e bilaterais e a implantação de regimes voluntários nacionais ou internacionais que incluam considerações ambientais e sociais essenciais. É do interesse da Comunidade promover a contratação de acordos multilaterais e bilaterais e a implantação de regimes voluntários nacionais ou internacionais que estabeleçam normas de produção de biocombustíveis sustentáveis e certifiquem que a produção respeita esses marcos.

O artigo 17.7 estabelece que a Comissão apresente ao Parlamento Europeu e ao Conselho, de dois em dois anos, um relatório sobre as medidas nacionais tomadas para garantir o cumprimento dos critérios de sustentabilidade referidos nos artigos 17.2 – 17.5, para a proteção dos solos, das águas e do ar. Para este fim, os agentes econômicos deverão fornecer informações sobre as suas práticas ambientais e sociais, tais como uso de água e de fertilizantes e a aplicação de várias convenções internacionais em relação ao assunto. O relatório inclui também uma parte sobre o impacto da demanda dos biocombustíveis na sustentabilidade social na Comunidade e nos países terceiros, bem como, sobre o impacto na disponibilidade de alimentos a preço acessível, nomeadamente para as populações dos países em desenvolvimento (impacto sobre a pobreza).

Além dos biocombustíveis, várias fontes de energia poderão ser utilizadas, como por exemplo, a eletricidade e o biogás. A diretiva 2009/28/CE não estabelece metas específicas para os diferentes tipos de energias renováveis, que serão determinadas á critério de mercado. Assim, os Estados-membros do bloco europeu escolherão as opções que apresentarem melhor relação custo-benefício dentro de um plano de ações, que deverá ser informado à Comissão Europeia até final de junho de 2010, quando deverão ser detalhadas as metas individuais de produção e uso de energias renováveis para cada setor e as estratégias para alcançá-las.

Além dos critérios de sustentabilidade indicados na diretiva 2009/28/CE, o etanol consumido no mercado europeu deve respeitar os critérios de especificação do teor de água no etanol. Entre os Estados Unidos, o Brasil e a União Europeia, esta ultima é a mais exigente em termos de conteúdo máximo de água⁸.

3.1.4 Descrição da conjuntura em nível dos Estados-Membros

Todos os estados membros devem adotar a Diretiva 2009/28/CE até 31 de Dezembro de 2012, ou seja, devem implementar o marco legal em seus mercados nacionais e depois de dezembro de 2012 devem reportar os resultados aos órgãos da União Europeia. É oportuno analisar a situação nacional atual de alguns países europeus em relação ao cumprimento das metas a serem alcançadas no ano 2010. A utilização dos biocombustíveis no mercado nacional reflete o desenvolvimento generalizado de sistemas de apoio em nível dos Estados-Membros. Os benefícios fiscais e a imposição de utilizar biocombustíveis continuam a ser os dois instrumentos mais utilizados para promover o uso dos biocombustíveis.

Como principal medida de apoio, em 2005-2006, todos os Estados-Membros (com exceção da Finlândia) recorreram a isenções de impostos especiais sobre o consumo, enquanto a

⁸ O teor da água é uma especificação com diferencias a nível internacional: UE 0,3% na massa e 0,24% no volume; os EUA 1% no volume; Brasil 0,7% na massa e 0,56 no volume calculado.

imposição de utilizar biocombustíveis foi utilizada apenas em 3 países. A partir de 2007, quase metade dos países membros tornou obrigatória a mistura, na maioria dos casos, combinada com níveis de tributação parciais. Alguns países utilizaram um mecanismo de quotas e concursos, o que permitiu aos governos decidir sobre a quantidade de biocombustível que deve ser fornecida anualmente, criando assim, certa regulação do mercado.

3.1.4.1 Descrição do cenário na Alemanha

A Alemanha já alcançou, desde o ano 2006, a meta de 5,75% definida para o ano de 2010. Depois de vários anos de crescimento, o consumo de biocombustível na Alemanha declinou. Segundo o grupo de trabalho em estatísticas de energias renováveis do Ministério do Ambiente, a quota de biocombustível nos transportes em 2008 declinou de 7,2% para 6,1%. Este declínio se explica pela redução das isenções das taxas nos biocombustíveis e pela implementação do sistema de quotas, que em 2009 foi estabelecida em 5,25%, em comparação a expectativa inicial de 6,25% para o mesmo ano. A quota para o ano de 2010 foi estabelecida em 6,25%, com alocação obrigatória de 4,4% para biodiesel e 2,8% para bioetanol. Mais de 98% de etanol comercializado na Alemanha é combinado à gasolina. Simultaneamente a redução das quotas verificou-se aumento de taxas para o biodiesel, como consequência da controvérsia na integração ecológica dos biocombustíveis. Mesmo assim, a quota estabelecida pela Alemanha continua acima da meta europeia (6,25% e 5,75%).

3.1.4.2 Descrição do cenário na França

Segundo o Ministério de Ecologia da França, o País alcançou a meta de 5,75% em 2008 e estabeleceu metas 6,25% e 7% respectivamente, para 2009 e 2010. Desde 1992 os biocombustíveis estão sujeitos a uma isenção parcial nas taxas de consumo doméstico para

equilibrar maior custo de produção em relação aos combustíveis fósseis. O parlamento votou a favor de outros incentivos econômicos para o Etanol: isenção total para E85 (85% etanol e 15% gasolina) e isenção para prêmios de seguros para veículos flex-fuel que emitem até 250g de CO₂.

3.1.4.3 Descrição do cenário no Reino Unido

Segundo a Associação das Energias Renováveis do Reino Unido, a partir de 2008 o governo desacelerou a política de expansão aos biocombustíveis em razão de possíveis efeitos negativos da produção dos biocombustíveis sobre o meio ambiente, e rejeitou converter os objetivos da diretiva a nível nacional, argumentando que a incorporação desses objetivos não pode ser alcançada de maneira sustentável e ecológica. Portanto, as metas novas no mercado inglês são: 2.5% para 2008/2009, 3.5% para 2010/2011, 4% em 2011/2012 e 5% e 2013/2014.

3.1.4.4 Descrição do cenário na Espanha e Itália

Em 2008, o consumo de biocombustível na Espanha cresceu 65,5% em relação ao ano anterior. As metas nacionais foram estabelecidas em: 3.4% em 2009 (onde 2,5% obrigatoriamente de biodiesel e bioetanol); e 5,83% em 2010, com limite mínimo de 3,9% de biodiesel e bioetanol. O esquema espanhol é completamente favorável à expansão dos biocombustíveis. A Itália fixou como objetivo nacional 5,75% até 31 Dezembro 2010 e tem dificuldades em atingir os resultados intermediários.

3.2 DINÂMICA DE MERCADO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NA EUROPA

A União europeia representa 16% do consumo mundial de energia e corresponde a 7,2% da população mundial e aproximadamente 20% do PIB mundial. A União europeia é o maior importador mundial de petróleo e gás natural, com 19% e 16% de importações, respectivamente, o que resulta em um consumo per capita superior ao dobro da média mundial.

A União tem potencial abundante de energias renováveis, mas o desenvolvimento e uso desses recursos dependem dos incentivos econômicos, que possam cobrir os elevados custos de produção. Com quase 10 milhões de toneladas de petróleo equivalente (Mtoe)⁹, o consumo total de biocombustíveis no setor europeu dos transportes (gráfico 2) encontra-se em progressivo aumento, mas, ainda é necessário grande impulso no setor para alcançar as metas temporais estabelecidas pelos órgãos da UE. Em termos relativos, o consumo de biocombustíveis em 2008 representou 3,3% do consumo total de combustíveis no setor dos transportes, como indicado na tabela 1. Trata-se de um indicador bastante restrito e que evidencia dependência do setor dos transportes aos combustíveis fósseis em mais de 96%. (EUROSERVER, 2009).

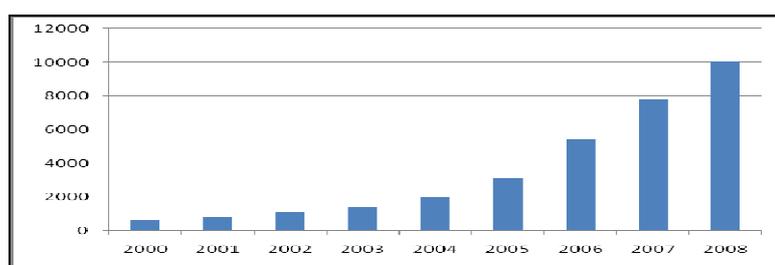


Gráfico 2: Evolução consumo de biocombustíveis nos transportes europeus, em toe¹⁰

Fonte: BIOFUELS BAROMETERS, 2009

⁹Ou 12 milhões de toneladas quando se aplicam a conversão de 1t bioetanol = 0.64 toe e 1t de biodiesel= 0.86 toe.

¹⁰ A metodologia de conversão proposta da UE na publicação “Biofuels Barometer” sugere que: 1 tonelada de bioetanol corresponda a 0.64 toe (tonne of oil equivalent) e 1 t de biodiesel 0.86 toe. A toe é uma unidade de energia, ou seja a quantidade de energia realizada queimando uma tonelada de petróleo cru.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Tonnes_of_oil_equivalent_\(toe\)](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Tonnes_of_oil_equivalent_(toe))

Tabela 1 - Evolução das quotas de biocombustível no consumo total do setor dos transportes na UE

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
%	0,24	0,28	0,36	0,48	0,66	1,06	1,78	2,60	3,30

Fonte: EUROSERVER, 2009

Segundo dados do Euroobserver, em 2007, a utilização de biocombustível na UE permitiu substituir 1.593 milhões de litros de gasolina e 7.730 milhões de litros de gasóleo. Esse volume representa aproximadamente 3% do consumo total de combustível em toda a UE no setor dos transportes rodoviários. Diante da meta estabelecida para o ano 2020, esta quota irá, obviamente, aumentar. O setor dos biocombustíveis e da energia da biomassa contribuíram significativamente para a economia da UE. Essa participação poderia constituir na justificativa para a redução das importações de biocombustível de outros países, de maneira que a UE proteja e assegure o desenvolvimento de sua indústria interna¹¹.

A partir de 2007, começaram as polêmicas contra o uso dos biocombustíveis, e isso desacelerou um pouco o crescimento do consumo europeu dos mesmos. Como será tratado na seção 4.5 estas polemicas relacionam-se principalmente com questões atinentes a sustentabilidade dos biocombustíveis frente: ao aumento dos preços dos produtos agrícolas, ao uso da terra e as emissões de GEE. Do ponto de vista econômico, a maior utilização dos biocombustíveis contribui para a segurança do aprovisionamento ao diminuir o consumo de fósseis e ao diversificar o consumo de gasolina na UE.

O gráfico 3 abaixo mostra a evolução do consumo do bioetanol e do biodiesel em termos absolutos, a qual evidencia forte aumento do consumo total dos biocombustíveis, sobretudo devido a um maior consumo de biodiesel. Entre 2007 e 2008, observou-se um aumento de 28,5%, mas esse crescimento foi menor em relação ano anterior, quando se observou expansão de 45,7% em comparação com o ano 2006 (de 3146 Mtoe para 5376). O gráfico mostra também como o biodiesel representa o biocombustível mais consumido no mercado europeu.

¹¹ O EurObserver informa que em 2005 o setor empregava 750000 trabalhadores

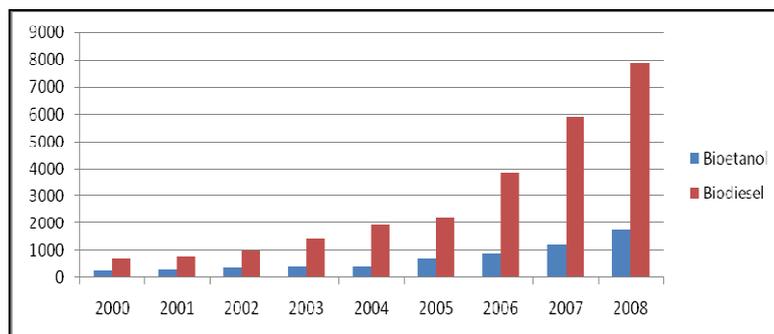


Gráfico 3 - Evolução do consumo de Bioetanol e Biodiesel na Europa, 2000-2008 (Mtoe)

Fonte: EUROSERVER, 2009

O aumento no consumo de bioetanol e biodiesel foi resultado direto do esforço dos estados membros para alcançar os objetivos legais sobre o biocombustível. Como mostra o gráfico 4 abaixo, os maiores consumidores foram Alemanha e França.

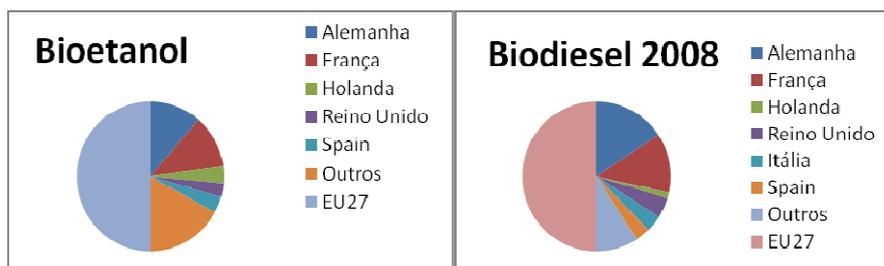


Gráfico 4 - Quota de consumo de bioetanol e biodiesel por países, em 2008

Fonte: Elaboração própria com base em dados do EUROSERVER, 2008

Com relação à produção europeia de biocombustíveis, o quadro 1 mostra que o mercado europeu produz mais biodiesel.

1000 T	2004	2005	2006	2007	2008
Bioetanol	525	913	1.186	1.303	2.106
Biodiesel	1.933	3.184	4.890	5.713	7.775

Quadro 1: Produção europeia de biocombustíveis

Fonte: EBIO e EBB, 2009

A produção do biodiesel cresceu 35,7% em 2008 em relação ao ano anterior, porém, um volume menor ao esperado, que em parte se explica pelo fato da indústria do biodiesel europeia sofrer impactos das importações de biodiesel dos Estados Unidos ao longo dos últimos anos. A implementação das Diretrizes sobre biocombustível induziria as indústrias do etanol e do biodiesel a incrementarem os investimentos neste setor. Deste modo, a decisão de alguns estados membros em limitar as metas nacionais, em razão do declínio na produtividade e aumentar os preços das matérias primas agrícolas na primeira metade do ano 2008, levou algumas empresas a limitarem os investimentos no período seguinte. O forte aumento das importações nos últimos dois anos contribuiu também para a restrição na expansão da indústria europeia, que se encontra hoje em situação de excesso de capacidade produtiva.

Neste contexto, torna-se oportuno analisar brevemente a capacidade de produção de biocombustíveis na Europa. Segundo a European Bioethanol Fuel Addociations (EBIO), a capacidade de produção de bioetanol chegou a 6.362 milhões de litros em 2008 e a expectativa é de que se atinja a meta dos 8 - 18 bilhões de litros, respectivamente, para 2011 e 2020. Por outro lado, a capacidade de produção do biodiesel chegou a 20,9 milhões de toneladas, segundo a *European Biodiesel Board* (EBB), comparando a 16,0 milhões, em 2008. No início do mês de Julho de 2009, o número de plantas para a produção de biodiesel era 276 e, em 2008, atingiu-se a meta de 241. A EBB especificou que, dada a situação política e econômica prevalente no mercado europeu, um número de plantas de biodiesel instaladas não deverão operar em 2009.

3.3 MODELO DE PREVISÃO DE CONSUMO DE BIOCMBUSTÍVEL NA EUROPA

Para estimar o consumo futuro de gasolina na UE27, sugere-se a construção de um modelo baseado em séries temporais com recurso à utilização do método proposto por Box-Jenkins. A metodologia Box-Jenkins inclui diferentes etapas de construção do modelo, antes de se fazer as projeções para o futuro. As fases consideradas incluem: preparação dos dados,

identificação e seleção do modelo, estimação dos parâmetros, checagem dos diagnósticos e previsão das realizações futuras. Para a realização das etapas será utilizado o programa R, na sua versão de 2005.

3.3.1 Preparação de dados

A série histórica ou processo estocástico analisado na projeção de consumo de combustível inclui o consumo de gasolina na Alemanha, Itália, França e Reino Unido, os maiores consumidores de gasolina na União Européia. Será utilizada uma *proxy* em razão da dificuldade de se identificar os dados mensais de consumo de gasolina nos 27 países, considerando também que, antes de 2004, a UE contava apenas com 15 estados membros.

Além disso, como mostram os valores da Tabela 2 abaixo, os 4 países considerados foram os maiores consumidores de gasolina no mercado europeu, com uma quotas de 66% em 2003, e 64% em 2007, considerando os 27 países em conjunto. Os dados utilizados foram expressos em 1.000 T, onde T é a tonelada métrica de gasolina (8,53 barris ou 1.356 litros).

Tabela 2: Distribuição do consumo de gasolina na Alemanha (AL), Itália (IT), França e Reino Unido, em % do consumo total de gasolina na UE27

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001
% Consumo AL, IT, FR e RU/						
consumo no mercado europeu:						
Transporto rodoviário	70,28	70,37	69,69	69,46	68,72	67,72
Transporto geral	68,95	68,95	68,37	68,21	67,80	67,02
Ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007
% Consumo AL, IT, FR e RU/						
consumo no mercado europeu:						
Transporto rodoviário	67,15	66,01	65,52	64,97	64,76	64,14
Transporto geral	66,56	65,63	65,10	64,69	64,65	64,11

Fonte: Resultados da pesquisa com dados de EUROSTAT, 1996-2007

O primeiro passo da aplicação da metodologia consiste em elaborar a análise preliminar da série através da construção gráfica dos dados. O gráfico 5 ilustra o comportamento da série original de consumo, distribuídos entre jan/1989 – fev/2009, num total de 242 observações.

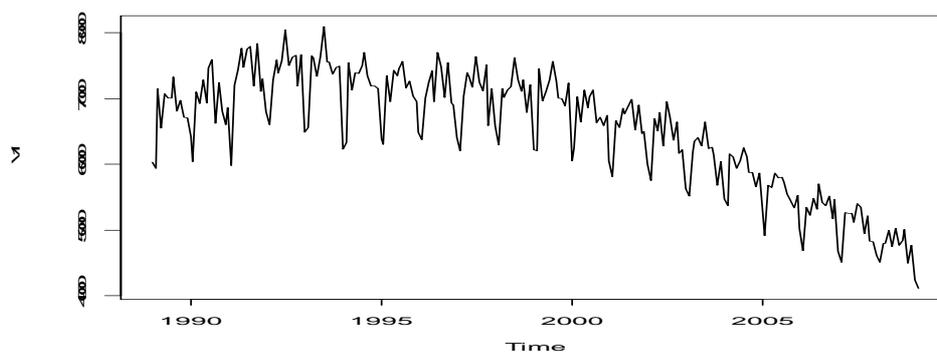


Gráfico 5: Comportamento de consumo de combustível nos 4 países

Fonte: Elaboração própria, 2009

O gráfico 5 mostra a existência de uma tendência ao longo da série, tendência essa decrescente com o tempo. Assim, se torna necessário analisar a série de maneira mais detalhada, isolando suas componentes principais por decomposição. Ademais, para poder aplicar modelos estocásticos, como AR, MA, ARIMA, as séries históricas, é quase sempre necessário eliminar a tendência e a sazonalidade, com a finalidade de se obter um processo estacionário. Considera-se a inclusão da decomposição multiplicativa, para se obter o Gráfico 6.

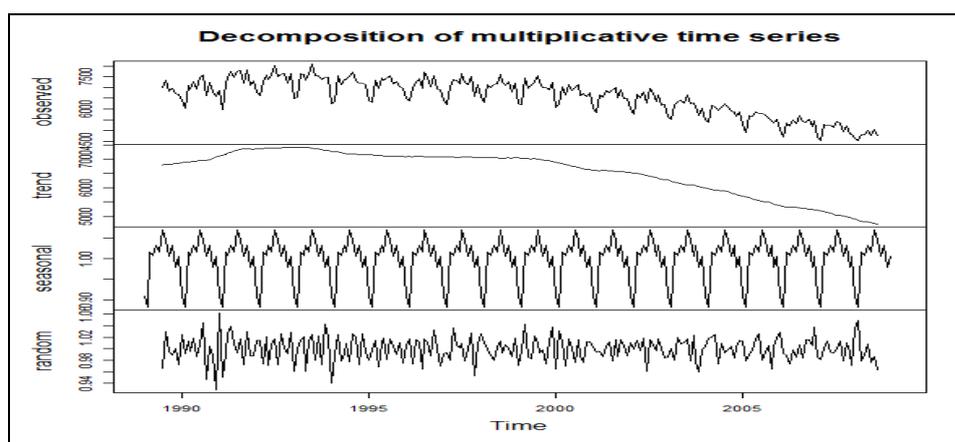


Gráfico 6: Decomposição multiplicativa da série histórica

Fonte: Elaboração própria, 2009

O Gráfico 6 mostra que a série observada é uma combinação de uma tendência decrescente, de sazonalidade e de componente estocástico. Muitas vezes as séries econômicas são aproximadas por uma tendência exponencial que ocorre quando a série tem a mesma taxa de crescimento média de um período ao outro. Uma tendência exponencial é capturada da modelagem do logaritmo natural da série como uma tendência linear. (JEFFREY, 2006).

A metodologia de previsões de Box-Jenkins só pode ser utilizada se a variável a ser modelada tiver comportamento estacionário. Procedeu-se então à primeira diferenciação da série de consumo de gasolina na União Européia. O gráfico 7 mostra a primeira diferença dos dados da série de consumo de gasolina.

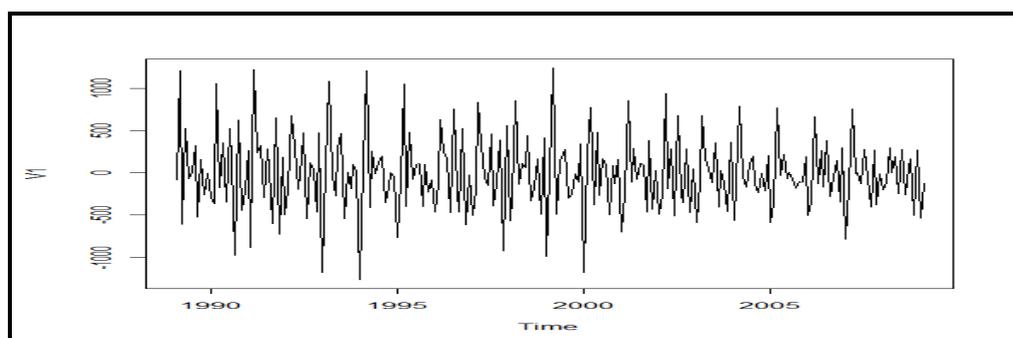


Gráfico 7: Primeira diferença da série

Fonte: Elaboração própria, 2009

Com a tendência removida, fica evidente que a variabilidade diminuiu com o tempo. Por isso, é necessário fazer antes da diferenciação de primeira ordem o logaritmo de dados e depois eliminar a tendência com a diferenciação, $X_t = \text{diff} \ln(Y_t)$. Procedeu-se então ao cálculo do logaritmo da série para eliminar a tendência e estabilizar a variância, fazendo a diferença a lag 1 da série logarítmica, ou seja, as taxas de crescimento do consumo de gasolina no tempo (Gráfico 8).

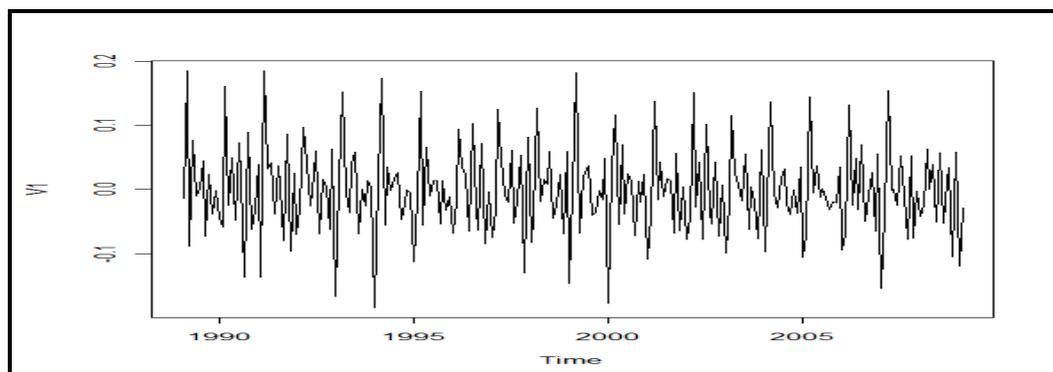


Gráfico 8: Taxa de crescimento consumo de gasolina

Fonte: Elaboração própria, 2009

O Gráfico 8 ilustrativo para a taxa de crescimento do consumo de gasolina mostra que a série é estacionária em média, pois não se percebe uma tendência definida e o processo parece estável. O próximo passo consiste em analisar os histogramas e os boxplots das duas séries. Esta análise visa confirmar o método do logaritmo aplicado à série da taxa de crescimento de consumo, confrontando a série original (Y_t) e a série do crescimento (X_t).

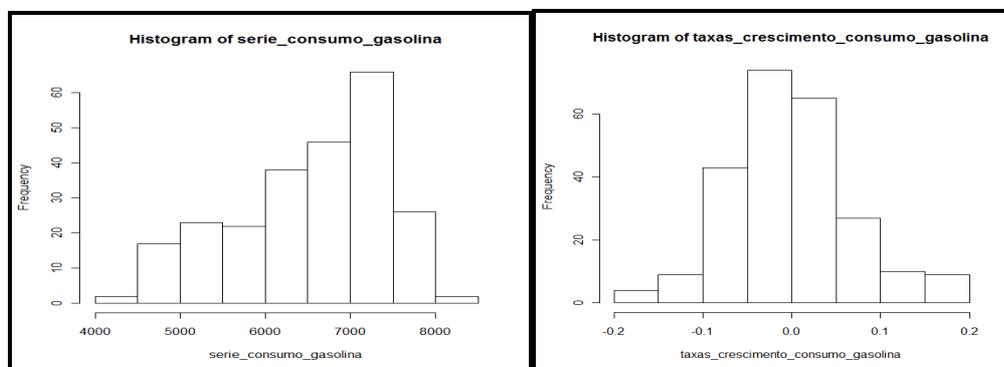


Figura 2: Histogramas das duas series

Fonte: Elaboração própria, 2009

A análise do histograma mostra claramente que a série das taxas de crescimento tem uma distribuição próxima da distribuição normal. A figura 3 mostra a série Boxplot para o consumo de gasolina e as respectivas taxas de crescimento.

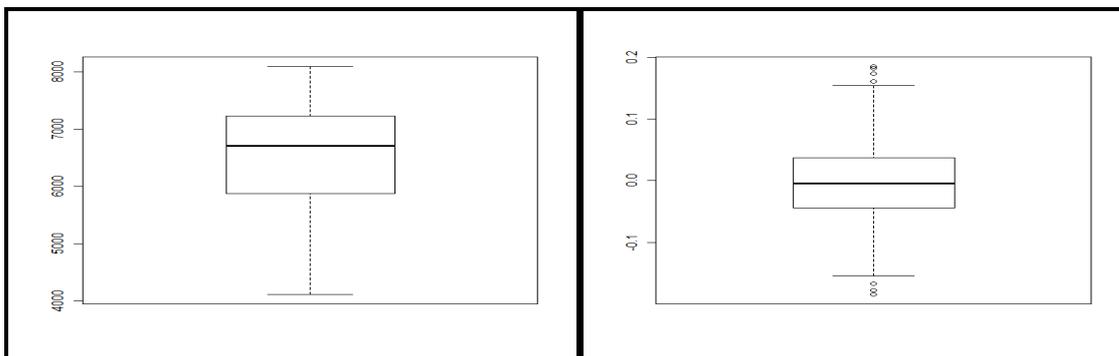


Figura 3: Boxplot de consumo de gasolina e respectivas taxas de crescimento

Fonte: Elaboração própria, 2009

A comparação dos boxplot confirma os mesmos resultados, e por isso adotou-se a série de taxas de crescimento, para a caracterização do modelo.

3.3.2 Identificação e seleção do Modelo

O objetivo da fase da identificação é determinar os valores de p , d , e q do modelo ARIMA (p,d,q). A metodologia Box-Jenkins utilizou nesta fase, vários gráficos baseados na série diferenciada e transformada, visando identificar o modelo que mais se ajustasse a descrever o comportamento dos dados sobre o consumo. A identificação é baseada no comportamento das funções de autocorrelação (ACF) e das funções de autocorrelação parciais (PACF) estimadas, cujos comportamentos devem imitar os comportamentos das respectivas quantidades teóricas.

A análise gráfica destas funções permite a identificação dos parâmetros dos modelos, que pode ser auxiliada com a utilização de outros critérios de identificação, qual seja por exemplo, o AIC (Asymptotic Information Criterion), introduzido por Akaike em 1969. O melhor modelo é aquele que apresenta o menor AIC.

A ordem p do modelo autoregressivo é definida pela observação de um andamento decrescente da ACF ao aumentar dos lags - a qual tende a valores não significativamente diferente de zero- e a presença de cortes na PACF. Nota-se que nos gráficos das ACF e PACF existem limites inferiores e superiores (linha azul) e os lags que ultrapassam estes limites são considerados significantes. Segundo esta explicação, para o modelo $AR(p)$ o parâmetro p (ordem do modelo) será o lag onde ocorre um corte no limite da PACF. No caso do modelo $MA(q)$, a PACF decresce com o aumento de k (período) e quando se verifica um corte da ACF, determina-se o parâmetro q . O gráfico 9 abaixo inclui a ACF e a PACF das taxas de crescimento do consumo de gasolina (em série logarítmica diferenciada).

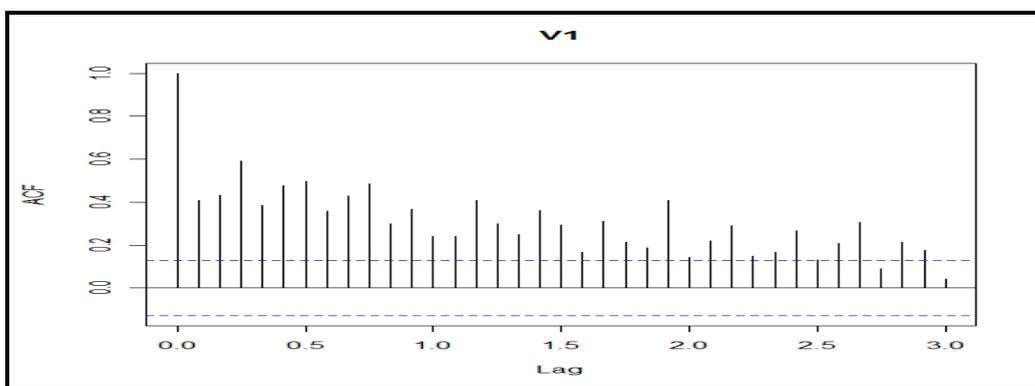


Gráfico 9: Ilustração do Correlograma da taxa de crescimento

Fonte: Elaboração própria, 2009

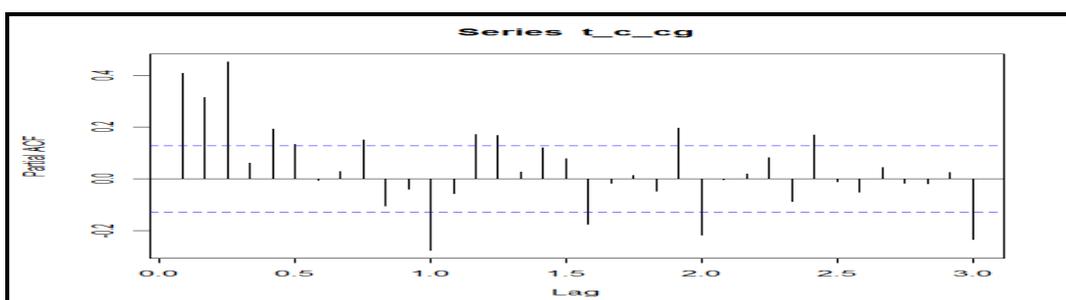


Gráfico 10: Ilustração da função de Autocorrelação Parcial (PACF)

Fonte: Elaboração própria, 2009

A análise gráfica da autocorrelação parcial indica que a série das taxas de crescimento do consumo de gasolina tem uma raiz unitária de sazonalidade, ou seja, a dependência do passado tende a ocorrer nos lags múltiplos de $s=12$. No caso considerado, a PACF mostra a existência de um ciclo que se repete cada 12 meses e verificam-se picos de frequência sazonal (lag 0,0,1,0,2,0,3,0), que decrescem lentamente.

É necessário estacionar a sazonalidade da série, procedendo com o método de ajuste sazonal, ou seja, aplicando a diferença sazonal ($D=1$, ou 12 meses).

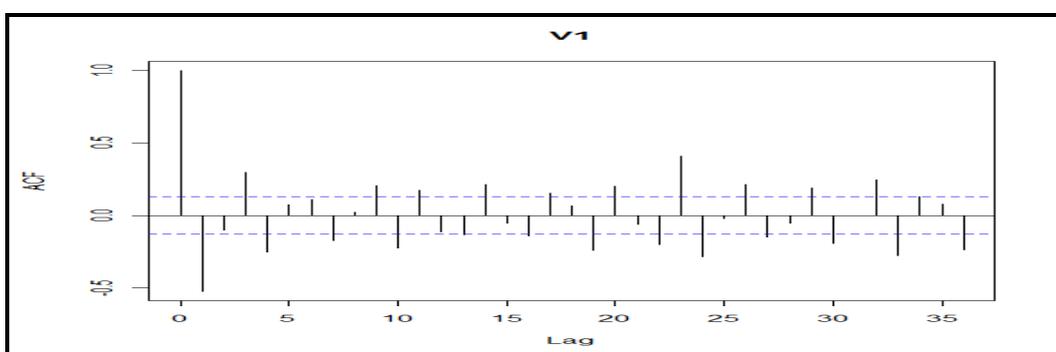


Gráfico 11: ACF das taxas de crescimento consumo de gasolina com diferença sazonal

Fonte: Elaboração própria, 2009

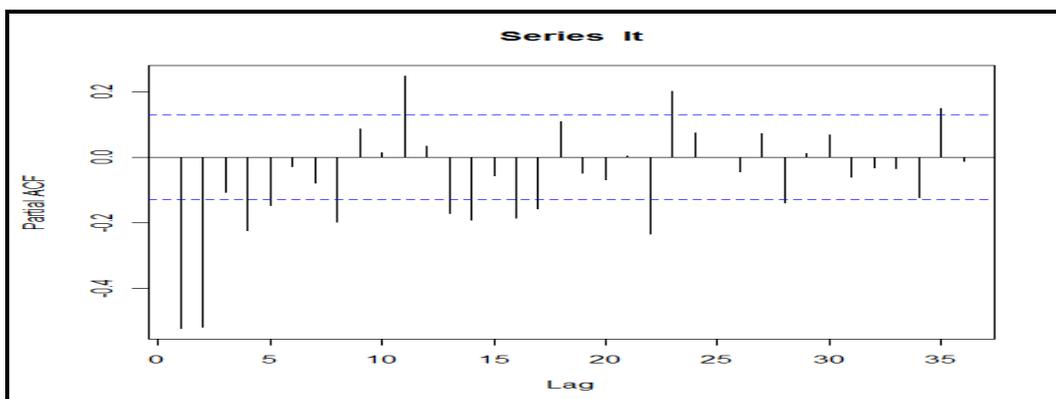


Gráfico 12: PACF das taxas de crescimento de consumo de gasolina com diferença sazonal

Fonte: Elaboração própria, 2009

Assim, nota-se que ACF e PACF a 36 lags que a componente de sazonalidade não persiste e que não existe uma repetição de elementos significantes nos lags com cadência a cada

12 meses. Neste caso, utiliza-se um modelo SARIMA, ou seja, um ARIMA sobre as séries diferenciadas para a componente sazonal.

3.3.3 Estimação dos parâmetros

Na fase de identificação e verificação do modelo, o SARIMA (3,1,2)(1,1,1) se adaptou melhor a modelagem da série, por isso, foi escolhido como modelo para fazer as projeções futuras (Apêndice B). Entre os modelos identificados, temos que selecionar o modelo com menor valor de AIC. Neste caso, como mostra o quadro 4 abaixo, SARIMA (3,1,2)*(1,1,1), seria o modelo candidato para previsões. Entretanto, antes de tomar a decisão final temos que fazer a análise dos resíduos do modelo.

	AIC (AKAIKE)
SARIMA (0,1,2)*(0,1,1)	-1001.33
SARIMA (1,1,2)*(0,1,1)	-1000.11
SARIMA (3,1,2)*(1,1,1)	-1019.51

Quadro 4: Testes de Akaike, AIC

Fonte: Elaboração própria com software R, 2009

3.3.4 Checagem dos resultados (a etapa de verificação)

A terceira etapa da previsão consistiu na verificação dos coeficientes estimados e avaliação da adequação do modelo para descrever o comportamento da série de dados. A forma comum de verificação desta etapa é baseada na análise dos resíduos e da ordem do modelo.

Os resíduos são estimativas de ruído branco que, no caso de especificação adequada, as autocorrelações devem ser não significativas. A análise da ACF dos resíduos permite testar essa suposição. Além da análise gráfica da ACF, será utilizado o teste de Ljung-Box. O método de Ljung-Box testa todas as autocorrelações dos erros, e não apenas o primeiro lag. A hipótese nula é de que a soma dos quadrados das autocorrelações seja nula, ou seja, de ausência de autocorrelação. Em outras palavras, se o modelo selecionado estiver correto, os resíduos da estimação têm que ser ruídos brancos. A Figura 4 ilustra os resíduos estimados para o modelo SARIMA. Da análise gráfica, resultam serem ruído branco, portanto o modelo pode-se considerar adequado para fazer as previsões futuras.

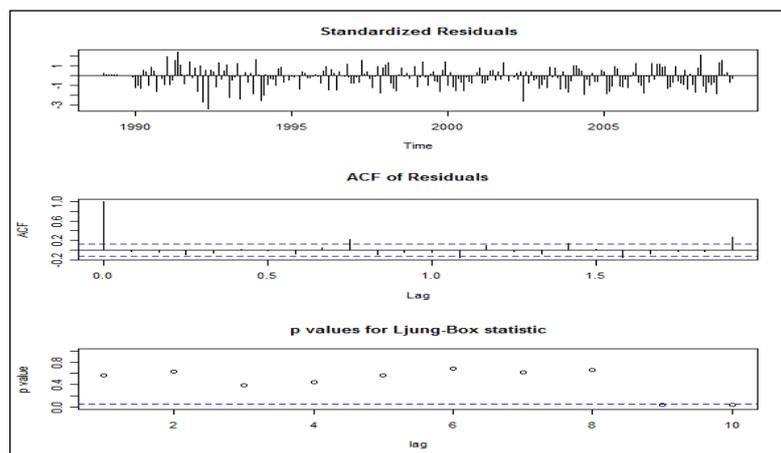


Figura 4 - Resíduos do modelo SARIMA (3,1,2)x(1,1,1)

Fonte: Elaboração própria com software R, 2009

3.3.5 Previsões

Depois de selecionar entre os modelos estimados, aquele que se mostra o mais adequado, chega-se à última etapa da metodologia de Box-Jenkins, que consiste na realização das previsões para a série Y_t , em instantes de tempo posteriores. A metodologia permite que valores futuros de

uma serie sejam previstos tomando por base apenas seu valores presentes e passados. Isso é feito explorando a correlação temporal que existe entre os valores exibidos pela serie (FAVA, 2000).

O gráfico abaixo apresenta as projeções da série de consumo para o período de 144 meses, a partir de março 2009, ate o dezembro 2020.

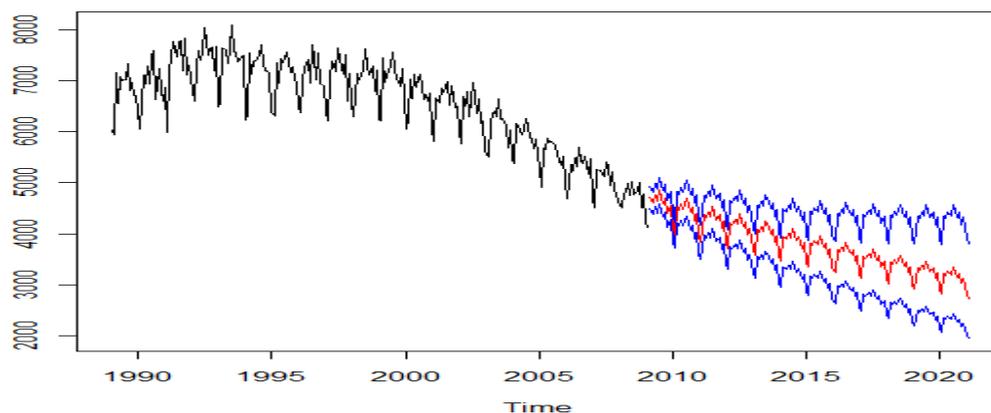


Gráfico 13: Previsões do consumo de gasolina

Fonte: Elaboração própria com software R, 2009

O gráfico 13 mostra um decréscimo do consumo de gasolina nos quatros países europeus nos próximos anos. Nota-se que este processo tinha começado a partir da década dos 90. O gráfico 14 permite efetuar uma análise mais detalhada das previsões obtidas.

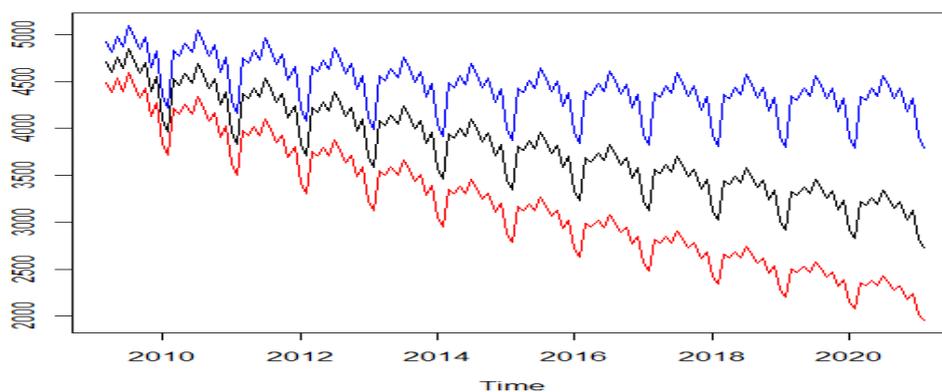


Gráfico 14: Ilustração gráfica das previsões da serie

Fonte: Elaboração própria com software R, 2009

Lembrando que o objetivo da aplicação do modelo é a identificação do previsor ótimo, tal que o erro quadrático médio da previsão seja minimizado, o modelo SARIMA (3,1,2)*(1,1,1) foi o modelo com maior capacidade de previsão mensais para dois anos considerados, desde março 2007 até fevereiro 2009. Como mostra o gráfico abaixo, pode-se afirmar que os valores previstos (linha azul) seguem um andamento parecido a aquele dos valores observados (linha vermelha).

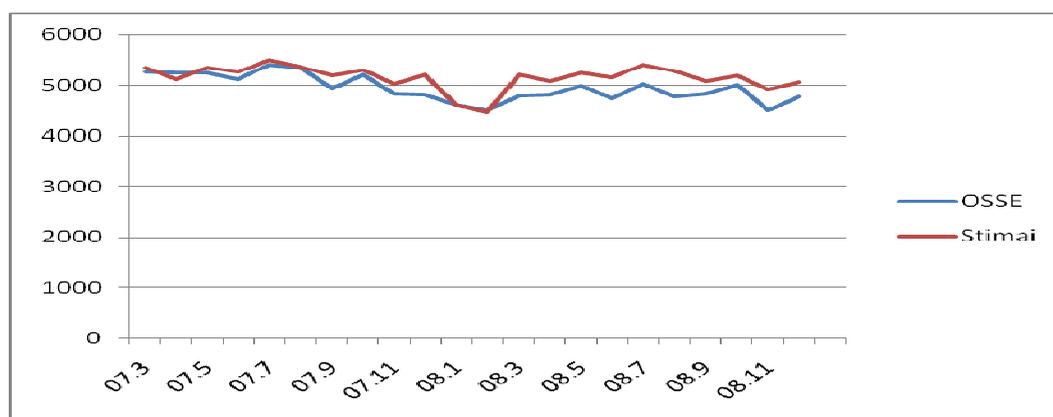


Gráfico 15: Valores observados e previstos em toneladas

Fonte: Elaboração própria com dados das previsões e observados, 2009

Como outra medida de verificação, foi considerado o boxplot dos resíduos, calculados como diferença entre os valores observados e os valores projetados. O figuras abaixo mostra que os resíduos não são correlatos.

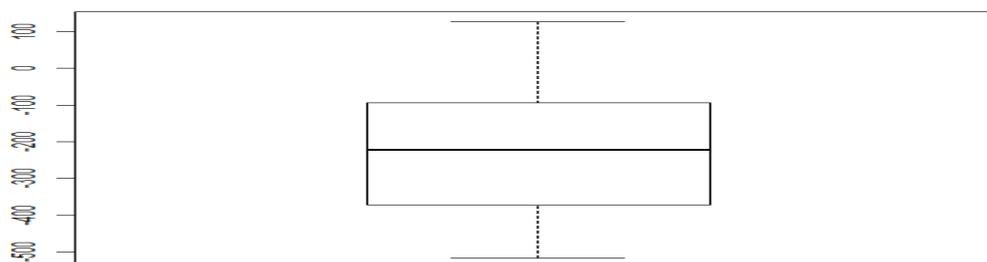


Figura 5: Box-plot dos resíduos para 24 meses

Fonte: Elaboração própria, 2009

A duas metodologias de verificação (comparação dos dados projetados com os observados e análise da correlação dos resíduos) confirmam que o modelo proposto para as projeções ajusta-se de maneira adequada. Por isso, procedesse ao calculo dos valores mensais das projeções em termos absolutos, como indicados no quadro 5.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Otu	Nov	Dez
2009	4.236	4.115	4.714	4.599	4.763	4.636	4.854	4.718	4.589	4.707	4.392	4.554
2010	4.096	3.967	4.529	4.461	4.589	4.482	4.698	4.573	4.424	4.531	4.251	4.394
2011	3.960	3.832	4.374	4.314	4.433	4.333	4.543	4.422	4.274	4.376	4.109	4.545
2012	3.827	3.704	4.227	4.170	4.285	4.188	4.391	4.274	4.131	4.230	3.972	4.104
2013	3.699	3.680	4.085	4.031	4.141	4.048	4.245	4.132	3.993	4.089	3.840	3.966
2014	3.575	3.460	3.949	3.897	4.002	3.913	4.102	3.994	3.860	4.088	3.940	3.966
2015	3.456	3.345	3.817	3.766	3.869	3.782	3.966	3.860	3.730	3.819	3.588	3.706
2016	3.341	3.233	3.689	3.640	3.740	3.655	3.833	3.730	3.605	3.692	3.467	3.582
2017	3.230	3.125	3.566	3.520	3.615	3.533	3.705	3.606	3.486	3.568	3.351	3.462
2018	3.121	3.021	3.447	3.401	3.494	3.415	3.581	3.485	3.368	3.450	3.240	3.347
2019	3.017	2.920	3.332	3.287	3.377	3.301	3.461	3.369	3.256	3.334	3.131	3.234
2020	2.915	2.822	3.220	3.178	3.264	3.191	3.346	3.257	3.148	3.223	3.026	3.127

Quadro 5 : Projeções consumo de gasolina em toneladas (Marco 2009- Dezembro. 2020)¹².

Fonte: elaboração própria

As projeções obtidas são relativas aos quatro países considerados no estudo como *proxy* do modelo, por isso, torna-se oportuno calcular as projeções para o total dos países da EU. Para este fim, este estudo analisa a evolução da proporção do consumo de gasolina no setor dos transportes rodoviários na *proxy* em relação ao consumo nos 27 países. A partir das proporções calculadas na tabela 2 para o período 1997-2007, calcula-se o crescimento da proporção de um ano para o outro, como indicado na tabela 3.

Tabela 3: Evolução da quota da *proxy* sobre o consumo de gasolina nos transportes EU27

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0,13	-0,97	-0,33	-1,06	-1,46	-0,84	-1,70	-0,74	-0,84	-0,32	-0,96

Fonte: Elaboração própria com dados da IEE, 1997-2007

¹² Os dados de Janeiro e Fevereiro de 2009 são os dados observados (IEE).

Os dados da tabela evidenciam um decréscimo da quota do consumo dos quatros países com relação ao consumo total de gasolina no setor dos transportes na UE27. Procedeu-se ao calculo do valor médio entre as proporções, para ser utilizado na identificação do consumo total de gasolina no mercado europeu. Registrou-se um decremento médio de 0.93, o qual foi utilizado para o calculo do decréscimo até o ano 2020, a partir da quota do ano 2007, como indicado na tabela 4.

Tabela 4: Quotas consumo de gasolina na *proxy* sobre consumo total

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
64,14	63,55	62,97	62,39	61,81	61,24	60,68
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
60,12	59,57	59,02	58,48	57,94	57,41	56,88

Fonte: Elaboração própria com dados da IEE , 2009

As quotas da tabela acima são aplicadas para fazer o calculo das projeções do consumo de gasolina nos 27 países da EU de 2009 a 2020, como mostram os dados do quadro 6 abaixo.

Ano	Proxy	Quota	UE27
2009	54.877	62,97	87.245
2010	52.995	62,386	84.928
2011	51.515	61,812	83.357
2012	49.503	61,2434	80.888
2013	47.949	60,6799	79.020
2014	46.746	60,1217	77.780
2015	44.704	59,5685	75.046
2016	43.207	59,0205	73.232
2017	41.767	58,4775	71.424
2018	40.370	57,9395	69.724
2019	39.019	57,4065	67.978
2020	37.717	56,8783	66.404

Quadro 6: projeções mensais do consumo de gasolina no setor dos transportes da UE27

Fonte: Elaboração própria com dados da IEE, 2009

Os dados são baseados somente no modelo de series temporais, ou seja, na análise do andamento das observações passadas. Torna-se oportuno analisar na próxima sessão, alguns fatores que podem jogar um rol importante nos cálculos das projeções do consumo de gasolina no mercado europeu até o ano 2020.

3.3.6 Inferência sobre os resultados

Uma das razões que levaram à diminuição de consumo de gasolina na Europa é a crescente utilização de diesel como combustível. Como mostra o gráfico 16, a partir do final da década dos noventa, o consumo de diesel passou ser superior ao consumo de gasolina. Isto dependeu, também, do fato que muitos países europeus taxarem menos os carros movidos a diesel em relação à gasolina. Este cenário poderia mudar no curso do tempo, considerando também que no momento a UE exporta o excedente de gasolina não consumido para o mercado dos Estados Unidos e ao mesmo tempo, importa diesel da Rússia.

O déficit do diesel é crescente e, por outro lado, a UE tem uma capacidade da refinaria da gasolina em excesso, em comparação a demanda. Além disso, o mercado europeu do diesel é bastante competitivo. Estes fatores posicionam a UE em uma situação de risco do ponto de vista do abastecimento energético que a aproxima ao mercado russo em termos de importações. Em 2006 foram importados 14 milhões toneladas de diesel da Rússia e em 2006, 30 milhões. A UE depende da Rússia em relação a este tipo de recurso. Outra razão pela qual atualmente a UE consume mais diesel consiste na diretriz sobre emissões dos carros movidos a diesel, menos exigente neste caso.

A penetração dos veículos a diesel varia entre países, por diferentes motivos: o sistema de taxaço muda e depende também da sensibilização ambiental. Recentemente foram observados inovaçoes e avanços tecnológicos para diminuir emissões de motores a diesel e fortalecer a penetração no mercado de veículos alimentados a diesel. No mercado Francês, por exemplo,

entre 1994-1995, 46% dos novos veículos vendidos eram diesel, por causa da diferença no preço e condições favoráveis no sistema de taxaço. Em 2000-2004, a quota de mercado era de 50-70%, graças as inovações introduzidas pela empresa Peugeot. Na Espanha, em 2004, a quota de veículos diesel era de 60%. Na Itália, mais do 50% em 2004 e na Alemanha, 40% em 2004.

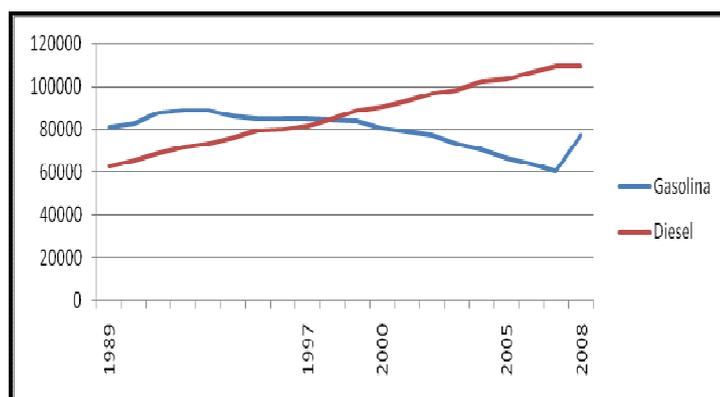


Gráfico 16: Evolução do consumo de diesel e gasolina na EU

Fonte: IEE (Alemanha, Itália, França e Reino Unido), 2008

Existem muitos fatores a serem considerados na previsão do consumo de combustíveis no setor dos transportes, que por falta de acesso aos dados, não foi possível incluir nas estimações feitas neste estudo. Apesar disso, tornam-se oportuno analisar alguns desses fatores. Trata-se de fatores que estão relacionados com as principais tendências socioeconômicas, levando em conta a estrutura etária da população (envelhecimento), as exigências de viagens, o tamanho da migração, relações sociais das famílias e mobilidade interna, a sensibilização das pessoas com os problemas ambientais, desafios e riscos ambientais, o problema da escassez crescente de biocombustível, o grau de urbanização, etc. Estes fatores têm efeito direto no aumento do consumo de combustíveis e conseqüentemente das emissões no setor de transporte.

Um estudo recente da União Européia – *A sustainable future for transport, 2009-* estimou que em 2060 a idade média da população européia vai ser 7 anos maior que idade media hoje, e o numero de pessoas com idade maior igual a 65 anos representará 30% da população, em contraposição ao 17% de hoje. Geralmente as pessoas idosas viajam menos de quando eram mais

jovens, mais hoje a tendência é que eles viagem mais que a geração anterior. Espera-se que esta tendência vai continuar e esta reforçada pelo melhor sistema de saúde, mais opções de viagens e mais habilidades lingüísticas.

O mesmo estudo apontou que o processo de migração poderia incrementar a população européia de 56 milhões de pessoas nas próximas cinco décadas. Os imigrados, geralmente jovens e na grande maioria morando nas zonas urbanas, intensificarão as relações da Europa com as regiões vizinhas, criando relações econômicas e culturais entre a UE e os países de origem e ao mesmo tempo maior circulação de pessoas e bens.

Os altos preços do petróleo nos últimos anos junto com a necessidade de desenvolver uma economia de baixo carbono e a crescente preocupação para segurança de abastecimento energético levarão a uma maior oferta de energias renováveis, feitas mais baratas pelo progresso tecnológico e a produção de massa. Muito provavelmente, durante o século 21 os veículos com motor a combustão serão substituídos por veículos elétricos, incluindo veículos a célula de combustível (*fuel-cell*), ou seja, veículos elétricos capazes de produzir a própria energia a partir do hidrogênio. Atualmente, esta opção não existe no mercado porque é muito cara e enfrenta problemas quais a fonte de produção de energia e curta capacidade das baterias.

3.3.7 Projeções consumo de bioetanol na Europa 2009-2020

A partir das projeções de consumo de gasolina no mercado europeu obtidas anteriormente, estimam-se as quotas de consumo de biocombustível e/ou energias renováveis¹³ no mercado europeu para os anos de 2009 – 2020. A meta estabelecida pelos órgãos europeus em 2010 não tem carácter obrigatório, e se assume que a mesma quota esteja em vigor até finais de 2011, como indicado na tabela 6. Esta hipótese se faz considerando que até o fim do ano 2008 apenas se alcançou uma quota de energias renováveis de 3,3%, e, por isso, é razoável atingir-se esta meta em 2011. As quotas intermédias a 2020 são hipóteses assumidas, porque os estados membros terão margem de até junho de 2010 para apresentarem planos de ação de como alcançar a meta dos 20% de energias renováveis em 2020. Podem-se verificar casos em que até 2019 não atinge níveis significativos de utilização de energias renováveis.

A única meta a ser alcançada obrigatoriamente é aquela de 10% de energias renováveis no setor dos transportes europeu no ano 2020. Depois de uma análise qualitativa de outros estudos efetuados sobre projeções para o ano 2020 do consumo de biocombustíveis na Europa, este estudo considera uma quota de 9% de energia proveniente dos biocombustíveis. Com isso, assumiu-se que o restante 1% derive de outras fontes, entre as quais formas de transporte elétrico e os biocombustíveis de segunda geração. De fato, visando o alcance das metas, a União Européia vem proporcionando suporte para atividades de P&D sobre o bioetanol de segunda geração, como de lignocelulose. No entanto, a expectativa é de que os volumes produzidos por estas novas tecnológicas não sejam representativos no período decenal. A utilização de hidrogeno continua ser insignificante, sendo utilizada pouca eletricidade gerada a partir de energias renováveis nos transportes rodoviários.

¹³ A diretiva de 2003 só considerava a aplicação da quota de 5,75% até 2010 como a quantidade de biocombustível no consumo total no transporte rodoviário. Esta escolha justificava-se pelo fato de que a gasolina e o diesel representavam, e ainda representam, combustíveis mais utilizados, e outras fontes de energia, como o hidrogênio e a eletricidade são pouco difundidas.

Tabela 6: Distribuição das metas de biocombustíveis até 2020

ANO	COTA
2009	4,00%
2010	4,50%
2011-2012	5,75%
2013-2014	6,25%
2015-2016	7,25%
2017	7,50%
2018-2019	8,00%
2020	9,00%

Fonte: Elaboração da pesquisa, 2009

Para estimar o consumo de etanol no setor dos transportes europeus no período 2009-2020, procede-se ao cálculo das quotas de energia renováveis sobre as projeções do consumo de gasolina no mercado europeu até o ano 2020, como indicado no quadro 7.

Período	Toneladas	% de etanol	Quantidade de Etanol	
			1000 Toneladas	Milhões de litros
2009	87.245	4,00	3.490	4.726
2010	84.928	4,50	3.822	5.175
2011	83.357	5,75	4.794	6.490
2012	80.888	5,75	4.652	6.300
2013	79.020	6,25	4.939	6.688
2014	77.780	6,25	4.862	7.367
2015	75.046	7,25	5.440	7.200
2016	73.232	7,25	5.310	7.253
2017	71.424	7,50	5.357	7.263
2018	69.724	8,00	5.578	7.553
2019	67.978	8,00	5.440	7.364
2020	66.404	9,00	5.977	8.092

Quadro 7 : Projeções do consumo de etanol na UE27 (toneladas e litros)

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2009

Torna-se oportuno fazer uma consideração sobre os resultados obtidos. O valor estimado de consumo de bioetanol no mercado europeu no ano 2020 é menor em comparação com os valores estimados pela UNICA e pela EBIO. De fato, a UNICA estima um consumo entre 14 e 20 bilhões de litros e a EBIO de 18 bilhões de litros. Uma das razões que causa essa divergência é o fato que este trabalho baseou as estimações somente na análise da série do consumo de gasolina pelo período 1989-2009, sem considerar analiticamente outros fatores que poderiam influenciar positivamente o consumo de bioetanol na Europa no ano 2020. Esta escolha foi feita pela limitação de dados analíticos para incluir esses fatores nas estimações.

4 CENARIO BRASILEIRO DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Atualmente o etanol produzido a partir de cana-de-açúcar no Brasil já substitui a metade da gasolina que seria consumida no mercado interno e seu custo de produção é competitivo, sem a necessidade de subsídios estatais que viabilizaram o proálcool na sua fase inicial – o programa foi lançado em meados da década de 1970 e tinha como objetivo reduzir a dependência da importação de petróleo no país. Considerações econômicas da indústria do açúcar também pesaram no estabelecimento do programa, porém preocupações de carácter ambiental e social não tiveram um papel significativo naquela ocasião. Atualmente, estas últimas considerações estão relacionadas à expansão do biocombustíveis no mercado global.

A Matriz Energética brasileira sempre se distinguiu em nível internacional em razão de sua elevada participação de fontes de energia renováveis. Inicialmente, isso foi somente fruto das iniciativas hidroelétricas na produção de eletricidade e, em um segundo momento, resultante da introdução do álcool de cana-de-açúcar como carburante. Isso proporcionou ao País uma matriz limpa em termos de poluição ambiental. Em 2008, a energia renovável passou a representar 45,4% da Matriz Energética Brasileira, enquanto essa participação em 2007 fora de 45,9%. Os derivados da cana-de-açúcar foram, respectivamente, de 16,4% e 15,9%, em relação à oferta total de energia, e de 37% e 34,5%, em relação a energia total do tipo renovável (gráfico 17).

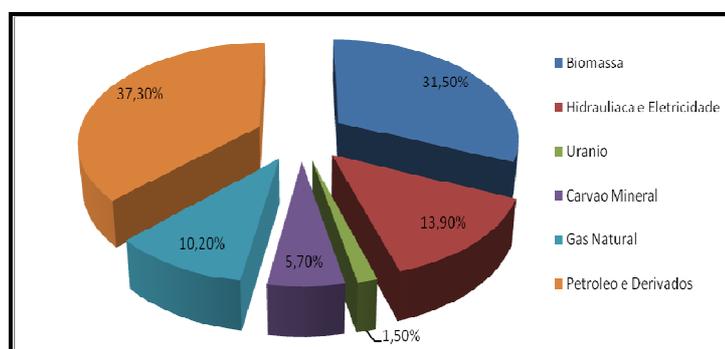


Gráfico 17: Perfil da oferta interna de Energia no Brasil

Fonte: BRASIL, 2008

Essa proporção de energias renovável na matriz energética é das mais altas do mundo, e, como mostra o gráfico 18, esse perfil contrasta significativamente com a média mundial, de 12,9% em 2008. E mais ainda com a média da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, de apenas 6,7% e países da União Européia, com média de 7,8%.

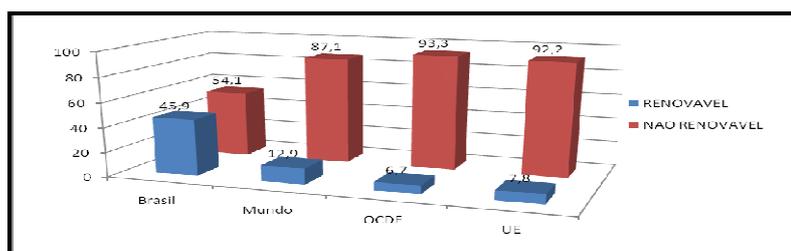


Gráfico 18: Estrutura de oferta interna de energia, em 2007 (2006 para OCDE e Mundial)

Fonte: BRASIL e EUROSTAT, 2008

O Brasil se configura também como país com grande base de renováveis de energia na matriz de transporte, com participação de álcool de 18% em 2008, como mostra a Tabela 7. O programa do etanol que foi elaborado há mais de 30 anos contribuiu para que o Brasil substituísse atualmente a metade do consumo de gasolina por etanol, e para que não se utilizasse gasolina pura no mercado doméstico. Toda a gasolina comercializada no País obedece às diretrizes legais de mistura com 20-25% de etanol (E20-E25). Além disso, Brasil produz 100% de etanol (E100) para os veículos *flex-fuel*.

Tabela 7: Matriz energética no setor de transporte do Brasil e na UE (%)

	Brasil	União Européia
Derivados de petróleo	78,60	
Gás Natural	3,40	96,00
Carvão Mineral	0,00	
Eletricidade	0,20	1,00
Biomassa	17,80	3,00

Fonte: BRASIL, 2008

Considerando o perfil da matriz energética e a alta participação do bioetanol no consumo de energia do setor do transporte, espera-se que o Brasil seja uma economia de baixo teor

carbono. Entretanto, o país é considerado o quarto maior emissor do mundo, principalmente por causa das emissões de GEE derivados do desmatamento, responsável pela metade das emissões (JANK, 2008). Frente a este cenário, o aumento do uso do etanol como combustível tem um impacto positivo na redução das emissões no setor dos transportes, responsável por 6,3% das emissões totais.

Um estudo recente da Agência Internacional de Energia confirmou que o etanol de cana-de-açúcar pode contribuir para diminuição das emissões de GEE em mais de 100% (caso o excesso de eletricidade produzido do bagaço for integrado às redes) em comparação à gasolina. Ainda mais, o balanço energético é bastante positivo, como mostra o quadro 8 abaixo. 9,3 unidades de combustível renovável podem ser obtidas para cada unidade de combustível fóssil utilizado

	Cana-de-açúcar (BR)	Milho (EU)	Grãos (EU)	Beterraba (EU)
Redução de GEE	90%	35%	34%	45%
Balanço Energético	9,3	1,4	2,0	2,0
Produtividade (litros/hectares)	7000	3600	2500	5500

Quadro 8: Balanço energético das principais culturas

Fonte: UNICA, 2008

Um balanço energético do etanol da cana-de-açúcar muito positivo não é suficiente para considerar o etanol uma alternativa perfeita a gasolina. Torna-se necessário conduzir, mais na frente, uma análise que trate os diferentes argumentos a favor e contra a produção de etanol brasileiro.

4.1 O PROGRAMA DO ÁLCOOL DO BRASIL

Nos anos 70, a economia brasileira passou por grandes transformações. Após um período de milagre econômico, ocorrido principalmente durante no governo Médici (1968-1973), a economia brasileira entra em declínio, em decorrência de inúmeros problemas, em especial, por causa dos empréstimos internacionais e da dependência do mercado externo. Além disso, o país contava com uma estrutura produtiva frágil, centrada basicamente em bens duráveis de consumo, fraco domínio de tecnologia e capital, para interiorizar o processo industrial através, por exemplo, da consolidação de setores de bens de produção.

Com o primeiro “choque” de petróleo no ano de 1973, verificou-se uma tendência de alta dos preços no mercado internacional de petróleo, que perdurou por toda a década de 1970, como se pode verificar no gráfico 19. Isto levou, conseqüentemente ao aumento dos preços internacionais do produto, e, como o Brasil importava nesse período mais de 80% do petróleo que consumia, cresceu o déficit no seu Balanço de Pagamentos.

Os gastos com as importações de petróleo se expandiram de US \$ 600 milhões, em 1973, para US\$ 2.4 bilhões, em 1974, provocando um déficit na Balança Comercial de US\$ 4,7 bilhões (CARVALHO; GALVÃO, 2009). Ao longo dos anos seguintes, esses resultados passaram a pesar fortemente na dívida externa brasileira e na escalada da inflação. No atual contexto do mercado energético, com diversos países se voltando para o bioetanol como opção energética, é interessante rever os principais marcos históricos que permitiram consolidar a produção de bioetanol como combustível no Brasil.

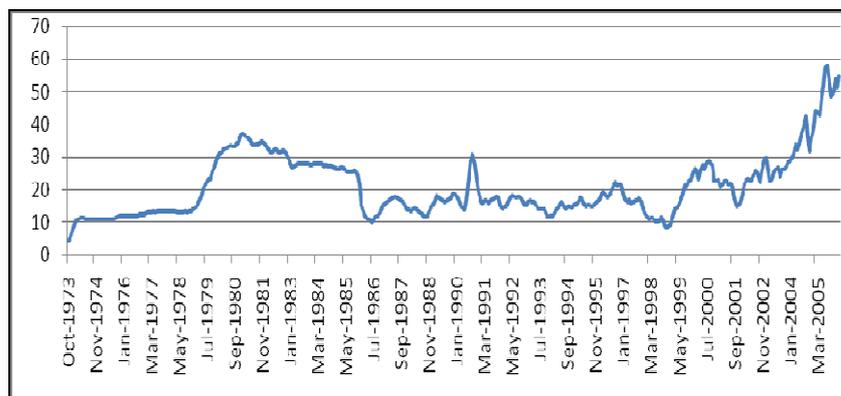


Gráfico 19: Evolução do preço do petróleo

Fonte: ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2004d

Para cobrir a diferença entre o gasto interno (consumo + investimento) e a produção nacional, no pós-choque, o país retomou aos empréstimos forma mais intensiva ainda. No governo do General Ernesto Geisel, em 1974, pretendeu-se implementar uma série de medidas flexíveis que não mantivessem a economia numa estrutura muito rígida. Além da crise mundial do petróleo, era necessário lidar com o aumento da inflação, das taxa de juros internacionais, da dívida externa e com a desaceleração interna. A economia brasileira se encontrava fragilizada, e, por isso, Geisel lançou o II PND - Plano Nacional de desenvolvimento (1975-1979), que tinha como objetivo: “Manter o crescimento acelerado, reafirmar a política gradualista de contenção da inflação; manter o equilíbrio do Balanço de Pagamentos; realizar política de melhoria da distribuição da renda; preservar a ordem social e política; realizar o desenvolvimento sem deteriorar a qualidade de vida e devastação dos recursos naturais” (II PND).

Dentro dessa estratégia adotada pelo Estado, a agricultura e a pecuária teriam papéis importantes como fontes de desenvolvimento, exigindo-se mais desses setores. Nesta visão, em novembro 1975 foi definido o Proálcool, o Programa Nacional do Álcool, como uma tentativa do governo brasileiro de desenvolver fontes alternativas para gerar energia líquida, e com o objetivo de aumentar a produção de safras agroenergéticas e a capacidade industrial de transformação, visando à obtenção de álcool para substituir o petróleo e seus derivados, em especial a gasolina. (MORAES, 1999).

O programa foi apoiado oficialmente pelo governo sob a forma de financiamentos, incentivos creditícios e fiscais, subsídios e/ou incentivos de preços, e desde 1975 o uso da mistura do etanol na gasolina passou a fazer parte de uma estratégia nacional de substituição dos combustíveis fósseis. Assim, entre 1975 a 1980, foi investido US\$1,019 bilhão no Programa Nacional do Álcool, sendo 75% desta quantia advinda de recursos públicos e 25% de recursos privados. Esse montante foi empregado no desenvolvimento de 209 projetos, na sua maioria visando à instalação ou a modernização de destilarias em áreas tradicionais da agroindústria canavieira (destacadamente em São Paulo, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro). (FIGUEIRA, 2005).

Durante o primeiro período de implantação do Programa, 1975-1979, a produção de etanol foi efetuada nas destilarias anexas¹⁴ as usinas existentes. Nesta fase ocorreu uma expansão moderada na produção de álcool, e o objetivo fixado foi o de produzir 3 bilhões de litros de bioetanol para 1980. Esta primeira fase foi caracterizada pelos subsídios do governo à produção de álcool e para orientações de misturas obrigatórias do álcool à gasolina.

A partir de 1979, após o segundo choque do petróleo, foi lançada a segunda fase do Programa, com a realização de destilarias autônomas para a produção de álcool hidratado. A meta do programa era alcançar uma produção de 7,7 bilhões de litros em cinco anos, e foi caracterizada pela produção em larga escala do álcool hidratado, para ser usado em carros movidos exclusivamente com este combustível. Como mostra o gráfico 20 abaixo, a partir de 1979 verifica-se forte aumento na produção de álcool hidratado. Esta segunda fase foi caracterizada por incentivos fiscais e isenções de impostos para a produção de etanol e para os veículos E100. Todas as estações deviam vender obrigatoriamente etanol, garantindo um preço máximo de 65% ao valor da gasolina.

¹⁴ O Protocolo estabeleceu que a produção de álcool anidro deveria ser feita prioritariamente nas destilarias anexas as usinas.

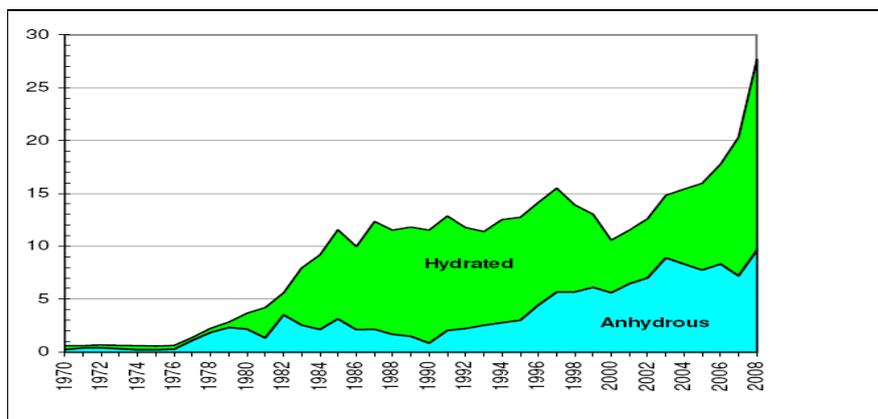


Gráfico 20: Evolução da produção brasileira de álcool, período de 1970-2008

Fonte: BIOENERGY TRADE, 2009

O governo adotou medidas para promover a expansão na venda de carros a álcool. Entre os anos 1983 e 1988, o carro a álcool passou a ser mais vendido em relação ao carro movido à gasolina, como mostra o gráfico 21 abaixo. Apenas a partir de 1989 a venda de carros a gasolina voltou a ultrapassar a venda de carros a álcool e em 1990 inicia-se o processo de declínio na venda de carros a álcool. Em 1986, com a fim da crise do petróleo, que foi vital para o Proálcool, os preços internacionais diminuíram e na ótica do consumidor reduziu-se o interesse pela compra de carros à álcool.

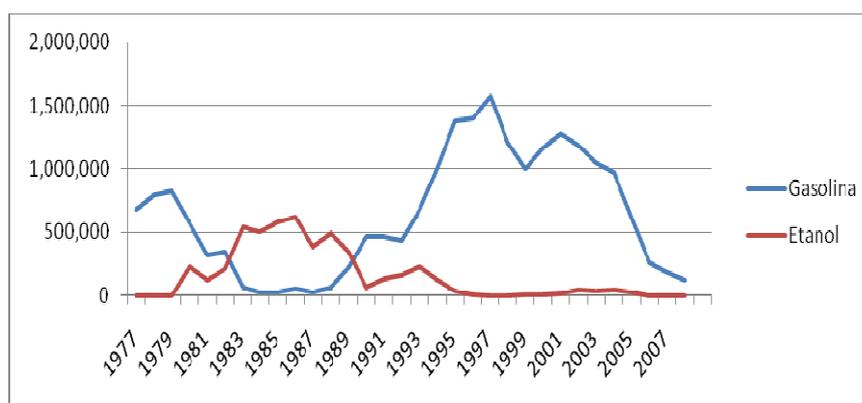


Gráfico 21: Evolução venda carros a gasolina e etanol de 1977 a 2007

Fonte: UNICA, 2008

O Estado, afetado por uma grave crise fiscal, optou por uma tendência neoliberal, e a partir de 1990, com a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), começou o processo de desregulamentação do setor, que se conclui em 1999 com a liberalização do álcool combustível.

A desregulamentação do setor sucroalcooleiro faz parte de um processo mais amplo de afastamento do Estado da economia brasileira, iniciado no governo Collor. A crise fiscal enfrentada pelo país desde os anos 80 reduziu a capacidade de atuação do governo - como coordenador ou indutor da atividade econômica -, fazendo emergir um processo de liberações e privatizações de importantes setores da economia, a partir de meados dos anos 90. (MORAES, 2000).

Com a crise do Proálcool, as empresas menos preparadas em termos de capacitação tecnológica encerraram suas atividades e/ou foram incorporadas pelas empresas mais dinâmicas. A desregulamentação que afetou a agroindústria canavieira brasileira a partir de 1990 contribuiu para ampliar a eficiência e a competitividade do álcool brasileiro. Isso porque, com o fim do controle estatal, os produtores de álcool tiveram que se adaptar ao livre mercado e caminhar sem os incentivos, os subsídios e a coordenação do Estado.

Nesse contexto, os produtores passaram a desenvolver competências, visando aumentar a eficiência técnica da produção, reformulando a estrutura organizacional das firmas e buscando maior coordenação setorial, por exemplo, na UNICA e no ALCOPAR. A capacitação tecnológica foi reforçada com a intensificação da Pesquisa que permitisse a adoção de inovações tecnológicas, entre as quais, a mecanização da atividade agrícola e o desenvolvimento de tipo de cana mais produtiva. Com a completa desregulamentação em 1999, o consumo de etanol no Brasil cresceu acentuadamente.

Em marco de 2003 foram lançados os veículos com motores flexíveis (flex-fuel), que podem ser abastecidos tanto com álcool como gasolina. A introdução dos veículos flex-fuel deu nova força à utilização do álcool combustível no mercado brasileiro. Com a aquisição destes carros, coube ao consumidor a escolha entre abastecer com álcool hidratado ou gasolina. Como mostra o gráfico 22, os veículos equipados com esses motores representam a maioria dos veículos novos vendidos no Brasil a partir de 2005, e desde então, vêm sendo aperfeiçoados em termos de

funcionalidades do sistema. Atualmente, existem mais de 60 modelos diferentes, fabricados por dez montadoras de origem americana, europeia e japonesa, instaladas no País.

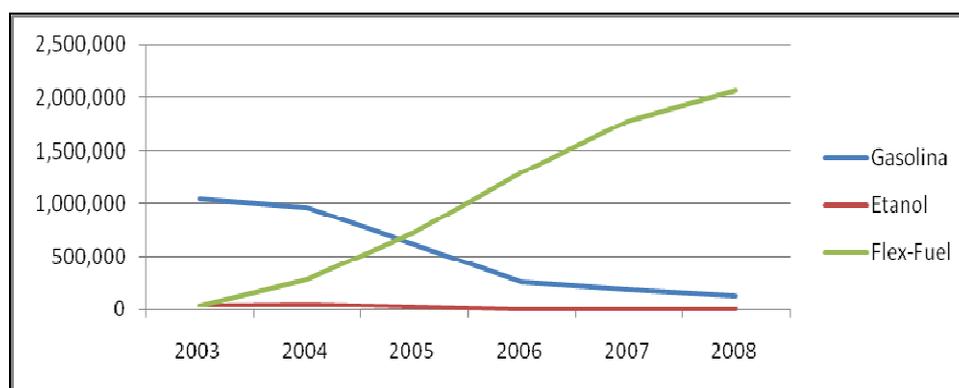


Gráfico 22: Evolução vendas de carros no Brasil 2003-2008

Fonte: ÚNICA, 2008

A comercialização de automóveis *flex-fuel*, iniciada no Brasil em março de 2003, experimentou nos últimos anos rápida ascensão. A participação desta categoria nas vendas no mercado interno aumentou de 3% em 2003, para 22% em 2004, 34% em 2005, 51% em 2006 e 58% em 2007. (EPE, 2008). O uso do etanol na frota flex, entre 2004 e 2008, evitou a emissão de mais de 35 milhões de toneladas de CO₂ no estado de São Paulo, o que equivale ao plantio de 110 milhões de árvores. (JANK, 2008). O crescimento da venda de veículos flexíveis impulsionou a demanda interna do álcool.

Com esta breve retrospectiva, pode-se dizer que o paradigma das subvenções estatais para o álcool foi importante, e proporcionou o crescimento e geração de renda no setor. Mas, por outro lado, desigualdades regionais, concentração de renda e, entre outras questões, como problemas sociais, não foram ainda resolvidos. Estas questões estão sendo hoje levadas em consideração pela comunidade internacional, como no caso da União Europeia, que desenvolveu um quadro legal para a produção sustentável de biocombustíveis.

4.2 PRODUÇÃO ATUAL E CARACTERÍSTICAS DO MERCADO BRASILEIRO DO ETANOL

A indústria do etanol brasileira tem cerca de 400 unidades industriais em operação. Entre 50 e 60 usinas estão em construção, dos quais se espera que entrem na produção entre 2009 - 2011. A figura 6 mostra a localização das usinas de cana-de-açúcar no Brasil no final dos anos 2008. Os quadros negros e verdes representam, respectivamente, usinas existentes e usinas planejadas para construção em 2012. Estima-se que 70-80% da produção total esteja localizada na região de São Paulo e arredores. Uma pequena parte da produção está localizada na região Nordeste e Norte.

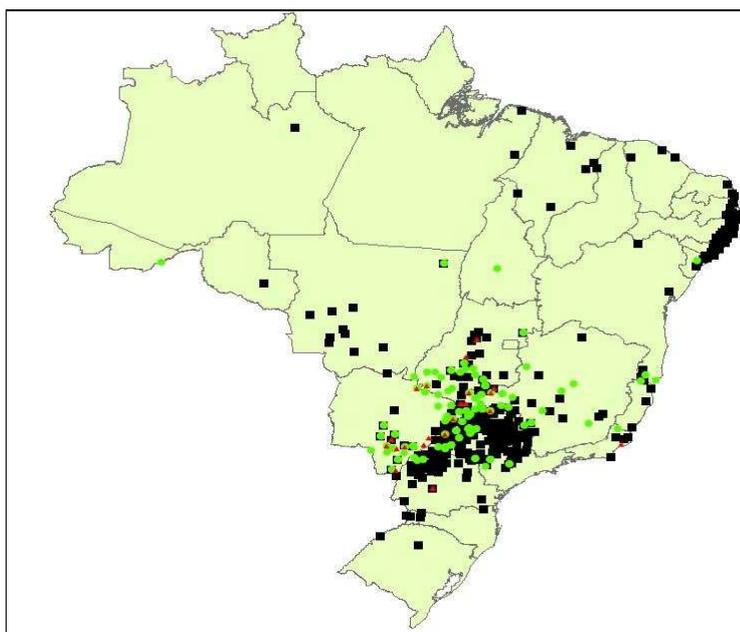


Figura 6 - Localização das usinas de cana-de-açúcar em 2008, no Brasil

Fonte: EPE, 2008

Em 2008, a indústria possuía capacidade produtiva de 30 bilhões de litros. De 2008 até 2012 cerca de US\$ 33,0 bilhões deverão ser investidos na indústria, onde US\$ 23,0 bilhões se

destinam à realização de novas usinas (JANK, 2008). Entre 2000 - 2008, a produção de etanol no Brasil cresceu em média 11,4% ao ano. Em Maio de 2009, a produção doméstica foi de 27 bilhões de litros, com mais de 5 bilhões de litros exportados. O consumo interno cresceu desde o lançamento do sistema flex-fuel em 2003. A UNICA estima que a produção interna pode atingir 35 bilhões de litros em 2015 e 50 bilhões de litros em 2020.

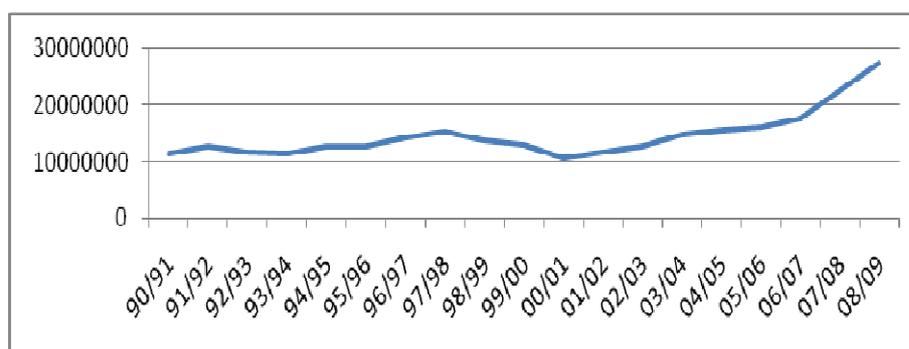


Gráfico 23 - Evolução da produção de Etanol no Brasil (bilhões de litros)

Fonte: ÚNICA, 2008

O setor sucroalcooleiro brasileiro apresenta grande competitividade internacional, tanto na produção de açúcar, como de álcool, e o país ainda apresenta área com potencial para ampliar a produção de cana de açúcar. A liderança que o Brasil tem atualmente no setor de bicombustíveis, álcool em particular, representa uma vantagem comparativa fundamental. Se bem desenvolvida poderia contribuir no processo de “commoditização” do etanol e do biodiesel e na transformação do Brasil em potência energética de primeira grandeza.

4.3 A VANTAGEM COMPETITIVA DO ETANOL BRASILEIRO

As razões que apontam o Brasil como ator privilegiado do processo de diversificação da matriz energética em âmbito global são várias e estratégicas. Uma primeira diz respeito às condições naturais muito favoráveis para a cultura da cana-de-açúcar - clima e solo -, bem como

a disponibilidade de fronteira agrícola para o crescimento da agropecuária. Esta última significa que, em princípio, a expansão não implicaria na redução de outras linhas de produção, isto é, o crescimento ocorreria por adição e não por substituição de atividades. Por outro lado, torna-se oportuno considerar que a produção em escala industrial de etanol pelo Brasil, levanta questões sobre os riscos que a ampliação da plantação de cana pode trazer para outras culturas agrícolas, para a pecuniária e mesmo para importantes biomas brasileiros como floresta amazônica, o cerrado e pantanal.

Outra vantagem que tem o Brasil para se tornar fornecedor internacional de biocombustível é a competitividade que o país apresenta na produção de etanol, graças ao conhecimento acumulado nessa área, em particular nos aspectos tecnológicos, o que constitui um fator determinante de vantagens competitivas. A vantagem brasileira revela-se também nos índices de produtividade física obtidos no processamento de cana-de-açúcar comparativamente aos observados nos demais países, que processam o etanol a partir da beterraba, do milho, da mandioca, do trigo e mesmo da cana.

Um elemento importante que se destaca na descrição das vantagens comparativas do etanol no Brasil é o custo de produção do etanol (eficiência econômica). Os custos de produção do etanol são significativamente baixos no Brasil, a ponto da indústria conseguir produzir a US\$ 0,20 por litro. O custo de produção na União Européia é muito mais elevado, chegando quase a US\$ 0,70 por litro, ou seja, 3,5 vezes mais que no Brasil.

O Brasil vai continuar sendo um produtor-chave no mercado global de etanol nos próximos anos, devido aos seguintes fatores do mercado: disponibilidade de terras, clima adequado, experiência de muitos anos em produção de etanol, existência de uma tecnologia comercializável (de primeira geração) e o tamanho do mercado global. Não obstante este quadro, se a sustentabilidade da produção de etanol fosse mais conhecida em nível global, as vantagens comparativas acima descritas reforçariam o etanol como commodity energética mundial.

4.4 TECNOLOGIA E PESQUISA & DESENVOLVIMENTO

A incorporação de processos inovadores e o desenvolvimento tecnológico jogaram, e ainda jogam, função essencial na geração de vantagem competitiva e na experiência que o Brasil tem no setor sucro-alcooleiro. Estes elementos contribuíram para a expansão da produção de bioetanol nas usinas brasileiras, para o incremento de eficiência na produção e para a progressiva redução dos impactos ambientais.

Como resultado do esforço do governo em diversificar as fontes nacionais de energia e defender-se de choques externos, o Brasil foi pioneiro no desenvolvimento do etanol como alternativa economicamente viável aos combustíveis fósseis. Este desenvolvimento foi facultado com o desenvolvimento de novas tecnologias e processos.

Com a criação do Proálcool o Brasil desenvolveu motores de ciclo Otto - tecnologia que permite a mistura de álcool carburante anidro com a gasolina, modificados na segunda fase, para incluir motores de consumo de álcool puro (carburante hidratado). A partir de 2003 encontra-se no mercado *flex-fuel*, o uso de tecnologia eletrônica de gerenciamento de combustíveis que permite o consumo de qualquer mistura de álcool anidro com gasolina. A utilização deste tipo de veículo estimula continuamente a produção de álcool anidro, que juntamente aos benefícios ambientais, contribuirá para que o Brasil se torne o maior produtor mundial de cana-de-açúcar.

Com o curso do tempo, aconteceram ganhos na produtividade, tanto na cultura de cana-de-açúcar, como na indústria produtora de etanol, os quais foram resultados da combinação dos seguintes fatores. (GOLDEMBERG, 2008):

- Introdução de novas e melhores variedades de cana e desenvolvimento de variedades transgênicas da cana (Seleção dos cultivares);
- Desenvolvimento de equipamentos e processos para a extração do caldo, tratamento, fermentação e preparação do bioetanol;

- Economias de escala provenientes de maiores e mais eficientes unidades industriais de nova constituição; e,
- Melhorias tecnológicas na conservação de energia em usinas antigas.

Estão em desenvolvimento estudos para melhorar o uso dos subprodutos do açúcar e do álcool, como o bagaço, folhas e pontas da cana e o vinhoto. Por exemplo, no Estado de São Paulo se pesquisam processos para produzir etanol a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Estima-se que, se esta tecnologia for economicamente factível, ela permitirá aumento de cerca de 30 por cento na produção de álcool, com o uso de 50 por cento das folhas e pontas da cana-de-açúcar hoje disponíveis, sem necessidade de expansão da área plantada com cana. (CARVALHO; GALVÃO, 2008).

A agregação do conhecimento da cadeia produtiva do etanol da cana-de-açúcar tornou-se possível graças ao investimento em pesquisa & desenvolvimento por parte de instituições públicas (federais e estaduais), bem como de empresas privadas. Estas instituições desenvolvem pesquisas sobre a tecnologia em todas as fases da cadeia produtiva de cana-de-açúcar (na etapa agrícola, gerenciamento, controle biológico de pragas, reciclagem de efluentes e praticas agrícolas conservacionistas de maior desempenho) em tema como administração rural; melhoramento de variedades; sistemas de plantio e de colheita; processos de extração e fermentação e, entre outras, sistemas de energia para as usinas de açúcar e bioetanol. (CGEE, 2004).

Essas instituições estão localizadas, em sua maioria, no estado de São Paulo, onde também se produz e processa a maior parte de cana-de-açúcar do país. O quadro 9 inclui uma lista das principais instituições públicas e privadas que desenvolvem tecnologia e pesquisa na indústria da cana-de-açúcar.

<i>Instituições públicas</i>
<p>Instituto Agro econômico de Campinas (IAC)</p> <p>Instituto de Pesquisas Tecnológicas IIPT)</p> <p>Institutos de Tecnologias de Alimentos (ITAL)</p> <p>Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb)</p> <p>Instituto Biológico</p> <p>Universidade de São Paulo (USP), com a Escola de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ)</p> <p>Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)</p> <p>Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (Unesp)</p> <p>Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)</p> <p>Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)</p> <p>Ridesa (Rede Interuniversitaria para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro)</p> <p>EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Embrapa Bioenergia)</p>
<i>Setor privado</i>
<p>Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)</p> <p>CanaVialis e Allelyx (apoiada pelo grupo de investimento Votorantim Ventures)</p>

Quadro 9 - Instituições públicas e privadas de P&D na cadeia de cana no Brasil

Fonte: Elaboração própria, 2009

A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico nessa agroindústria contribuíram para a obtenção de resultados importantes em termos de produtividade agrícola, industrial, e agroindustrial, como mostra o quadro 10.

O quadro 10 indica que o incremento previsto para a produtividade agroindustrial, sem considerar a introdução de novas rotas de produção, como o bioetanol celulósico, deverá permitir, de 2005 em diante, uma redução de 3,4% na superfície plantada, por unidade de bioetanol produzido. Um estudo de CGEE considera também a produção de bioetanol com base em resíduos celulósicos e estima a produtividade de 10.400 litros de bioetanol por hectare neste

mesmo horizonte de tempo, (CGEE, 2005), o que corresponde a uma diminuição de 33% da área plantada por unidade de bioetanol produzido.

Período		Produtividade		
		Agrícola (t/ha)	Industrial (litro/t)	Agroindustria l (litro/ha)
1977-1978	Fase Inicial do Programa Nacional do Álcool: Baixa Eficiência no processo industrial e na produção agrícola	65	70	4.550
1987-1988	Consolidação do Programa Nacional do Álcool: A produtividade agrícola e industrial aumentam significativamente	75	76	5.700
Situação Atual	Processo de produção de bioetanol operando com a melhor tecnologia disponível	85	80	6.800 ¹⁵
2005-2010	Primeiro estágio da otimização dos processos	81	86.2	6.900
2010-2015	Segundo estágio da otimização dos processos	83	87.7	7.020
2015-2020	Terceiro estágio da otimização dos processos	84	89.5	7.160

Quadro 10– Contribuição da P&D

Fonte: CGEE, 2006

Para reforçar e conferir maior articulação no financiamento das atividades de P&D na agroindústria do etanol foi sugerido a constituição de um fundo de fomento para atividades de P&D, chamado CT- ETANOL, com o objetivo de financiar pesquisas básicas e aplicadas em todas a cadeia produtiva dos biocombustíveis. Assim, seria possível replicar os bons resultados obtidos com os chamados Fundos Setoriais, em que uma parcela dos recursos gerados em um dado setor energético é utilizada para geração e agregação de conhecimento na área.

O governo brasileiro criou o Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) para a necessidade imediata de redução de emissão de gases no setor mundial do transporte. O CTB se concentra na P&D para novas tecnologias que permitam produção sustentável, em larga escala, do etanol de cana-de-açúcar. O centro é financiado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e localiza-se no campus LNLS, em Campinas. O CTB visa colaborar para a manutenção da liderança brasileira na produção sustentável de etanol. O laboratório investe em pesquisa básica,

¹⁵ A produtividade em litros por hectares do etanol produzido com a beterraba é de apenas 5.500 litros por hectare, e a do milho americano é estimado em 3.100 litros por hectare.

inovação tecnológica e sustentabilidade e estará completamente operacional em 2011 (CTBE, 2009)

4.5 PRINCIPAIS CRÍTICAS À PRODUÇÃO DO ETANOL E POSIÇÃO DO BRASIL

4.5.1 O debate internacional em relação ao dilema de escolha entre alimentos e energia

Uma das críticas à produção de etanol reside no dilema da produção de alimentos em relação aos biocombustíveis, que abriu nos últimos anos uma discussão internacional sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis frente ao aumento dos preços dos produtos agrícolas.

Discute-se se a produção de biocombustível (agrocombustíveis) representa a causa principal de aumento generalizado nos preços dos alimentos, e, portanto aumento do custo social sobre os mais pobres. Cogita-se que o aumento do preço do petróleo, junto com a busca por novas fontes de energias limpas e renováveis e a intenção de aumentar a renda agrícola nos países em desenvolvimento, tenha estimulado o aumento da demanda por produtos agrícolas, que por sua vez gerou certa instabilidade no sistema global de oferta de alimentos, com um conseqüente aumento dos preços das *commodities*. (SANTOS, LADU, 2009).

As críticas argumentam que as populações mais pobres são desproporcionalmente vulneráveis à alta dos preços dos alimentos, porque gastam grande parte da renda com o seu consumo. Então, os subsídios aos biocombustíveis – que tem hipoteticamente por efeito a elevação dos preços dos alimentos – reduzem, dentro de certos limites, o consumo dos alimentos daqueles que são compradores líquidos.

A defesa dos biocombustíveis pode-se levar em conta que a produção de etanol no mundo, de cerca 50 bilhões de litros/ano, usa no total uma extensão de 15 milhões de hectares, ou seja, 1% da área agrícola no mundo, que se estima em 1,5 bilhões de hectares. (CARVALHO;

GALVÃO, 2008). Como mostra o quadro 11 abaixo, também no caso específico do Brasil, a produção de cana-de-açúcar para etanol ocupa no total 1% das terras aráveis.

Brasil	851,4		% de terra arável
Total de área arável	354,8	% do total	
Total área para alimentos	76,7	9,0%	21,6%
Soja	20,6	2,4%	5,8%
Grãos	14,0	1,6%	3,9%
cana-de-açúcar	7,8	0,9%	2,2%
- <i>cana-de-açúcar para etanol</i>	<u>3,4</u>	0,4%	1,0%
Laranjas	0,9	0,1%	0,3%
Pastagens	172,3	20,2%	48,6%
Área disponível	105,8	12,4%	29,8%

Quadro 11: Distribuição do uso da terra no Brasil, 2007 (milhões de hectares)

Fonte: UNICA, 2008

Além disso, o impacto na segurança alimentar deve ser visto não só em termos do binômio “*maiores preços, menor disponibilidade*”, mas também, em termos de aumento da renda dos agricultores nas áreas rurais. Como 70% dos mais pobres vivem em áreas rurais o efeito total na segurança alimentar poderia ser positivo. (SCHMIDHUBER, 2006).

4.5.2 Biocombustíveis, emissões de GEE e impacto da mudança do uso do solo

Uma outra abordagem argumenta o fato de que o uso de etanol não reduz as emissões de gases de efeito estufa. A experiência tem mostrado o contrário e considera-se que o etanol gerado a partir de cana-de-açúcar poderia ser totalmente renovável, uma vez que o bagaço da cana abastece toda a energia necessária para a fase industrial da produção de etanol (energia solar). De fato, a redução das emissões de gases de efeito estufa é um dos efeitos positivos mais importantes associados ao bioetanol de cana-de-açúcar.

Conforme a Comunicação Brasileira para a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima, valores de 1994, a utilização da energia da cana reduziu em 13% as emissões

de carbono de todo o setor energético. Em 2003, para volumes de produção da agroindústria, a substituição de gasolina por bioetanol e a geração de energia com bagaço reduziram as emissões de CO₂ equivalente, respectivamente, a 27,5 milhões e 5,7 milhões de toneladas (GOLDEMBERG., 2008). Como referência para cálculos em cenários similares, para cada 100 milhões de toneladas de cana destinadas à energia, poderia ser evitada a emissão de 12,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, considerando bioetanol, bagaço e o excedente adicional de energia elétrica fornecida à rede. (JANK, 2007).

Estes resultados se devem ao fato das emissões de GEE, sobretudo CO₂, obtidas da queimada do etanol são reabsorvidas pela fotossíntese na cana-de-açúcar. Toda a energia que o processo de produção de etanol necessita, chega do bagaço e o excesso é utilizado para gerar energia adicional para a rede. Existem também emissões de gases de impacto local que estão associadas essencialmente à queima da palha da cana pré-colheita e emissões nas chaminés das caldeiras. A queima de palha aumenta a produtividade da colheita, mas a fuligem que ela produz representa um problema ambiental que afeta principalmente as cidades localizadas nas regiões canavieiras. Por isso, há uma forte disposição de órgãos públicos brasileiros para restringir essa prática, o que implica indiretamente na eliminação do corte manual, bastante dificultado no caso da cana crua, isto é, da cana sem queimar.

O estado de São Paulo, por exemplo, emitiu a Lei Estadual 11.241, de 2002, para limitar as emissões locais. A lei estabelece um cronograma para a colheita da cana crua em todas as áreas mecanizáveis até 2021, permitindo que áreas restantes e menores que 150 hectares efetuem queimadas até 2031. Por pressões de entidades ambientalistas e do Ministério Público, um protocolo entre o governo estadual paulista e a agroindústria canavieira antecipou esses prazos para 2014 e 2017, respectivamente, com restrições adicionais para queima em áreas de expansão.

O resultado desse processo tem sido monitorado mediante o sensoriamento remoto por satélite e mostram que a colheita de cana sem queimar alcançou 47% da área colhida em São Paulo na safra 2007/2008, evitando assim, a emissão de 3.900 toneladas de material particulado (CETESB, 2008). Em outros estados, como Goiás e Mato Grosso, se observam iniciativas

similares, que estabelecem cronogramas para eliminação das queimadas, mas ainda sem resultados concretos. Além de questões ambientais, também existe a possibilidade de se utilizar a energia da palha para produção de energia elétrica, fator de estímulo para a adoção da colheita de cana crua.

Entre o etanol produzido com a utilização de diversas culturas, o obtido a partir da cana-de-açúcar contribui para uma maior redução das emissões de GEE. O gráfico 24 mostra o balanço de energia e as emissões de GEE para o cenário atual e futuro em 2020, considerando a abordagem “do plantio ao portão da usina”. (MACEDO, 2008).



Gráfico 24: Redução das emissões de gases de efeito estufa

Fonte: UNICA, 2008

Por outro lado, o potencial do etanol de cana-de-açúcar de combater o aquecimento global ofusca um lado maléfico de sua produção: a emissão de poluentes a base de nitrogênio que causam uma chuva seca de fertilizantes e podem prejudicar ecossistemas regionais.

Quando se considera o impacto da mudança de uso do solo em termos de emissões, refere-se às quantidades de carbono que o solo poderia emitir devido à perturbação que se verifica com a mudança da vegetação anterior à cana-de-açúcar. De fato, as quantidades de carbono, antes seqüestrados pela vegetação ou solo, são liberadas para a atmosfera, resultando em impactos diretos sobre o meio ambiente. Um estudo avaliou estes diferentes tipos de impacto para

diferentes tipos de culturas para etanol e mostrou que o etanol produzido de cana representa a melhor alternativa ambiental. (FARGIONE, 2008). O estudo evidencia que isso, também, se deve ao fato da cana no Brasil ter sido produzida em solos antes destinados à pastagem de baixa produtividade.

Os impactos indiretos da mudança de uso do solo se referem ao desmatamento indiretamente induzido da expansão da fronteira com cana-de-açúcar. Não existe evidência de que a crescente produção de bioetanol implica no desmatamento. Além disso, o Brasil e outros países da região tropical úmida dispõem de terras suficientes para uma expansão da produção agrícola, podendo produzir de forma sustentável alimentos e bioenergia, sem destruir o estoque de florestas. (FARGIONE, 2008).

No caso brasileiro, estima-se que as áreas agrícolas irrigadas sejam de 3,3 milhões de hectares, cerca 4% da superfície cultivada. A Dependendo do clima, a cultura da cana requer de 1.500 mm a 2.500 mm de lâmina d'água adequadamente distribuídos durante seu ciclo vegetativo. A irrigação da cultura da cana praticamente só é adotada em períodos mais críticos na região Centro-Oeste, e de modo mais freqüente na região Nordeste. (SOUZA, 2005). A importância do Brasil no debate sobre combustíveis biológicos, segurança no abastecimento de energia e sobre mudança climática faz com o país se torne um agente importante para a UE no plano do desenvolvimento de sistemas energéticos alternativos.

4.6 DINÂMICA DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ETANOL

O Brasil é um agente importante no mercado internacional de etanol. Como segundo maior produtor do mundo, o país tem sido nos últimos anos o maior exportador mundial.

Detentor de menor custo de produção, a curto e médio prazo, o país poderá aumentar significativamente a produção ¹⁶.

Pode-se observar no gráfico 25 que as exportações de etanol brasileiro aumentaram significativamente a partir do ano 2004. Em 2008 as exportações alcançaram 5.1 bilhões de litros, representando cerca de 18% da produção total nacional, e quase 8% da produção mundial, estimada a 67,0 bilhões de litros (REN21, 2009). A UNICA estima que as exportações de etanol em 2020 alcançaria o nível de 15,7 bilhões de litros.

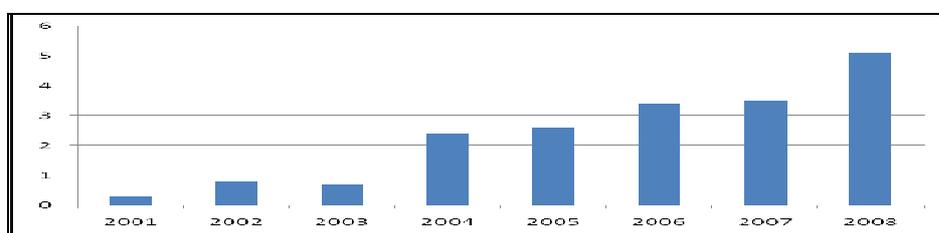


Gráfico 25: Histórico de Exportação Brasileira de Etanol (2001-2008)

Fonte: EPE, 2008

Nos últimos anos, os maiores importadores de etanol produzido no Brasil foram a União Européia e os Estados Unidos. Como mostra ao quadro 12 abaixo, as exportações para a UE27 cresceram de 73% 2006 para 2007 e foram elevadas também em 2008.

2006	2007	2008
582	1,008	1,473

Quadro 12: Evolucao das exportacoes para UE27 nos utlimos 3 anos

Fonte : ÚNICA, 2008

Existem diversos fatores que contribuem negativamente para o estabelecimento do etanol como uma *commodity*, essencial para o aumento do comércio mundial deste produto. Entre estes, um estudo da EPE, 2008 destaca: os subsídios dados aos produtores (notadamente UE e EUA); A ausência de um padrão internacional de especificação para o etanol combustível e de infraestrutura de logística; e a baixa disponibilidade de áreas agricultáveis para expansão agrícola,

¹⁶ Existem dificuldades relativas aos requerimentos dos outros países (como sustentabilidade)

com a qual os continentes Europeu e Asiático, além dos EUA, deverão apresentar maiores dificuldades.

Além dos subsídios dados aos produtores, existem outras barreiras tarifárias e não tarifárias que limitam as exportações de etanol brasileiro na Europa. Trata-se de quotas, requerimentos sanitários e técnicos, e requerimentos ambientais e sociais. A União Européia impõe um imposto 192,0 €/m³ ao álcool não desnaturado e 102 €/m³ para álcool desnaturado. (ZARILLI, 2006). Não seria fácil conseguir a liberalização comercial do etanol porque na Europa o produto é considerado um produto agrícola que deve se sujeitar às regras de política e necessidades do setor agrícola europeu. O Brasil propôs a OMC considerar o etanol como um produto energético e não agrícola, mas ainda assim, esta questão está longe de encontrar uma solução.

Assim o futuro das exportações depende da abertura de novos mercados consumidores. Estima-se que anualmente poderiam ser exportados 15,0 bilhões de litros, entretanto, a abertura de novos mercados consumidores depende de muitos fatores, entre os quais, a tendência de consumo de gasolina no mercado interno, sensibilidade à problemas ambientais e o cumprimento dos critérios de sustentabilidade social e ambiental.

Com relação à legislação européia sobre os critérios de sustentabilidade dos biocombustíveis, existe ainda incerteza sobre como os países membros deverão adotar a legislação em nível nacional, o que iria alterar as exigências em relação as usinas brasileiras.

4.6.1 Projeções das exportações de etanol carburante para o mercado europeu

Para o cálculo das projeções de exportação de etanol carburante para a Europa, propõe-se a seguinte metodologia. Com base nas projeções sobre o consumo de bioetanol no mercado europeu, calculadas no capítulo 3, procede-se o cálculo das projeções de exportação do etanol

brasileiro como quota sobre o consumo esperado total de etanol. As quotas o porcentagem de etanol brasileiro no consumo total de gasolina correspondem às metas estabelecidas pela UE. Foram considerados dois cenários: I) com base nos dados do EUROSTAT sobre as importações de etanol brasileiro e II) com base nos dados da UNICA sobre as exportações de etanol brasileiro para Europa.

Foram considerados dois cenários em razão da diferença substancial entre os dados das importações de etanol registradas pelo Eurostat e os dados das exportações no Brasil. Segundo a Associação Européia do Bioetanol (EBIO), isto ocorre devido principalmente ao sistema de classificação adotado na União Européia. O sistema atual permite importar o etanol no mercado europeu sob várias classificações, a depender de se o etanol é puro ou misturado à outros compostos químicos¹⁷. Em geral, o etanol é classificado como bebidas, mas outras vezes pode ser classificado como produtos químicos, quando misturado. Segundo a EBIO, as razões não são sempre claras, mas de qualquer forma, resultam na diminuição dos impostos e menor burocracia nas operações de importação.

Os dois cenários apresentam diferenças que, segundo a EBIO, levanta as seguintes possibilidades: i) o etanol é enviado para o mercado europeu como material T1 (com destino a outro país fora do espaço europeu), que por sua vez, volta a entrar sem incidência de impostos; ii) o etanol entra como bem mistura ou com autorização para mistura (sob capítulo 38 da classificação européia de produtos comerciais).

Os dados sobre o consumo de etanol no mercado europeu são relativos ao setor dos transportes e os dados sobre as importações de etanol brasileiro na Europa não se referem exclusivamente ao setor dos transportes. O etanol importado pode ser utilizado como itens bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos, entre outros químicos. Essa diferença deve ser

¹⁷ O etanol desnaturado tem o código 22071000 (baixo do capítulo 22 *Beverages, Spirits and Vinegar*). Quando o Etanol é misturado, ele pode assumir uma destas classificações: 38140090 (organic composite solvents) 3820000 (anti-freezing preparation) 38249098 (Prepared binders) e 2909(ETBE).

considerada antes de se proceder ao cálculo das projeções sobre importações de etanol do Brasil nos próximos anos.

Portanto, procede-se ao cálculo da evolução da quota de etanol utilizado no setor dos transportes sobre o consumo de etanol total, a partir de dados oficiais do consumo de etanol na União Europeia¹⁸, como mostra o Quadro 13.

Ano	2004	2005	2006	2007	2008
Comida	6.889.747	7.352.275	8.398.039	9.030.093	11.914.766
Uso Industrial	6.378.541	6.229.751	7.784.181	7.358.351	8.527.575
Combustível	4.900.623	9.792.141	16.735.061	20.810.000	29.131.475
Outro	1.106.434	1.838.510	1.083.202	4.216.459	3.987.777
Total	19.275.345	25.212.677	34.000.483	41.414.903	53.561.593
% Combustível	25,42	38,84	49,22	50,25	54,39

Quadro 13 : Quotas de etanol para setor dos transportes (dados em hectolitros).

Fonte: Elaboração própria , 2009

Considerando um incremento de 50% do ano 2006 para o ano 2004 junto com um movimento quase constante entre 2006-2008, o modelo define o valor médio em 51,30%. Este suposto pode ser considerado na inferência como um potencial de aumento de etanol para o setor dos transportes.

No cenário i), consideram-se as importações de álcool etílico não desnaturado e desnaturado para o período 2000-2008 como da classificação do Eurostat¹⁹. Todos os dados foram convertidos em toneladas, conforme o apêndice C.

Com base nesses dados, a última coluna à direita do quadro 14 mostra a evolução das percentagens de etanol brasileiro utilizado como combustível no setor dos transportes europeu. A coluna 5 (Etanol combustível brasileiro) inclui os valores de etanol brasileiro consumido no setor dos transportes europeu em milhões de litros, calculados com a aplicação das quotas incluídas no quadro 13, a partir do ano 2004.

¹⁸ EU27 ethyl alcohol balance, encontrados no Jornal Oficial da União Europeia.

¹⁹ Incluem produtos com os códigos 2207 10 e 2207 20.

	Consumo Total Etanol nos transportes (milhões de litros)	Importação total de etanol do Brasil		Etanol carburante brasileiro (milhões de litros)	% etanol carburante/ consumo de etanol
		(1000 T)	(milhões de litros)		
2000	492	17	23	n.d.	
2001	566	14	19	n.d.	-
2002	809	36	49	n.d.	-
2003	900	34	47	n.d.	-
2004	897	85	115	30	3,26
2005	1.525	263	350	139	9,1
2006	1.860	258	350	172	9,25
2007	2.543	510	691	347	13,66
2008	3.741	622	843	459	12,26

Quadro 14 : Importações de etanol carburante Europa, no período 2000-2008

Fonte: Elaboração própria, 2009

Considerando as percentagens de importação de quotas de etanol brasileiro para o setor dos transportes europeu em comparação ao consumo total de etanol carburante dos últimos 2 anos (2007 e 2008), pode-se considerar uma média a ser utilizada no cálculo das projeções de importação de etanol brasileiro na Europa. O valor médio a ser considerado é. A razão pela qual foi escolhida uma media entre os últimos dois anos consiste no fato que a quota de etanol carburante sobre o consumo total de etanol segue um andamento crescente, como vimos no quadro 14, e assume-se que continue a crescer no curso dos anos.

Desta forma, aplica-se a quota de 13% sobre as projeções do consumo de etanol carburante na Europa para o período 2009-2020, para encontrar as projeções das importações de etanol carburante brasileiro na UE27.

Período	Milhões de litros	Importações do Brasil
2009	4,726	615
2010	5,175	673
2011	6,490	844
2012	6,300	819
2013	6,688	870
2014	7,367	956
2015	7,200	936
2016	7,253	943
2017	7,263	944
2018	7,553	982
2019	7,364	958
2020	8,092	1,052

Quadro 15: Projeções importação etanol carburante brasileiro período 2009-2020 (cenário I)

Fonte: Elaboração própria, 2009

É oportuno fazer algumas considerações sobre as projeções obtidas. Trata-se de projeções baseadas nas projeções do consumo de gasolina de 4 países europeus, adaptadas ao mercado da UE27 como indicado no capítulo 3. Os dados sobre o consumo de etanol na Europa até o ano 2020, por sua vez, se baseiam nas estimações obtidas pelo modelo de series temporais, sem considerar do ponto de vista quantitativo os fatores inseridos na inferência, que tem o potencial de aumentar o consumo de gasolina no mercado europeu até o ano 2020.

Apesar de não ter considerado no modelo estes fatores que podem ter um aumento no consumo de etanol na Europa no ano 2020, as projeções feitas neste cenário I, mostram um aumento nas importações de etanol carburante brasileiro no mercado europeu, como pode-se notar no gráfico 26.

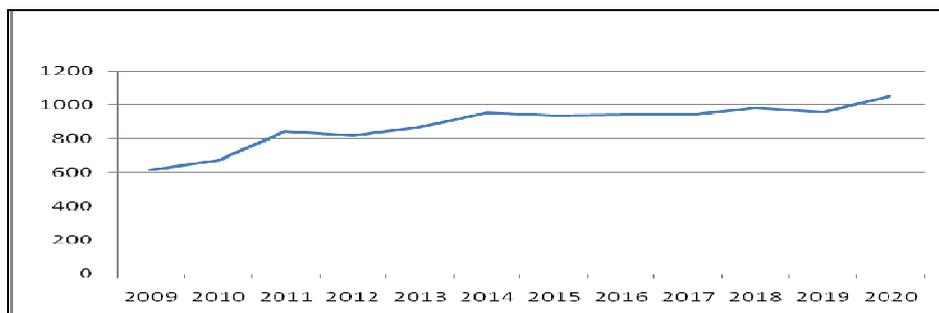


Gráfico 26: Projeções sobre as importações de etanol carburante brasileiro na UE27 (2009-2020)

Fonte: Elaboração própria, dados em milhões de litros, 2009

Quanto ao Cenário ii), consideram-se as exportações de etanol brasileiro da UNICA, disponíveis para o período 2006-2008. Com base nesses dados, a coluna 4 do quadro 16 mostra a quota de etanol brasileiro sobre o consumo total de etanol no setor dos transportes europeu. A coluna 3 do quadro 16 inclui os valores de etanol brasileiro consumido no setor dos transportes europeu e calculados com a aplicação de uma quota de 51,50%.

Período	Consumo Total Etanol nos transportes (milhões de litros)	Exportações totais de etanol brasileiro para Europa	Exportações de etanol brasileiro para o setor dos transportes europeu	% etanol carburante/ etanol consumido no setor dos transportes
2006	1,860	582	299	16,00
2007	2,543	1,008	517	20,00
2008	3,742	1,473	756	20,22

Quadro 16: Exportação do etanol carburante para o mercado europeu

Fonte: Elaboração própria, 2009

Considerando que a quota cresce no curso dos três anos e encontra-se quase estável entre 2008 e 2007, este estudo considera uma quota de 20 % a ser utilizada para calcular as quotas de consumo de etanol brasileiro nos anos futuros até 2020 (cenário II).

Período	Milhões de litros	Em milhões de litros
2009	4,726	946
2010	5,175	1,035
2011	6,490	1,298
2012	6,300	1,260
2013	6,688	1,338
2014	7,367	1,474
2015	7,200	1,440
2016	7,253	1,451
2017	7,263	1,453
2018	7,553	1,511
2019	7,364	1,473
	8,092	1,620

Quadro 17: Projeções exportações etanol carburante brasileiro período 2009-2020 (cenário II)

Fonte: Elaboração própria, 2009

As considerações feitas para o cenário I, sobre a base dos cálculos das projeções são validas também para o cenário II. Apesar de considerar somente o modelo de série temporal para as projeções e a metodologia proposta para obter uma boa comparação em termos de etanol carburante, o cenário II mostra igualmente um aumento das exportações de etanol carburante para Europa no período 2009-2020, como mostra a figura abaixo.

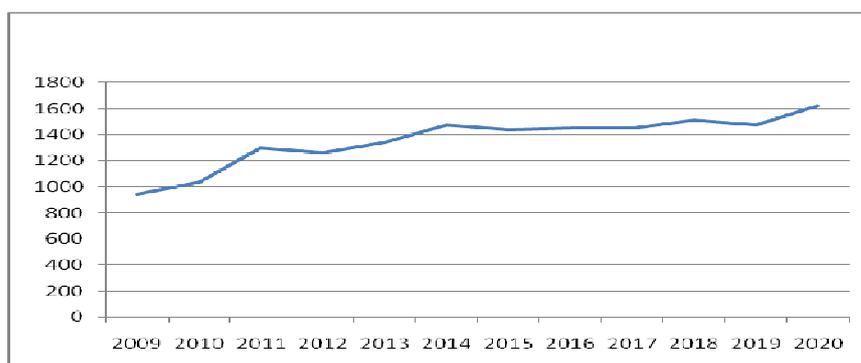


Gráfico 27: Projeções sobre as exportações de etanol carburante brasileiro na UE27 (2009-2020)

Fonte: Elaboração própria, 2009

5 COOPERAÇÃO ENTRE BRAZIL E UNIÃO EUROPEIA

5.1 ACORDOS DE COOPERAÇÃO UE- BRASIL NO FOMENTO DA INDÚSTRIA DO ETANOL

O Brasil é hoje líder mundial nas exportações de bicombustível. A UE e governos de países membros jogam um papel importante neste processo. Acordos de cooperação com o Brasil têm por objetivo estimular o acesso do mercado europeu aos biocombustíveis brasileiros, em particular, ao etanol. Os órgãos da EU e o governo brasileiro têm iniciativas regionais, mas também permitem acordos bilaterais entre os Estados membros e o Brasil na forma de iniciativas nacionais.

Com relação às iniciativas regionais, a União Europeia e o Brasil lançaram em Julho de 2007 em Lisboa, o diálogo bilateral no setor da energia, durante a primeira Cimeira dos chefes de estado EU - Brasil. Nesta ocasião, a Comissão Europeia propôs lançar uma Parceira Estratégica com o Brasil, sublinhando o papel crescente desempenhado pelo Brasil no cenário internacional, o seu peso regional e os fortes vínculos bilaterais que existem entre o país e a UE (IP/07/725). A Parceira Estratégica constitui o compromisso político da UE e do Brasil de se empenharem no desenvolvimento de políticas globais, regionais, econômicas e sociais (IP/08/880).

Foram lançadas as bases para uma parceira construtiva no domínio da energia, baseada num diálogo permanente com a República - Federal do Brasil e a Comissão Europeia. O acordo reconhece a importância do Brasil nos domínios dos biocombustíveis, da segurança do aprovisionamento energético e alterações climáticas e tem por objetivo desenvolver a cooperação bilateral em áreas de interesse comum, designadamente biocombustíveis e outras fontes de energias renováveis, tecnologias energéticas com emissões de carbono reduzidas e melhoria da eficiência energética (IP/07/1025). Por ocasião da segunda Cimeira dos chefes de Estado EU –

Brasil em 2008 no Rio de Janeiro, foi decidido centrar a cooperação em 2009 em quatro áreas principais (IP08/1755):

- Intercâmbio de experiências e consultas técnicas sobre questões de regulamentação para melhorar a competitividade dos mercados de energia, incluindo possibilidades de investimento;
- Eficiência energética e gestão da demanda de energia, nomeadamente através da participação na parceira multilateral IPEEC (Parceira Internacional para a Cooperação em matéria de Eficiência Energética), lançadas pelos países do G8+5;
- Esforço conjunto de investigação no domínio dos biocombustíveis de segunda geração, no âmbito da coordenação das atividades de investigação entre a União Europeia e o Brasil;
- Fomento na cooperação industrial entre a União Europeia e o Brasil na área das tecnologias com baixo teor de carbono.

Além disso, as partes confirmaram apoio ao prosseguimento da cooperação no domínio da sustentabilidade dos biocombustíveis e a promoção de estudos científicos e inovações tecnológicas destinados a garantir a sustentabilidade à longo prazo da produção de bioenergias.

Em Julho de 2009 foi constituído um órgão permanente de diálogo e cooperação entre as sociedades civis EU-Brasil, chamado Mesa Redonda da Sociedade Civil EU-Brasil. O órgão contribui para reforçar as relações bilaterais entre o Brasil e a União Europeia em âmbito da Parceria Estratégica e congratula-se com o compromisso político do Brasil e a UE em aumentar a produção sustentável e a utilização de energias renováveis, como contributo essencial para o desenvolvimento sustentável e para a luta contra as emissões de carbono (Declaração Final Primeira Mesa Redonda da Sociedade Civil EU-Brasil). A terceira Cimeira dos chefes de Estado EU-Brasil realizou-se em Estocolmo em Outubro de 2009.

Com relação aos acordos em nível nacional, os primeiros acordos bilaterais de cooperação no desenvolvimento da indústria dos biocombustíveis brasileira foram assinados pelo governo brasileiro no começo de 2007, com Suécia, Holanda, Alemanha, Dinamarca, Reino Unido, França e Itália. Estes acordos implicam tipicamente no desempenho de ambas as partes de

promover a expansão internacional dos biocombustíveis através de vários instrumentos políticos, incluindo a cooperação em programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), com o objetivo, por exemplo, de melhorar a eficiência e a sustentabilidade dos biocombustíveis, a identificação de terceiros parceiros com condições ambientais favoráveis e baixo custo de mão-de-obra, e a promoção de investimentos privados internacionais entre os dois países e os países terceiros.

Entre os terceiros países, os investimentos sucroalcooleiros em países africanos e asiáticos são considerados estratégicos, uma vez que a produção de açúcar e etanol no continente pode entrar na União Européia sem tarifa de importação – por serem ex-colônias, esses países são beneficiados pelo acordo de ACP (Ásia, Caribe e Pacífico). Por esta razão, muitas empresas européias e empresas brasileiras estão interessadas a investir na África, como em Moçambique ou Angola. É o caso da usina Açúcar Guarani controlada pela multinacional francesa Tereos, que informou ter interesse em montar uma planta de etanol no País Africano.

Até agora o etanol é classificado pela Organização Internacional do Comercio (OMC) como um produto agrícola, portanto sujeito às altas tarifas de importação no âmbito da política agrícola européia, que visa proteger a agricultura. A aplicação das tarifas à importação resultam em um aumento do preço de etanol em cerca de 60%. Em Julho 2008, durante as negociações de Genebra, o Brasil propôs a OMC classificar os biocombustíveis como “environmental good”.

Isto levaria a uma redução internacional das tarifas de importação de etanol. A União européia rejeitou a proposta do governo brasileiro e sugeriu a introdução de um sistema de quotas. A situação ainda não está resolvida e atualmente no mercado europeu aplicam-se, para o etanol, tarifas de €19,2/hl (63 ad valorem) e, além disso, barreiras não-tarifárias (como os critérios de sustentabilidade) e subsídios à produção interna de biocombustível são observados. Por outro lado, 70% do etanol é importado na Europa sob esquema de comércio preferencial (ACP, EBA, LDC), (VAN DE VOOREN, 2009).

As tarifas são resultados do interesse comunitário em proteger a produção doméstica de conseqüências de um fluxo excessivo de importações, tutelando o interesse dos agricultores. Por

outro lado, países membros devem tutelar também o interesse dos produtores e fornecedores de energia que demandam maiores importações para satisfazer a crescente demanda energética. Órgãos da UE estão buscando balancear interesses contrapostos, e nesta missão, promovem a criação de acordos bilaterais, justificados pela indisponibilidade de terras na Europa para produção suficiente de biocombustíveis.

Os acordos bilaterais assinados entre o Brasil e os estados membros da UE não constituem vínculos legais e a implementação desses acordos depende dos interesses nacionais. No caso de acordos entre a França e a Inglaterra, a cooperação focaliza-se na atividade de P&D. Por exemplo, o governo da Suécia por meio de um acordo, resolveu eliminar suas tarifas de importação de etanol como forma de favorecer importações do Brasil. A Suécia financiou também estudos de factibilidade para identificar países em desenvolvimento que apresentem condições favoráveis para a produção de biocombustível e transferir tecnologia do Brasil para a produção do etanol na Europa.

5.2 INICIATIVAS DE COOPERAÇÃO EM MATERIA DE SUSTENTABILIDADE

No estudo sobre o cenário futuro das exportações brasileiras de etanol para Europa é oportuno fazer breve descrição da situação em relação a forma com que o etanol brasileiro poderá alcançar os critérios de sustentabilidade estabelecidos pela EU27.

Como analisado no capítulo 3, a legislação européia estabelece os critérios de sustentabilidade a serem respeitados a partir de 2011, mas, até o momento, existem incertezas quanto às medidas de verificação. Neste contexto de “vazio nas disposições legais” se desenvolvem na Europa iniciativas privadas para a certificação dos biocombustíveis, que buscam prever o que a futura metodologia européia irá considerar. O objetivo destes sistemas de

certificação voluntária consiste em criar sistemas de certificação para bioetanol que considerem os aspectos sociais, ambientais e econômicos envolvidos no sistema de produção.

Para garantir o cumprimento dos critérios de sustentabilidade, a Comissão Europeia poderá realizar acordos multilaterais e/ou bilaterais e reconhecer sistemas de certificação já existentes, sejam eles voluntários ou não, desde que de conformidade com o padrão e procedimentos de verificação determinados pela Diretiva (artigo 18). Estes critérios devem ser aceitos em todos os países integrantes da UE27 e visam evitar custos administrativos desproporcionais e promover a compatibilidade no âmbito das regras OMC. A ausência de regras claras dificulta a compatibilidade dos esquemas de certificação em desenvolvimento e o cumprimento das exigências europeias.

Neste estudo se analisam duas destas iniciativas privadas: a metodologia de certificação *Etanol Sustentável Verificado* proposto pela SEKA, que é um sistema pioneiro de certificação dos biocombustíveis na Europa e a *Better Sugarcane Initiative*, que responde a todos os critérios do atual marco legal europeu.

5.2.1 Sistema baseado no Etanol Sustentável Verificado (SEKAB)

Na medida em que o uso de etanol aumenta, cresce também a demanda por declarações e certificações de sustentabilidade. Como o desenvolvimento do marco legal na UE está lento, as associações comerciais BAFF (Fundação para o Bioálcool Combustível), que representa o mercado de etanol na Suécia e a UNICA, que representa a indústria brasileira de cana-de-açúcar, decidiram iniciar conjuntamente um processo que tenha por objetivo garantir etanol de boa qualidade aos consumidores e acelerar as regulamentações internacionais sobre biocombustíveis, estimulando que toda a produção brasileira de etanol seja sustentável.

A empresa Sueca apoiada pela BAFF e pela ÚNICA e outras autoridades brasileiras desenvolveram iniciativas para o Etanol Sustentável Verificado em 2007, de forma a garantir que a produção do etanol seja ambiental, climática, social e eticamente comprovada, e de que ele gere menos emissões de dióxido de carbono de origem fóssil em relação a gasolina e o diesel. Os objetivos da iniciativa visam garantir fisicamente aos consumidores a qualidade do etanol, aumentar a oferta de etanol sustentável verificado em colaboração com a indústria de cana-de-açúcar; estimular outros países europeus a desenvolver sistemas de controle de qualidade de sustentabilidade, acelerar o desenvolvimento de marcos legais internacionais para biocombustível sustentável.

Trata-se de processo de comprovação por meio de uma empresa internacional e Independiente que deverá realizar uma auditoria em todas as unidades produtoras de bioetanol duas vezes por ano, a fim de verificar o cumprimento dos seguintes critérios estabelecidos:

- Redução de no mínimo 85% da emissão de dióxido de carbono de origem fóssil em comparação com gasolina;
- Patamares mínimos de mecanização na coleta (mínimo de 30% de mecanização da coleta hoje, e um aumento planejado de 100%);
- Compromisso com a conservação das áreas de mata nativa (tolerância zero para o desmatamento florestal; desmatamento de outras florestas de acordo com leis nacionais: licenças exigidas, lei brasileira para cada árvore derrubada, 25 devem ser plantadas para preservar a biodiversidade; mudanças no uso da terra);
- Tolerância zero ao trabalho infantil e não regulamentado (trabalho infantil com menores de 16 anos de idade definido de acordo com a legislação brasileira, aprendizagens a partir de 14 anos de idade; cumprindo os artigos 1 e 2 da convenção 138 da Organização Internacional do Trabalho);
- Direitos e medidas de segurança para todos os funcionários de acordo com as diretrizes da ONU (Tolerância zero para o trabalho forçado: trabalho escravo; Trabalhadores com direito a organização sindical. Todos os funcionários devem ser registrados; Respeito à

pisos salariais do setor; Medidas de saúde e segurança devem ser estabelecidas e seguidas);

- Adesão e cumprimento das metas estabelecidas pelo Protocolo Agroambiental;
- Respeito ao meio ambiente de acordo com a iniciativa ambiental da UNICA (solo e água); e,
- Monitoramento contínuo para garantir o cumprimento dos critérios de sustentabilidade.

Desta forma as empresas garantem o cumprimento de leis trabalhistas, o respeito às normas ambientais e a realização de, no mínimo, 30% da coleta de cana-de-açúcar mecanizada em área plana, com previsão de 100% em 100 anos. Se reforça também o compromisso em adequar as normas do Protocolo Agroambiental firmado com o Estado de São Paulo que estabelece o fim da prática de queimadas nas lavouras até o ano 2014.

A parceria com a Sekab estabelece ainda tolerância zero às empresas que tenham trabalho infantil e condições de trabalho não-organizadas, preservação de áreas de florestas tropicais e redução das emissões de dióxido de carbono em todo o processo de produção de etanol para níveis de 85% inferiores aos registrados no uso equivalente da gasolina.

5.2.2 A Better sugarcane initiative

Trata-se de uma colaboração de produtores, investidores, comerciantes, associações de categoria e ONGs, interessados em garantir produção sustentável de cana-de-açúcar, estabelecendo os princípios e critérios que aplicados nas regiões do mundo onde se produz cana-de-açúcar.

A BSI desenvolveu um conjunto de princípios, critérios indicadores e verificadores, que serão usados para certificar produtores de açúcar e etanol que cumprem com os mesmos, em todo o mundo. Seu objetivo é promover a produção sustentável de cana-de-açúcar e de seus

subprodutos, através de princípios e critérios mesuráveis, que sejam aplicáveis internacionalmente e desenvolvidos por meio de um processo gradativo e multistakeholder.

A BSI baseia-se em 5 princípios: i) Respeito da lei; II) Respeitar dos direitos humanos; III) Eficácia da produção e procedimentos; III) Tutela da biodiversidade e dos ecosistemas; IV) Desenvolvimento contínuo das capacidades dos trabalhadores.

5.3 DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS DIRETOS ESTRANGEIROS E NOVAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL EM RELAÇÃO À INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ETANOL

Em poucas regiões do mundo, as condições de produção e uso do etanol na matriz energética são tão convincentes quanto no Brasil. Tendo em vista este padrão de competitividade, muitos produtores do setor sucroalcooleiro do Brasil pretendem ampliar suas vantagens competitivas para atender ao mercado externo. Além dos produtores internos, também os produtores internacionais vêm investindo em novas plantas no Brasil, fomentando o fluxo dos Investimentos Diretos Estrangeiros (IDE) no País.

Em 2005, o nível de IDE e a participação de estrangeiros na indústria da cana-de-açúcar representava 5% da capitalização total. Segundo o Banco Central, desde 2007 até junho de 2009 o Brasil recebeu US\$ 3,5 bilhões de IDE somente para a produção de produtos de petróleo e bioetanol, respectivamente, com 10% e 90% de participação. Desde meados desta década, os estrangeiros começaram a investir na construção de novas usinas e na compra de indústrias para a produção de etanol e também vem adquirindo terras para o cultivo da cana. A participação dos estrangeiros no setor passou de 5% para 13% nos últimos 5 anos. Claramente, este processo ganha expressão maior em 2008 com a crise financeira global. O aumento da presença de capital internacional é visto como iniciativa positiva de acesso aos recursos ambientais e para o domínio de novo conhecimento, mas também, um nível de profissionalização dos negócios que grupos brasileiros locais desconhecem ainda.

Os investimentos estrangeiros acontecem na forma de fusões, aquisições e participações societárias em empresas e/ou grupos já existentes, ou mediante a construção de novas plantas produtoras (*Born Global*²⁰). A presença do capital estrangeiro na indústria do etanol brasileiro remonta de 2000, com a aquisição de uma empresa nacional pelo grupo francês Louis Dreyfus. Os franceses foram, com efeito, primeiros a chegar no Brasil, quando a LDC Bioenergia adquiriu usinas no Brasil. Desde então, vários outros grupos, com matrizes nos Estados Unidos e em diferentes países europeus e asiáticos, passaram a investir no setor.

O grupo francês Louis Dreyfus é uma organização internacional de empresas que tem como atividade principal o comércio e o processamento mundial de commodities agrícolas e de energia. Essas atividades são desenvolvidas desde 1851 e hoje figuram entre os três maiores exportadores de açúcar do mundo. No Brasil, suas atividades tiveram início em 2000, com a aquisição da Usina Cresciumal, e atua hoje na produção de açúcar e álcool.

A LDC Bioenergia ampliou ainda mais sua participação no setor com a aquisição, em 2007, do grupo Tavares de Melo, de duas usinas no Rio Grande do Norte (Destilaria Giasa e Estivas) e três no Mato Grosso do Sul (Maracaju, Passa Tempo e Rio Brilhante). Hoje possuem sete unidades produtivas em operação. O braço do grupo Louis Dreyfus no Brasil é atualmente um dos maiores produtores do setor sucroalcooleiro do país, atendendo tanto o mercado interno quanto externo.

O grupo vem passando por um processo de expansão através da aquisição de usinas de outros grupos e investimentos. O quadro 18 abaixo apresenta uma lista dos principais grupos europeus que operaram em solo brasileiro. O quadro inclui empresas européias que efetuaram IDE no Brasil ou outra forma de investimento no setor sucroalcooleiro.

²⁰ O conceito de BG é definido por Oviatt e McDougall (1993) como “organizações comerciais que, desde o princípio, buscam desenvolver uma vantagem competitiva significativa do uso de recursos e da venda de produtos ou serviços em múltiplos países”.

Firma/Origem	Quando	Tipo de financiamento	Dados econômicos
Louis Dreyfus Commodities (França) (através da LDC Bioenergia)	Desde o ano 2000	7 plantas (Usinas Maracaju e Passa Tempo, no estado de Mato Grosso do Sul; Usinas Cresciumal, São Carlos e Luciana, na região Sudeste do País; Usina Estiva e Destilaria Giasa, na região nordeste. 11.5 mmt	\$ 443 Milhoes para a ultima usina construída em Mato Grosso Turnover de 4 bilhões de dólares (Dezembro 2008) Gera mais de 20 mil trabalhos (full-time and part-time)
British Petroleum Biofuels	Abril de 2008	Joint venture A BP comprou 50% de Tropical BioEnergia SA, localizada em Edeia, Estado de Goiás. Capacidade esperada 115 milhões de US galões	\$683 milhões de investimentos \$ 1 bilhões (investimento da joint venture)
EPURON (Alemanha)	2008 (Abril)	IDE para abrir plantas de produção de etanol em Brasil como parte da política de internacionalização da empresa	130 milhões de euros
German's MAN Ferrostaal	2008	Através da empresa brasileira Etanolc	Investimento de US\$ 8.4 bilhões, para investir 24 destilarias
Tereos (França)		Acionista controladora de Açúcar Guarani Maior grupo presente na industria da cana-de-açúcar (5 plantas com 12 mmt de cana de açúcar).	Guarani 47.5% da FBA company Olimpia based plant Acucar Guarani tem 5 usinas: Cruz Alta, Severina, Tanabi, Andrade, São Jose
Abengoa Bioenergy.	2007	Opera através Abengoa Bioenergia. Comprou a Dedini Agro e outras duas usinas em Sao Joao de Boa Vista e Pirassununga	US \$ 684 milhões

Quadro 18 :Investimentos diretos europeus na industria do etanol brasileira

Fonte: Elaboração própria, 2009

Foram efetuadas entrevistas com algumas das empresas incluídas, mas nas outras, não foi possível a obtenção de todos os dados sobre os investimentos efetivos realizados. Os dados foram obtidos através de email enviados para todas as empresas elencadas, porém, nem todas forneceram respostas esperadas.

O processo de internacionalização da indústria do etanol assumiu várias matrizes, incluindo aquisições e fusões e também outras formas complexas e atuais de organização das atividades econômicas, como as joint-ventures, alianças e variados acordos estratégicos formais na área da produção, do comércio, da pesquisa e da transferência de tecnologia.

Das entrevistas feitas, no caso do etanol de primeira geração as empresas internacionais decidiram investir no Brasil para aprender, com o objetivo de ganhar vantagens competitivas e não apenas explorá-las. São atraídas pelo mercado desregulamentado, a disponibilidade de terras para expansão do cultivo da cana, a mão-de-obra barata, a eficiência econômica da produção em termos de baixo custo. Também constitui outro fator as menores obrigações ambientais e sociais, e o mercado interno onde se coloca acerca de 75% da produção.

Do ponto de vista de empresas brasileiras, o interesse em associar-se ao capital internacional seria o de viabilizar recursos para a expansão das escalas de operação com a finalidade de penetrar no mercado internacional. Poderiam, assim, dispor da estrutura de comercialização disponível nas grandes corporações multinacionais e ingressar mais facilmente em novos mercados. A transformação do etanol em uma *commodity* internacional depende muito da padronização e da comercialização em grande escala no mercado externo, objetivos que podem ser mais rapidamente alcançados com a colaboração das empresas multinacionais.

Outro fator importante que contribui para motivar a adoção das empresas brasileiras neste mecanismo de internacionalização da indústria da cana-de-açúcar seria o de beneficiar transferências de tecnologia para diversificar a indústria na direção da produção do etanol de segunda geração, como os bioplásticos e a bioquerosene. Neste último caso, a cooperação com empresas européias mostra-se estratégica.

Em outros casos, é possível pensar que o interesse das usinas brasileiras na associação com grupos internacional corresponde a uma simples estratégia de sobrevivência, sobretudo, quando o etanol tem que cumprir requisitos socioambientais para disputar mercados internacionais. Será que a internacionalização do setor é fator positivo ou isso poderá comprometer a competitividade do setor?

O cenário internacional favorável ao aumento da demanda de etanol pode se configurar em uma boa oportunidade para o Brasil, haja vista o potencial de expansão agrícola e o grau de maturidade da indústria sucroalcooleira nacional. A competitividade industrial do país é reflexo,

principalmente, do conhecimento acumulado em décadas de experiência no processo de produção de açúcar e álcool; do aproveitamento energético do bagaço e da pesquisa por técnicas industriais e agrícolas mais eficientes. Vários países modificaram sua legislação estabelecendo metas de produção, percentuais de adição à gasolina e incentivos fiscais para o etanol carburante. Apesar dos avanços, ainda existem muitas dificuldades (protecionismo dos mercados europeu e americano somado a especificação não-uniforme do produto) a serem ultrapassadas antes que o etanol se estabeleça como commodity efetiva no mercado mundial.

Além disso, ressalta-se a expectativa de um salto tecnológico que resultará da conversão de matéria lignocelulósica em etanol, cuja tecnologia propiciaria dobrar a produção sem o aumento da área plantada. Grandes desafios são esperados nos próximos anos para o Brasil e a União Européia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil desenvolveu o uso do etanol inserido no Programa Nacional do Álcool a partir do ano 1975 com a finalidade de reduzir a grande dependência do petróleo importado e criar um mercado adicional para os produtores de açúcar. Vários países desenvolvidos, entre os quais, a União Européia, passaram a implementar programas de biocombustíveis a partir do final da década dos anos 90, com motivações principalmente ambientais relativas à exigência do Protocolo de Quito de redução da emissão de CO₂. Apesar de serem diferentes dos fatores motivadores que levaram à implementação de programas de biocombustíveis entre países, atualmente os programas perseguem o mesmo objetivo de promover a segurança energética, diversificar a matriz de insumos energéticos e reduzir a dependência dos derivados de petróleo.

O quadro legislativo da União européia sobre o uso dos biocombustíveis renováveis nos transportes amplia as perspectivas de exportação do etanol carburante brasileiro para os países membros da União Européia. A nova meta de 10% de componente de energias renováveis no setor dos transportes pode se configurar em uma oportunidade para o Brasil, que conta com uma competitividade da indústria de etanol como reflexo, principalmente, do conhecimento acumulado em décadas de experiência no processo de produção de açúcar e álcool; do aproveitamento energético do bagaço e da pesquisa por técnicas industriais e agrícolas mais eficientes.

Este trabalho analisou as projeções das exportações de etanol carburante brasileiro para o mercado europeu até o ano 2020. A realização das projeções envolveu a previsão do consumo de gasolina no mercado europeu, com base na aplicação de um modelo de séries temporais com a metodologia Box-Jenkins, na série dos dados do consumo de gasolina na Itália, França, Alemanha e Reino Unido. Com base nesta análise, projetou-se um declínio do consumo de gasolina que começou no final da década dos anos 90, tendo-se identificado como um dos principais fatores causadores, o aumento do consumo de diesel. Nas projeções do consumo de

gasolina nos 4 países da *proxy* aplicou-se uma proporção para estimar as projeções no mercado europeu com 27 países. Os dados resultantes da aplicação desta metodologia foram considerados como base para a estimação do consumo de bioetanol no mercado europeu, que estima-se em 8 bilhões de litros para o ano 2020.

A estimativa de consumo para o ano 2020 resulta inferior em relação às estimações da União da Indústria da Cana-de-açúcar – UNICA do Brasil e da Associação Européia do Bioetanol – EBIO. A UNICA estimou o consumo de biodiesel no mercado europeu para o ano 2020, entre 14 e 20 bilhões de litros e a EBIO, um valor de 18 bilhões de litros. Esta divergência deve-se por um lado, à existência de uma limitação no cálculo das projeções do consumo de etanol relativa ao fato de que muitos fatores que poderiam determinar um aumento no cenário do consumo de gasolina não foram considerados analiticamente, pela falta da disponibilidade de dados. Trata-se de fatores como: o envelhecimento da população e a migração no mercado interno europeu, as relações comerciais com a Rússia e os Estados Unidos para a importação de diesel e exportação de gasolina; as legislações nacionais com relação à taxação dos carros a diesel e a gasolina. Por outro lado, interagindo com a UNICA e a EBIO para o desenvolvimento deste trabalho, pode-se concluir que existe um forte interesse político por parte das indústrias brasileiras e européias do bioetanol, para ampliar as estimativas do consumo de bioetanol, a fim de promover o crescimento das próprias indústrias.

Apesar das projeções do consumo de gasolina no mercado europeu seguir uma dinâmica decrescente ao longo dos anos, as exportações de etanol carburante brasileiro para o setor dos transportes europeus devem aumentar. Os dois cenários estudados projetam valores respectivamente de 1 e 1,6 bilhões de litros. Observa-se que as projeções foram baseadas exclusivamente no consumo do bioetanol carburante, ou seja, utilizado exclusivamente para o setor dos transportes, que se estimou serem de 50% do consumo total de bioetanol no mercado europeu.

Com a legislação 2009/28 do Conselho Europeu, a Europa passa a ser o primeiro mercado do mundo a exigir uma certificação sócio-ambiental dos biocombustíveis. A certificação é um

instrumento importante para diferenciar o produto, e sua aplicação é, porém, um grande desafio, pelo fato de que ainda os órgãos da UE não adotaram uma metodologia que comprove que o produto atenda os requisitos da lei para a obtenção de certificação. Nesta situação de “vazio” legislativo estão se desenvolvendo iniciativas privadas de certificação que comprovam a sustentabilidade sócio-ambiental do bioetanol, à exemplo, da *Better Sugarcane Initiative – BSI*, cujo objetivo visa atender todos os requisitos da legislação europeia. A maioria do bioetanol brasileiro exportado para o mercado europeu é produzido por usinas que fazem parte da UNICA, a qual é ativamente envolvida na BSI. Neste caso, se a União Europeia aceita a metodologia proposta da BSI para a certificação do bioetanol, o produto brasileiro não deveria ter problemas de acesso ao mercado europeu. A legislação representa uma oportunidade para o setor sucroalcooleiro brasileiro comprovar que a produção de etanol é sustentável e contrastar com as críticas existentes.

O Brasil é hoje o líder mundial das exportações de etanol, e a União Europeia e os governos dos países membros jogarão um papel importante neste processo, estipulando acordos de cooperação com o objetivo de criar oportunidades de negócio no mercado europeu para o etanol brasileiro. A entrada do capital europeu na indústria brasileira do etanol a partir do ano 2000 confirma o potencial da vantagem competitiva brasileira na produção de etanol.

Apesar dos avanços, ainda existem muitas dificuldades, como o protecionismo do mercado europeu, a serem ultrapassadas antes que o etanol se estabeleça como uma commodity no mercado mundial. Além disso, ressalta-se a expectativa de um salto tecnológico com a conversão de matéria lignocelulósica em etanol, cuja tecnologia propiciaria dobrar a produção sem o aumento da área plantada. Grandes desafios são esperados para os próximos anos.

REFERÊNCIAS

BEISE, M.; RENNINGS, K. Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations, **Ecological Economics**, v.52, n.1, p. 5-17, 2005.

BETTER SUGARCANE INICIATIVE. **BSI Standard**. Disponível em: <www.bettersugarcane.org>. Acesso em: 3 nov. 2009.

BOX, J. ; JENKINS, M. ; REINSEL, G. **Time series analysis – forecasting and control**. 4. ed. Wiley J. & Sons, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha energética brasileira**. 2008. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/spe/menu/institucional/DPE.html>> . Acesso em: 2 set. 2009.

CARVALHO, A.M.; GALVÃO, A. C. **Bioetanol de cana-de-açúcar – energia para o desenvolvimento sustentável**. 2008. Disponível em: <<http://www.bioetanoldecana.org/>>. Acesso em: 10 set. 2009.

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BIOETANOL - CTBE. **Bioetanol**. 2009. Disponível em: <<http://www.bioetanol.org.br/interna/index.php?chave=bioetanol>> . Acesso em: 6 jul. 2009

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA – CGEE. **Biocombustíveis: avaliação da expansão da produção de etanol no Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=1833>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

CHMIDHUBER, J. **Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: a longer-term perspective**. 2006. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 1 nov. 2009.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Communication for the commission to the council and the European parliament**. COM(2007) n. 1981. 2007.

DESPLECHIN, E. **Brazilian sugarcane ethanol – a sustainable contribution to a cleaner transport mix**. 2009. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 5 jul. 2009.

DOS SANTOS, G.J.; LADU, L. Agrocombustíveis, segurança e soberania alimentar: elementos do debate internacional e análise do caso brasileiro. **Bahia Análise & Dados**. v.18. n.4. pag. 549-557. 2009

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA. **Perspectivas para o etanol do Brasil**. 2008. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2009.

EUROSERVER. **Euroserver barometers**. 2009. Disponível em: <<http://www.euroserver.org/>> Acesso em: 10 jun. 2009

EUROPEAN BIODIESEL BOARD – EBB. **Statistics**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>> . Acesso em: 2 ago. 2009.

EUROPEAN BIOETHANOL FUEL ASSOCIATION – EBIO. **Statistics**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebio.org/statistics.php>> . Acesso em: 2 ago. 2009.

EUROPEAN BIOETHANOL FUEL ASSOCIATION – EBIO. **Bioethanol fuel in the European Union**. 2008. Disponível em: <www.ebio.org>. Acesso em: 12 out. 2009.

EUROPEAN BIOETHANOL FUEL ASSOCIATION – EBIO. **Ethanol trade flows to the EU far from transparent**. 2008. Disponível em: <www.ebio.org>. Acesso em: 10 out. 2009.

EUROPEAN BIOETHANOL FUEL ASSOCIATION – EBIO. **Europe's patchwork of national policies**. 2009. Disponível em: <www.ebio.org>. Acesso em: 12 out. 2009.

EUROPEAN FEDERATION FOR TRANSPORT AND ENVIRONMENT. **CO₂ EmissionsU27**. 2009. Disponível em: <<http://www.transportenvironment.org/>>. Acesso em: 20 set. 2009.

EUROPEAN UNION, DG Transport. **Inventing our future together. the european research area: new perspectives**, 2007. Disponível em: <<http://europa.eu/>>. Acesso em: 20 set. 2009.

EUROPEAN UNION, DG Transport. **A sustainable future for transport**, 200. Disponível em: <<http://europa.eu/>>. Acesso em: 29 set. 2009.

EUROSTAT. **European Economic Statistics**. 2008. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> >. Acesso em: 1 jul. 2009

EUROSTAT. **Estatísticas em energia**. 2009. Disponível em<<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/introduction>>. Acesso em: 1 mar. 2009.

FARGIONE, J. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science**, v. 319. 2008.

FAVA, V.P. Metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados. In: VASCONCELLOS, M. A. S; ALVES, D. (Coord.). **Manual de econometria**. São Paulo: Atlas. 2000.

FERNANDES.. S. L.; COELHO, S. T. (Orgs.). **Perspectivas do álcool combustível no Brasil**. São Paulo: USP - IEE, 1996. 166p.

FIGUEIRA S.R. **Os programas de álcool como combustíveis nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidade de exportação do Brasil**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. Piracicaba, São Paulo, 2005. Disponível em: <www.teses.usp.br>. Acesso em: 18 set. 2009.

GOLDEMBERG J. **Ethanol for a sustainable energy future**. 2007. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 2 abr. 2009.

GOLDEMBERG J. The brazilian biofuels industry. **Biotechnology for Biofuels**. 2008. Disponível em: <<http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/1/1/6>> Acesso em: 20 ago. 2009.

GOLDEMBERG J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. **The sustainability of ethanol production from sugarcane**. 2008. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 20 abr. 2009.

GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

HYNDAM, J.R. **Box-Jenkins modelling**. 2001. Disponível em: <<http://robjhyndman.com/papers/BoxJenkins.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

INSTITUTE OF ENERGY ECONOMICS -IEE, **Monthly of mineral resources & petroleum products statistics**. 2008. Disponível em: WWW.ieej.or.jp/en/statistics/index.html. Acesso em: 20 abr. 2009.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Sustainable international bioenergy trade: securing supply and demand**. 2009. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 2 set. 2009.

JANK, M.S. **A dinâmica da inserção do agronegócio brasileiro na economia mundial**. 2008. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2009.

JANK, M.S. **An overview of the brazilian sugarcane industry**. 2008. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2009.

JANK, M.S. **Diversificando as exportações: novos mercados e novos produtos**. 2008. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2009.

JEFFREY, M., **Introductory econometrics**. South-Western Publishing. 2006.

KENNEDY, P.A **guide to econometrics**. 5th ed. MPG Books, 2003.

MACEDO, SEABRA. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: the 2005/2006 averages and predictions for 2020. **Biomass & Energy**, v. 14, 1998.

MARTINEZ , R.O.; ZAMPROGNO , B. Comparação de algumas técnicas de previsão em análise de series temporais. **Colombiana de Estadística**, v. 26, 2003. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/899/89926202.pdf>>. Acesso em: 15 Jun. 2009.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro**. 1999. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura “Luis de Quieroz”. USP, Piracicaba, São Paulo, 1999.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Economic assessment of biofuel support policies**. 2008. Disponível em:<<http://www.oecd.org>>. Acesso em: 13 set. 2009.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **International direct investment statistics yearbook**. PARIS, 2008. Disponível em:<<http://www.oecdwash.org/PUBS/ELECTRONIC/epfin.htm>>. Acesso em: 13 out. 2009.

OVIATT, B.M ; McDOUGALL, P.P. Toward a theory of international new ventures. **Journal of International Business Studies**, v. 25, n.1, p. 45-64, 1993.

PARLAMENTO EUROPEU. Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009. **Jornal Oficial da União Européia**, 23 abr. 2009. p. 18 .

RAMOS H.R. ; RAMS M. **A estratégia de internazionalização do setor sucro-alcooleiro do Brasil através da teoria do Born Global**. 2009. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/eadonline/grupodepesquisa/publicações/Martinho/108.pdf>. Acesso em: 1 Jul. 2009

REGO, J.M. et al. **Economia brasileira**. São Paulo: Savaira, 2000.

REN21. **Global trends in sustainable energy investment report**. 2009 . Disponível em <<http://www.ren21.net/>>. Acesso em: 10 Jun. 2009.

SHIKIDA, P.F.A. **A evolução da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 ate' 1995**. 191 f. 1997. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Quieroz". USP, Piracicaba, São Paulo, 1997.

UMBACH, F. **Global energy security and the implication for the EU**. 2009. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 10 set. 2009.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. **Vendas de automóveis e veículos leves no Brasil**. Disponível em:< <http://www.unica.com.br/>>. Acesso em: 5 jun.2009.

VAN DE VOOREN ; ZUURBIER, Peter. 2008. **Sugarcane ethanol** : contribution to climate change mitigation and the environment. Disponível em <
<http://www.scribd.com/doc/9316701/Sugarcane-Ethanol-Contributions-to-climate-change-mitigation-and-the-environment>> Acesso em: 10 set. 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Conversões

Consumo de bioetanol e biodiesel na EU27 em toneladas

Os dados do quadro abaixo foram obtidos com a conversão proposta da EU, na qual:

1 t de biodiesel = 0.86 toe

1 t bioetanol = 0.64 toe

Milhões Toneladas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bioetanol	362	417	597	664	661	1125	1372	1875	2760
Biodiesel	832	933	1163	1680	2248	2610	4477	6860	9187

Quadro 19: Consumo de biocombustíveis na UE27 em milhões de litros

Fonte: EUROSTAT, 2008

Para converter os dados expressos em toneladas em litros foi aplicada a seguinte formula:

1 tonelada = 1356 litros

Aplicando esta formula aos dados do Eurostat sobre as importações de álcool desnaturado de Brasil, obtém os dados incluídos no quadro 20.

Importações de bioetanol	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1000 T	9	1	24	30	70	151	189	464	494
1000000 litros	12	1,3	33	41	94	205	256	630	670

Quadro 20: conversão de toneladas a litros das importacoes de etanol brasileiro na UE27

Fonte: EUROSTAT, 2008

APÊNDICE B: Identificação do modelo

O primeiro modelo a ser analisado foi o SARIMA(0,1,2) x (0,1,1)₁₂. Nota-se que a função PACF decresce ao aumentar do k, e a ACF mostra cortes significativos no lag 1 e 2, sinal de um MA(2)

na componente não sazonal da serie. Com relação à parte sazonal da serie nota-se que a PACF decresce e a ACF mostra um corte no lag 1. A PACF mostra que os valores da função de autocorrelação têm atrasos 1, 2, 4, 8, valores altos. Deixam pensar que tem um decaimento exponencial, presença Media Móvel.

Parâmetros	ma1	ma2	sma1
Coefficientes	<i>-1.0984</i>	<i>0.3690</i>	<i>-0.8171</i>
Erro Padrão	<i>0.0649</i>	<i>0.0584</i>	<i>0.0566</i>

Quadro 21: Parâmetros modelo SARIMA (0,1,2)x(0,1,1)

Fonte: Elaboração própria

O segundo modelo a ser analisado foi o SARIMA (1,1,2) x (0,1,1)₁₂. A análise gráfica sugere que a PACF decresce ao crescer do k e a ACF mostra um corte no lag 1. Aplicamos então MA(2) e AR(1) a serie diferenciada I(1).

Parâmetros	ar1	ma1	ma2	sma1
Coefficientes	<i>0.1579</i>	<i>-1.2327</i>	<i>0.4683</i>	<i>-0.8173</i>
Erro Padrão	<i>0.1950</i>	<i>0.1751</i>	<i>0.1309</i>	<i>0.0569</i>

Quadro 22: Parâmetros modelo SARIMA (1,1,2)x(0,1,1)

Fonte: Elaboração própria, 2009

A análise gráfica da ACF sugere que temos que considerar outra especificação pela parte auto-regressiva. Propõe-se então o modelo SARIMA (3,1,2)*(1,1,1) com AR(3), justificado pela presença de um corte significativo na ACF no período 3 então Isto sugere que temos que adicionar uma componente auto-regressiva.

Parâmetros	ar1	ar2	ar3	ma1	ma2	sar1	sma1
Coefficientes	-1.0769	-0.5661	-0.0563	0.1195	-0.3699	0.1603	-0.8725
Erro Padrão	0.4791	0.3542	0.2675	0.4754	0.1695	0.0826	0.0612

Quadro 23: Parâmetros modelo SARIMA (3,1,2)x(1,1,1)

Fonte: Elaboração própria, 2009

APÊNDICE C: Conversões das importações de etanol brasileiro no mercado europeu

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
EU27	93,555	8,953	242,635	299,651	697,082	1,506,574	1,886,948	4,638,264	4,938,876
EU27	73,238	133,220	119,454	44,742	150,234	1,122,636	690,976	457,528	1,279,225
100 kg	166,793	142,173	362,089	344,393	847,316	2,629,210	2,577,924	5,095,792	6,218,101
1000 T	16.68	14.22	36.21	34.44	84.73	262.92	257.79	509.58	621.81
	17	14	36	34	85	263	258	510	622
1,000 litros	22,617	19,279	49,099	46,700	114,896	356,521	349,566	690,989	843,174
1,000,000 litros	23	19	49	47	115	357	350	691	843
Consumo Bioetanol EU27	362	417	597	664	661	1125	1372	1875	2760
Quota	4.61	3.41	6.07	5.19	12.82	23.37	18.79	27.18	22.53

Quadro 24: Conversão das importações brasileiras

Fonte: EUROSTAT, 2008

APÊNDICE D: Venda de carros no Brasil 2000-2008

	Gasolina	Etanol	Flex-Fuel
2003	1,046,474	33,034	39,095
2004	967,235	49,801	278,764
2005	609,903	30,904	728,375
2006	260,824	1,650	1,293,746
2007	186,554	88	1,780,876
2008	127,896	68	2,065,313

Quadro 25: Venda de carros no Brasil 2000-2008

Fonte: ÚNICA, 2008

APÊNDICE E: Serie anual consumo de gasolina e diesel na Itália, Alemanha, França e Reino Unido, período 1989-2008

1000 T	Gasolina	Diesel
1989	81,290	62,675
1990	83,052	65,364
1991	87,710	68,857
1992	88,926	71,508
1993	88,837	73,516
1994	86,103	76,288
1995	85,217	79,257
1996	85,094	79,828
1997	84,785	81,640
1998	84,665	85,065
1999	84,191	88,869
2000	80,827	90,333
2001	78,957	93,433
2002	77,100	96,528
2003	73,361	98,161
2004	70,765	102,075
2005	66,584	103,439
2006	63,750	106,628
2007	60,633	109,339
2008	57,400	109,600

Quadro 26: Serie consumo gasolina

Fonte: IEE, 2008

APÊNDICE F: Consumo de bioetanol no setor dos transportes da UE27 em toe, toneladas e litros

As publicações dos EurObserv'ER dos anos de 2009 a 2001 contem os dados sobre o consumo de bioetanol no setor dos transportes do mercado europeu expressos em toe. Para obter os dados em

toneladas, foi aplicada a metodologia recomendada pela Comissão Europeia, ou seja: 1 tonelada de bioetanol = 0.64 toe (*ton of oil equivalent*).

	1000 toe	1000T	1000 litros
2000	232	362.5	491,550
2001	267	417.19	565,706
2002	382	596.88	809,363
2003	425	664.06	900,469
2004	423	660.94	896,231
2005	720	1125	1,525,500
2006	878	1,371.88	1,860,263
2007	1,200	1875	2,542,500
2008	1,766	2,759.38	3,741,713

Quadro 27: de conversão dos dados

Fonte: EuroObserv'ER 2001- 2009

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)