

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Impactos na economia brasileira, pela substituição dos
combustíveis fósseis por etanol e biodiesel, no período de 2010
a 2030**

Jeronimo Alves dos Santos

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Economia
Aplicada

Piracicaba
2013

Jeronimo Alves dos Santos
Bacharel em Gestão do Agronegócio

**Impactos na economia brasileira, pela substituição dos combustíveis
fósseis por etanol e biodiesel, no período de 2010 a 2030**

Orientador:
Prof. Dr. **JOAQUIM BENTO DE SOUZA FERREIRA FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Santos, Jeronimo Alves dos

Impactos na economia brasileira, pela substituição dos combustíveis fósseis por etanol e biodiesel, no período de 2010 a 2030 / Jeronimo Alves dos Santos.- - Piracicaba, 2013.

110 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Biocombustíveis 2. Biodiesel 3. Custo econômico 4. Efeito estufa 5. Etanol
6. Gases - Emissão 7. Impactos ambientais I. Título

CDD 333.7938
S237i

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida.

À Universidade de São Paulo e à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela oportunidade concedida.

Ao programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP, pela confiança e oportunidades.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, que em diferentes momentos, ao longo do doutorado financiaram esta pesquisa.

Ao Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas – PECEGE e seu coordenador Prof. Dr. Pedro V. Marques, pelas oportunidades concedidas e pelo meu aprendizado na orientação dos alunos e realização das pesquisas.

Ao Prof. Dr. Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho, por sua orientação, amizade e paciência.

Ao Prof. Dr. Mark Horridge pela contribuição metodológica na pesquisa.

Aos professores Dra. Sílvia H. G. de Miranda, Dra. Márcia A. D. de Moraes, Dr. Lucílio R. A. Alves pelas contribuições ao trabalho e seu enriquecimento.

Aos professores integrantes da banca examinadora e suas contribuições.

Aos amigos Alexandre, Fernanda e Ana Beatriz; Silas, Leila, Letícia e Cintia; Arlei, Bruno, Cassiano, Cláudio, Inocência, Luiza e Marlon.

À Maielli; os funcionários do Departamento e colegas da Pós-Graduação pela amizade.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha mãe Maria Alves e minha avó Albertina (em memória) que sempre acreditaram nos meus sonhos e foram fundamentais para que eu os alcançasse.

À minha esposa Priscila, pela força e compreensão em tudo que me propus a fazer.

“sede, portanto, prudentes como as serpentes e símplices como as pombas”

Jesus Cristo

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE QUADROS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Objetivos.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Os Programas de Biocombustíveis no Brasil – Etanol.....	27
2.2 Os Programas de Biocombustíveis no Brasil – Biodiesel.....	30
2.3 Os Programas de Biocombustíveis no mundo.....	33
2.4 O Programa Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC.....	33
3 O PLANO NACIONAL DE ENERGIA - PNE 2030.....	39
4 METODOLOGIA.....	43
4.1 Modelo TERM-BR	43
4.2 Modelo de Emissões e o TERM-BR.....	49
4.3 Base de Dados.....	50
4.4 Atualização da base de dados de 2005 para 2010.....	52
4.5 Principais Setores Relacionados ao Etanol e Biodiesel em 2010.....	53
4.6 Participação dos Produtos Relacionados ao Etanol e Biodiesel em cada região em 2010.....	57
4.7 A Matriz de Emissões Brasileira na Indústria e Demanda Final por Fonte Emissora em 2010.....	61
4.8 A Matriz de Emissões Brasileira por Região por Fonte de Combustível e Atividade em 2010.....	64
4.9 Fechamento Macroeconômico Utilizado.....	66
4.10 Cenário Simulado.....	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
5.1 Análise Econômica.....	69
5.2 Análise das Emissões.....	80
6 CONCLUSÕES.....	89

8		
REFERÊNCIAS		91
ANEXOS.....		99

RESUMO

Impactos na economia brasileira, pela substituição dos combustíveis fósseis por etanol e biodiesel, no período de 2010 a 2030

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os impactos na economia brasileira, de uma ampliação na produção e uso de etanol e biodiesel, como substituição de parte dos combustíveis fósseis, no período de 2010 a 2030, com base no Plano Nacional de Energia - PNE 2030. Foi de particular interesse, analisar os impactos econômicos com ênfase nas análises regionais e nos impactos sobre as emissões de gases de efeito estufa. Para esse propósito, utilizou-se um Modelo Computável de Equilíbrio Geral (EGC), mais especificamente, um modelo estático, inter-regional, *bottom up*. Identificou-se que esses impactos promovem aumentos em quase todos os agregados macroeconômicos, em especial os choques causados pelo biodiesel. Os resultados mostraram-se relevantes para o desenvolvimento regional e independência energética do ponto de vista dos impactos sobre as emissões dos gases de efeito estufa. Foram observadas reduções das emissões dos principais combustíveis fósseis da matriz energética. Conclui-se que, tanto economicamente como ambientalmente, as políticas de inserção gradual dos biocombustíveis, podem surtir efeitos favoráveis no aumento da atividade da economia brasileira e na redução das emissões totais.

Palavras-chave: Biocombustíveis; Emissões de gases; Equilíbrio Geral; MIP; Inventário de emissões

ABSTRACT

Economic impacts of fossil fuels substitution by ethanol and biodiesel in the Brazilian economy in the period 2010 to 2030

This study aimed to analyze the impacts on the Brazilian economy of the expansion in the production and use of ethanol and biodiesel in substitution of part of fossil fuels between 2010 and 2030, based on the Plano Nacional de Energia – PNE 2030. Of particular interest was the analysis of regional impacts as well as of greenhouse gases emissions. A Computable General Equilibrium model of the Brazilian economy was used for this purpose. The model is static, inter-regional and bottom-up. Results showed that the impacts generated by the biofuels policies generate increases in the macroeconomic aggregates in the economy, especially in the case of the biodiesel policy, and are relevant from a greenhouse gases emissions standpoint. Reductions in the emissions associated to the main fossil fuels of the Brazilian energy matrix were observed. The study concludes that the policy of gradual insertion of biofuels in the Brazilian economy can generate both economic and environmental positive effects.

Keywords: Biofuels; Gas emissions; General equilibrium; MIP; Emissions inventory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução anual da produção, da demanda e da capacidade nominal de biodiesel	31
Figura 2 – Estrutura de produção TERM-BR.....	45
Figura 3 – Estrutura da demanda das famílias.....	46
Figura 4 – Esquema de origem dos fluxos para atendimento da demanda no TERM-BR.....	48
Figura 5 - Variação (%) do PIB real obtido a partir dos choques dos biocombustíveis.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Programas de Produção de Biocombustíveis no mundo.....	101
Quadro 2 – Cronologia dos principais eventos sobre mudanças climáticas – IPCC/ONU.....	103
Quadro 3 - Compatibilização dos dados do inventário de emissões de 2010 com os setores na Matriz de Insumo – Produto do Brasil de 2005...	104
Quadro 4 – Produtos, indústrias e demanda final do modelo.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil (ciclo Otto) por tipo de combustíveis valores atualizados até 06/2012.....	29
Tabela 2 - Resultados estimados em 2005 das emissões antrópicas dos gases de “efeito estufa” no Brasil.....	36
Tabela 3 - Potencial de Aquecimento Global equivalente CO2.....	37
Tabela 4 - Emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa no Brasil.....	38
Tabela 5 - Participação no Custo de Produção do biodiesel.....	51
Tabela 6 - Participação (%) dos Produtos nos Principais Setores Relacionados com etanol e biodiesel em 2010.....	55
Tabela 7 - Participação (%) de cada Região na Produção dos Produtos em 2010.....	59
Tabela 8 - Matriz de Emissões do Setor Produtivo e Demanda Final por Fonte Emissora (2010) – CO2 equivalente em Gg.....	63
Tabela 9 - Matriz de Emissões dos Estados por Fonte Emissora (2010) – CO2 equivalente em Gg.....	65
Tabela 10 - Efeitos nos Principais Agregados Macroeconômicos (Variação %).	69
Tabela 11 - Setores que Apresentaram maior Efeito Negativo no Nível Atividades e Estados Seleccionados (Variação %).....	73
Tabela 12 - Setores que Apresentaram maior Crescimento no Nível Atividades e Estados Seleccionados (Variação %).....	75
Tabela 13 - Efeitos sobre o nível de Emprego por Indústria (Variação %).....	77
Tabela 14 - Efeitos sobre o nível de Emprego por Estado (Variação %).....	78
Tabela 15 - Emissões totais por fonte (Variação %).....	80
Tabela 16 - Emissões por Setor de Atividade e Demanda Final (Variação %)....	82
Tabela 17 - Emissões por Estado (Variação %).....	84
Tabela 18 – Matriz de Emissões do Setor Produtivo e Demanda Final por Fonte Emissora (2005) – CO2 equivalente em Gg.....	107
Tabela 19 – Matriz de Emissões dos Estados por Fonte Emissora (2005) – CO2 equivalente em Gg.....	108
Tabela 20 – Emissões da indústria e Demanda final selecionada por Fonte	109

(Variação %)

Tabela 21 – Emissões dos Estados por Fonte (Variação %) 110

1 INTRODUÇÃO

As principais economias do mundo, juntamente com os países em desenvolvimento, têm levantado discussões sobre os efeitos da participação humana, no aumento das emissões de gases na atmosfera. Segundo Solomon et. al. (2007) os efeitos das emissões dos chamados gases do “efeito estufa”, têm colaborado para as intempéries climáticas, que podem intensificar os sinistros ambientais.

É importante salientar que é tangível a participação humana, no aumento das emissões pelas principais atividades na economia. Segundo Frondizi (2009) no período da revolução industrial até 2005, houve acréscimo do volume de emissões de 100 partes por milhão, período este, em que se observou aumento de 0,7 graus centígrados na temperatura média da terra. As atividades responsáveis por maior emissão de gases são: o transporte, indústria, mudança do uso da terra e agropecuária, que são também setores que mais contribuem para a atividade econômica.

Stern (2007) afirma que em termos globais, as tecnologias utilizadas até o momento, não possuem capacidade de manter uma atividade econômica, sem o incremento das emissões.

Algumas políticas foram estudadas e implementadas desde a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro. Na conferência participaram 175 países mais a União Européia, na determinação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), propondo-se convenções periódicas, para discutir as questões de problemas climáticos e mitigação¹ humana (BNDES, 1999; BRASIL, 2008).

Em consequência disso, no caso do Brasil, foi criada a lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, que vem ao encontro da apreensão do governo brasileiro, com relação às emissões e os possíveis impactos naturais, dada a necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico-social com práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases.

1 Mitigação – Intervenção antrópica para reduzir as emissões de GEE por fontes ou aumentar as remoções por sumidouro de CO₂ (FRONDIZI, 2009).

Segundo Melo, Mota e Lima (2008) os produtores agrícolas no Brasil têm sido incentivados a produzir matéria-prima para a fabricação de biocombustíveis renováveis, como o etanol e biodiesel. Por essa razão têm-se emergido alternativas complementares e substitutas, menos poluentes e renováveis. Esses biocombustíveis vêm sendo adicionados à matriz energética brasileira.

Atualmente o Brasil é um dos poucos países, que possui uma participação elevada das fontes de energia renovável em sua matriz energética, atendendo aproximadamente 44% da sua necessidade. Entre essas fontes renováveis encontram-se os produtos de cana-de-açúcar (15,70%), hidráulica (14,70%) e a lenha (9,70%) (EPE², 2012).

Dentro desse processo, foi fundamental o sucesso de alguns programas realizados no passado, que tiveram como um dos objetivos a diminuição da dependência de combustíveis fósseis, como o Programa Nacional do Alcool – ProAlcool (1975), Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL (1985), Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural – CONPET (1991), reciclagem, carvão vegetal renovável, projeto de co-geração e os mais recentes: o Programa Nacional de Produção e Uso de biodiesel – PNPB (2003), o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (2004) e a fabricação dos novos veículos com a tecnologia *flex-fuel*³ (2003) (BRASIL, 2008).

Diante dessas políticas, observa-se que o governo brasileiro demonstra preocupação, assim como o resto do mundo, quanto ao aumento das emissões dos gases gerados por atividades industriais, agropecuária e motores de combustão.

Em vista disso, o governo brasileiro tem proposto políticas que podem gerar redução das emissões, com o mínimo impacto negativo, no crescimento da atividade econômica. Esse é o caso do PNMC, que tem como meta a redução das emissões entre 36,10% a 38,90% até 2020, dentro da qual encontram-se políticas voltadas para os biocombustíveis, tendo como um dos seus objetivos, elevar a participação dos biocombustíveis, na matriz energética brasileira.

Nesse mesmo enfoque, o governo brasileiro realizou um estudo de planejamento, para a expansão da oferta e demanda de energia até 2030, chamado de Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030). Neste estudo propuseram cenários

2 Empresa de Pesquisa Energética

3 Permite o uso de qualquer mistura de etanol hidratado com gasolina, de 0 a 100% (KOHLEPP, 2010).

econômicos, sendo que um desses foi projetado para a expansão dos biocombustíveis até 2030, observando seus impactos socioambientais e econômicos.

Diante dos problemas associados às emissões dos gases do “efeito estufa” na atividade econômica brasileira, demonstrados pelas metas do PNMC e pelo estudo PNE 2030, será discutido neste trabalho, uma alternativa que concilie o crescimento da atividade econômica, com a possível redução das emissões dos gases de “efeito estufa”, com base no PNE 2030. Essa proposta será a substituição de parte dos combustíveis fósseis, pelos biocombustíveis com maior potencial de mercado e consumo no Brasil (etanol e biodiesel), além da possibilidade de manter uma atividade econômica diferenciada.

1.1 Objetivos

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar os impactos na economia brasileira, de uma ampliação na produção e uso de etanol e biodiesel, como substituição de parte dos combustíveis fósseis. Esses impactos terão como base o cenário projetado pelo Plano Nacional de Energia 2030. É de particular interesse analisar os impactos nos agregados econômicos, na atividade da economia e nos impactos sobre as emissões de gases de efeito estufa, com ênfase nas análises regionais projetadas para os períodos de 2010 a 2030.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No problema associado às emissões e no nível de atividade da economia, foi identificada uma gama de metodologias distintas, entre as quais se encontram os modelos de Insumo-Produto, Equilíbrio Geral Computável (EGC) e modelos estatísticos.

Tourinho et. al. (2003) analisou os principais impactos econômicos, tanto em nível macroeconômico como setorial, de uma política ambiental que visa à redução de emissões de CO₂ na economia brasileira. O primeiro passo foi adaptar o modelo EGC para inserir um vetor de intensidade de poluição, contendo coeficiente de poluições setoriais, visando determinar os volumes de poluição. Além disso, pressupuseram cenários para a economia brasileira, com aplicação de taxas sobre a quantidade de carbono emitida por setor. Esses autores concluíram que, se as políticas de taxar os setores fossem seguidas, haveria uma redução no nível de emissões de carbono no modelo e uma transferência de recursos de setores mais intensivos, em emissões para setores menos intensivos. Os níveis de preços seriam alterados, ter-se-ia uma queda no valor da renda das famílias, uma diminuição no valor do PIB para a economia e um aumento do investimento total.

Lopes (2003) utilizou um modelo de EGC multissetorial para a economia brasileira, denominado BR-Green. O principal objetivo foi analisar os impactos de uma taxação na emissão de gases de efeito estufa, sobre a economia brasileira. O cenário estudado foi realizado sobre projeção no período de 2002 a 2008. Os choques foram feitos sobre índices de inflação, produtividade do trabalho e crescimento natural da população. A pesquisa teve como pressuposição atribuir impostos nos combustíveis derivados de petróleo. Os resultados observados foram queda do PIB pela redução das atividades econômicas, diminuição da renda das famílias, redução das importações, aumento dos preços dos bens e serviços internos. Nesse trabalho observou-se que a redução das emissões através de taxação sobre os combustíveis fósseis, provocaria redução na atividade econômica.

Ferreira Filho e Rocha (2008) desenvolveram um modelo de EGC para economia brasileira, baseado no modelo MMRF-GREEN. Analisaram os impactos de adoção de uma política de impostos sobre as emissões no Brasil. Utilizaram como base de dados a matriz de insumo-produto – MIP e o inventário de emissões (organizada por tipo de gás e por setor emissor, parte organizada pelo consumo de

combustíveis e parte por nível de atividade). Dessa forma foi possível alocar as emissões a cada setor da MIP. A queima de combustíveis foi relacionada ao petróleo, gás, carvão mineral, gasolina, óleo combustível e outros produtos do refino. O setor emissor foi caracterizado como residencial (consumo das famílias e consumo do governo). Os resultados da pesquisa mostraram que é mais eficiente taxar os setores relacionados ao nível de atividades, do que taxar apenas os setores ligados ao uso de combustíveis. No entanto, observou-se ainda, com essa política: aumento nos preços dos alimentos, pecuária de corte como o setor da economia que mais emite CO₂ equivalente e o cenário da substituição do álcool/gasolina, não mostrou impactos relevantes para os setores relacionados na economia como um todo.

Silva e Gurgel (2012) realizaram um estudo que discute sobre metas setoriais brasileiras de quedas progressivas de emissões, que podem ter como consequência a redução do PIB em um período de longo prazo, assim como as políticas de redução das emissões podem gerar pequenos impactos negativos na economia, resultado esse devido à disponibilidade de fontes de energia limpa, na matriz energética brasileira.

Hilgemberg et. al. (2005) adaptou o modelo insumo-produto para quantificar as emissões do gás carbônico pelo uso do gás natural, álcool e derivados de petróleo. Esse estudo foi realizado para seis regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, São Paulo, resto do Sudeste e Sul), o objetivo foi identificar os setores-chave mais representativos nas emissões e os impactos sobre a produção e emprego, dada a restrição de emissões. Os resultados revelaram que a região Nordeste e Sul são as que mais contribuem para o aumento das emissões, dadas as variações do aumento da produção, para atender a demanda final. Esses resultados poderiam sugerir políticas de controle setorial, juntamente com cada combustível proposto pelo estudo. Dessa forma, essa pesquisa teve como contribuição, mapear o potencial de cada setor e de cada combustível para as emissões de gases. Conclui-se que esses resultados podem ajudar em políticas, para tomada de decisões no controle de emissões.

Cerri et. al. (2009) procurou atualizar as estimativas da emissão de gases do efeito estufa para o Brasil. Esses autores calcularam a contribuição das emissões do setor agropecuário e discutiu a mitigação brasileira para o problema das emissões. Segundo esses autores, as emissões de CO₂ aumentaram em 17% de 1994 a 2005.

Os mesmos, enfatizaram que o Brasil reduziu suas emissões a uma taxa maior que os países classificados no anexo I do protocolo de Kyoto. Observaram ainda que, além da preocupação com as reduções de emissões, o Brasil terá como meta a fixação de carbono pelo setor agropecuário.

Alcántara (2007) analisou a relação entre a estrutura produtiva da economia da Espanha e as emissões de CO₂. Essa pesquisa mostrou ainda que a base do estilo de vida e consumo da sociedade espanhola está diretamente ligada ao aumento das emissões. As principais conclusões mostraram que, se houvesse uma política de controle para os seis setores analisados, tanto no que diz respeito à produção, como quanto para a demanda final, a Espanha poderia chegar a uma redução de 80% de CO₂. No entanto, isso poderia afetar a economia, porém ressaltou-se que esse processo econômico, poderia ser substituído por outro tipo de oferta de insumos e outra forma de necessidade de demanda.

Cruz (2007) estudou as interações entre o consumo de energia, o meio ambiente e a atividade econômica através da análise de Insumo Produto. Investigou os fluxos energéticos e emissões de CO₂ na economia portuguesa, no ano de 1999. Um resultado importante obtido foi o de que a demanda indireta por combustíveis é responsável, por dois-terços do total das emissões produzidas pelos setores de bens e serviços. O autor chama a atenção à falta de percepção dos produtores, consumidores e responsáveis políticos pela emissão indireta. Esse trabalho concluiu, que nem sempre os setores com maior intensidade de utilização de energia, são, necessariamente, os maiores emissores.

Alcántara (2003) utilizou o método econométrico, com fontes de dados do World Resources Institute (1998) e do Banco Mundial (1999) para os anos de 1980, 1985, 1990 e 1995. Procurou medir as principais diferenças *per capita* de emissões de CO₂ em 103 países. As variáveis escolhidas no modelo foram: o índice de intensidade de carbono (CO₂), o total de energia, a população e o PIB. Esse autor concluiu que, quanto maior a intensidade energética de um país, mais eficiente se torna em relação ao meio ambiente e economia, porém quanto maior a renda, maior será a incidência de emissões.

Timilsina e Mevel (2011) desenvolveram um estudo que remete à discussão sobre o uso dos biocombustíveis, mudanças climáticas e mudanças no uso da terra. Neste estudo foi utilizado um modelo EGC dinâmico global, desenvolvido no Banco Mundial, ano base 2004. Esses autores analisaram os efeitos da expansão dos

biocombustíveis (com e sem desmatamento) nas emissões dos gases de efeito estufa, com a consolidação em 2020, das implementações das políticas de substituição dos combustíveis fósseis, pelos biocombustíveis nos países que adotaram essa meta. Na primeira análise, a pesquisa constatou que, com o desmatamento, haveria aumento dos gases de efeito estufa até 2043. No segundo caso, com apenas o uso de pastagens, a partir de 2021 já haveria redução líquida das emissões. Dessa forma, concluiu-se que o número de anos para obter redução das emissões, dependerá dos tipos das conversões de terra necessárias à expansão dos biocombustíveis. Portanto, é preciso desenvolver políticas coerentes, pois a expansão dos biocombustíveis pode atuar como um novo incentivo para o aumento do desmatamento e consequentes impactos ambientais.

Timilsina, Mevel e Shrestha (2011), utilizaram um modelo de equilíbrio geral computável, analisando os efeitos do aumento do preço do petróleo no mundo, em relação aos biocombustíveis. Esse estudo mostrou, que um aumento de 65% no preço do petróleo em 2020, a partir do nível de 2009, aumentaria a penetração mundial dos biocombustíveis em 5,4%. Se o preço do petróleo duplicasse esse percentual, aumentaria para 12,6%. Segundo os autores, a penetração dos biocombustíveis é altamente sensível ao aumento dos preços dos combustíveis fósseis. Os países que apresentaram níveis elevados de penetração dos biocombustíveis foram: Brasil, Índia, Malásia, Rússia e Estados Unidos. O estudo mostrou ainda, que nesse cenário, a produção agrícola agregada cai, no entanto é menor, pois os biocombustíveis compensam parcialmente os impactos negativos do preço do petróleo.

Podem-se citar também os trabalhos de Searchinger et. al. (2008), Börjesson (2009) e Lapola (2010) que analisaram o uso dos biocombustíveis e sua relação com as mudanças climáticas e mudanças no uso da terra. E ainda as pesquisas de Reis et. al. (1993), Fearnside (1995) e Fearnside (1999), que estudaram as questões das emissões relacionadas ao uso de florestas e desmatamentos. Os trabalhos de Goldemberg (2007), Macedo, et. al. (2008), Reijnders e Huijbregts (2008), Sanhueza (2009), Gnansounou, et. al. (2009) Galdos, et. al. (2013) analisam os biocombustíveis, sobre o foco de impactos ambientais e na substituição dos combustíveis fósseis.

Portanto, ao analisar as pesquisas acima, que realizaram estudos sobre os impactos da mitigação humana e o problema associado às emissões, este presente

trabalho também terá como contribuição, adaptar o EGC como ferramenta para desenvolver a pesquisa voltada às reduções das emissões através dos biocombustíveis.

2.1 Os programas de biocombustíveis no Brasil - Etanol

O Programa ProÁlcool foi lançado em novembro de 1975, para estimular a produção de etanol no mercado interno e também no consumo, como combustível automotivo (incentivando a substituição da gasolina pelo etanol). A política voltada para o etanol, passou pelas fases de implementação (1975-1978); viabilidade (devido a alta no preço do petróleo – 1973 e 1979); crise (estagnação – 1999-2000); redefinição e consolidação (a desregulamentação do setor e o advento do carro *flex-fuel* – após 2000) (FILHO e RAMOS, 2006; BRASIL, 2010 a).

De acordo com Macedo (2007), de 1975 a 2000 houve consideráveis avanços tecnológicos e estruturação na cadeia de produção da cana-de-açúcar e seus derivados. Dentre esses avanços podem-se citar:

- O desenvolvimento de novas variedades de cana;
- O uso integral da vinhaça na ferti-irrigação;
- Os controles biológicos na produção da cana, aperfeiçoamento do sistema de moagem;
- A tecnologia de fermentações do caldo;
- O aumento da produção de energia elétrica na indústria
- A venda do excedente de energia elétrica para concessionária;
- O armazenamento do álcool;
- O mapeamento do genoma da cana;
- As transformações genéticas;
- A mecanização da colheita;
- A otimização do corte, carregamento e transporte da cana;
- Os avanços em automação industrial;
- Os avanços no gerenciamento técnico agrícola e industrial; e
- A introdução dos motores *flex-fuel*.

Com esses avanços na cadeia da cana-de-açúcar, observou-se uma forte redução nos custos de produção, podendo competir com a gasolina sem necessidade de intervenção governamental, ou seja, o álcool de cana-de-açúcar é o

único biocombustível que não precisa ser subsidiado, para entrar no mercado internacional de carburantes (MACEDO, 2007; DIAS, 2007).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2012 b) o Brasil possui 397 usinas de cana-de-açúcar, destas, 290 são produtoras de açúcar e álcool, 94 produzem apenas álcool e 10, apenas açúcar. De acordo com um estudo elaborado pela EPE (2011), a capacidade instalada de produção de etanol em 2011, foi cerca de 44 bilhões de litros, sendo que a produção foi de aproximadamente 23 bilhões apenas, ou seja, o setor apresentou uma ociosidade de 41,7%. No entanto, a tendência no curto prazo é a redução dessa capacidade ociosa, trazendo novas necessidades de investimentos.

Essa necessidade se torna visível quando vem de encontro com a demanda compulsória estabelecida através da Lei 10.696, de 2 de julho de 2003 (previu-se adição de 20 a 25% de etanol anidro à gasolina). Paralelamente, nesse contexto, encontra-se a nova tendência de produção de etanol, motivada pela demanda crescente derivada da produção de veículos denominados *flex-fuel*. (FIGUEIRA e BURNQUIST, 2005; KOHLHEPP, 2010).

Na Tabela 1, está apresentada a evolução de licenciamento de carros a álcool, o *flex-fuel* e os movidos apenas a gasolina. No período de 2003 a 2011, a demanda pelos carros *flex-fuel* aumentou em mais de 5.800%, mais de 66% a.a, enquanto que os carros movidos apenas por gasolina tiveram uma redução de mais de 67% no período. Isso impacta diretamente no preço desse substituto direto da gasolina.

Tabela 1 - Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil (ciclo Otto) por tipo de combustíveis valores atualizados até 06/2012

ANO	ETANOL	FLEX FUEL	GASOLINA	TOTAL
2001	18.335		1.412.420	1.430.755
2002	55.961		1.283.963	1.339.924
2003	36.380	48.178	1.152.463	1.237.021
2004	50.950	328.379	1.077.945	1.457.274
2005	32.357	812.104	697.004	1.541.465
2006	1.863	1.430.334	316.561	1.748.758
2007	107	2.003.090	245.660	2.248.857
2008	84	2.329.247	217.021	2.546.352
2009	70	2.652.298	221.709	2.874.077
2010	50	2.876.173	280.704	3.156.927
2011	51	2.848.071	376.998	3.225.120
2012	21	1.402.672	144.602	1.547.295

Fonte: ÚNICA/ANFAVEA (2012)

Figueira e Burnquist (2005) e Kohlhepp (2010) afirmam que, com esse novo comportamento do mercado, pode haver tendências ao aumento do preço do álcool hidratado para os próximos anos. Dessa forma, o mercado interno tem-se tornado o principal responsável, por dinamizar e fortalecer o setor sucroalcooleiro. A partir de 2008, o etanol representou mais da metade de todos os combustíveis para automóveis utilizados no Brasil.

Mori e Moraes (2007) e Kohlhepp (2010) afirmam que, com a inserção, no mercado nacional, de veículos *flex-fuel* e após a desregulamentação do mercado de etanol, esse combustível teve seu preço determinado pela lei de mercado. Nesse sentido, o preço do etanol tem sido sustentado pelo aumento da demanda interna, principalmente em períodos de entressafra.

No aspecto ambiental, o etanol de cana-de-açúcar pode reduzir em até 90% os gases responsáveis pelo efeito estufa, em substituição à gasolina (MACEDO, LEAL e SILVA, 2004; BRASIL, 2010 a). O estudo da EPE (2010) estimou que o etanol, em substituição à gasolina, pode gerar Contribuição para a Redução na Emissão - CREs na ordem de 1,230 ton⁴ CO₂eq/m³ a 2,716 ton CO₂eq/m³,

4 tonCO₂eq/m³ – Toneladas de CO₂ equivalentes por metros cúbicos.

dependendo do tipo do etanol (anidro/hidratado) e do tipo da gasolina a ser substituída (gasolina A⁵ ou C⁶).

Um estudo feito pela OCDE (2008) mostrou que o etanol proveniente da cana-de-açúcar, reduz as emissões de gases de efeito estufa entre 70 a 90% em todo o ciclo de produção, quando comparado a emissões provenientes de combustíveis fósseis. Os biocombustíveis produzidos a partir de trigo e açúcar de beterraba promovem redução de 60% das emissões de gases de efeito estufa e o etanol de milho, uma redução de 30%.

Segundo o Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - NAE (2005) e EPE (2008) em termos de eficiência energética, a cana-de-açúcar gera, aproximadamente, oito unidades de energia para cada unidade utilizada, ao passo que o milho (matéria-prima usada para produção do etanol nos EUA) essa proporção é de um por um, ou seja, uma unidade gerada para uma unidade utilizada em sua produção.

2.2 Os programas de biocombustíveis no Brasil - Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso do biodiesel - PNPB foi instituído em dezembro de 2004, através do Decreto de 23 de dezembro de 2003 e introduziu o biodiesel na matriz energética nacional, pela Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005. Tem como objetivos: ser sustentável técnica e economicamente, com políticas de inclusão social, desenvolvimento regional, geração de emprego e renda.

O programa abrange diversas alternativas de oleaginosas⁷, em todas as regiões do País, sendo determinadas, etapas obrigatórias de substituição de parte do diesel por biodiesel, sendo 2% (B2) a partir de janeiro até junho de 2008, 3% (B3) de julho de 2008 a junho de 2009, 4% (B4) de julho a dezembro de 2009 e 5% (B5) a partir de janeiro de 2010 (BRASIL, 2012 b). A antecipação do incremento gradual do biodiesel pelo Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, só foi possível devido à concretização de critérios pré-estabelecidos⁸.

5 Gasolina A é gasolina sem adição de etanol.

6 Gasolina C é gasolina com adição de 20 a 25% de etanol.

7 Exemplo de oleaginosas: Palma, Mamona, Soja, Algodão (caroço), Girassol e do Nabo forrageiro, além de gordura animal como sebo de boi.

8 Esses critérios seriam a disponibilidade de oferta de matéria-prima e a capacidade industrial para a produção do novo combustível; participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas; redução das desigualdades regionais; desempenho dos motores com a utilização do combustível; e políticas industriais e de inovação tecnológica.

Para atender a meta B2, estimou-se que seriam necessários 800 milhões de litros de biodiesel/ano, representando uma economia anual de diesel da ordem de US\$ 160 milhões. Em 2008, a produção chegou a aproximadamente 1,17 bilhões de litros e no ano de 2010 o volume consumido foi de 2,46 bilhões de litros. O uso desse combustível evitou um gasto adicional em divisas de US\$ 1,4 bilhão nesse ano (BRASIL, 2002; BRASIL, 2010b).

Na Figura 1 encontra-se a evolução anual da produção, da demanda e da capacidade nominal de biodiesel. Observou-se em 2011 o aumento em mais de seis bilhões de litros/ano da capacidade de produção, isso mostra que ela foi, aproximadamente, três vezes maior que o consumo de biodiesel observado nesse período (BRASIL, 2012c).

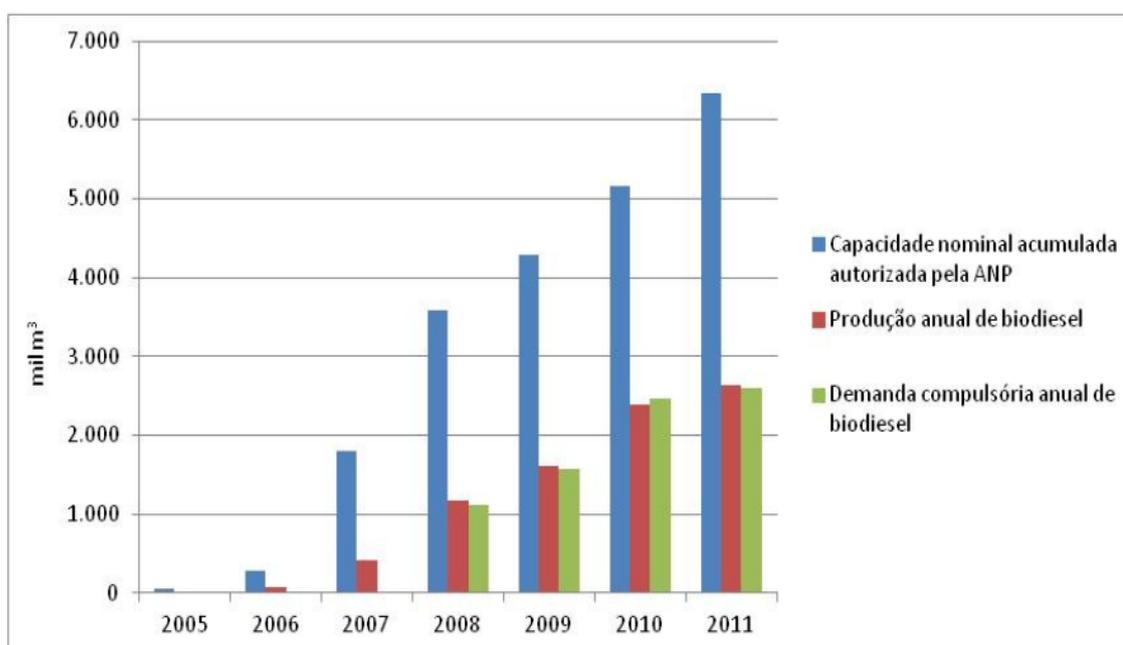


Figura 1 - Evolução anual da produção, da demanda e da capacidade nominal de biodiesel

Fonte: ANP (2012)

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2012), até agosto de 2012 foram autorizadas 64 plantas de biodiesel para operação, 61 para comercialização, 10 novas plantas de biodiesel autorizadas para construção e 8 para ampliação de capacidade. No total previsto serão 74 plantas de biodiesel em operação nos próximos anos, correspondendo a mais de 23 milhões de litros/dia. Dentro desse processo, encontram-se o aumento

do investimento e a produção do biodiesel, o que sugere tendências de aumento da ociosidade da indústria de biodiesel, pois o consumo compulsório não acompanha a capacidade de produção dessas usinas.

Desde o início da regulamentação do uso de biodiesel em 2008 até 2010, observou-se aumento de 106% na produção desse combustível, sendo o óleo de soja a principal matéria-prima utilizada, com cerca de 80% do total e o sebo bovino com aproximadamente 15% (ANP, 2012). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE (2006) e CÂMARA (2006), para fabricação do biodiesel, o custo dos óleos e gorduras ficam entre 70 a 80%, o metanol⁹/etanol, aproximadamente, 10% e a margem e agregação industrial ao restante.

Segundo Mendes e Costa (2010), o preço do biodiesel está altamente correlacionado aos preços do óleo de soja e do sebo de boi (salvo quando há grande competição entre produtores de biodiesel por excesso de capacidade), ou seja, por questões de disponibilidade de outras oleaginosas e até mesmo na escala de produção, o preço do biodiesel tende a oscilar fortemente de acordo com as matérias-primas que possuem maior participação em sua produção. Dessa forma, o preço do biodiesel sempre foi superior ao óleo diesel, portanto, menos competitivo.

Tendo em vista o processo de substituição gradual do biodiesel, algumas pesquisas têm discutido o efeito direto dessa política sobre questões ambientais. É o caso da pesquisa da EPE (2007), que chegou à conclusão de que o biodiesel pode gerar Contribuição para a Redução da Emissão - CREs na ordem de 1,22 ton CO₂eq /m³ a 2,76 ton CO₂eq /m³, dependendo da rota (etílica ou metílica) e do tipo de “óleo¹⁰” a ser utilizado. De acordo com Brasil¹¹ (2011), com o uso desse combustível são evitadas, aproximadamente, 2,5 ton CO₂eq /m³, além de outros benefícios, como a diversificação na matriz energética.

Um estudo da OCDE (2008) afirmou que a substituição do óleo diesel pelo biodiesel, pode reduzir as emissões dos gases do efeito estufa, entre 40 e 55%. Segundo o NAE (2005) em termos de eficiência energética, o biodiesel pode gerar de 1,4 (no caso da soja) a 5,6 (no caso da palma) unidades de energia para cada unidade utilizada, dependendo do tipo de oleaginosa utilizada para a sua produção.

9 A rota metílica em 2009 foi utilizada em 94,7% da produção de biodiesel (Boletins - ANP, 2008 - 2010).

10 Exemplo de óleos: Palma, Mamona, Soja, Algodão (caroço), Girassol e do Nabo forrageiro, além de gordura animal como sebo de boi.

11 Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (2010)

2.3 Os programas de biocombustíveis no mundo

Segundo Goldemberg (2007) e Gnansounou, et. al. (2009) uma das formas mais eficientes para o desenvolvimento sustentável, é aumentar a participação dos biocombustíveis na matriz mundial, que pode ter como resultado, maior segurança no fornecimento de energia em escala global, prolongar as reservas de combustíveis fósseis e reduzir as ameaças das alterações climáticas.

Seguindo essas diretrizes, são identificadas algumas políticas dos biocombustíveis em desenvolvimento no mundo, ou seja, são observados incentivos como na União Européia, que em 2005 foi substituído em 2% a demanda de combustíveis fósseis por biocombustíveis, em 2010 passou a utilizar 5,75% de etanol (extraído da beterraba) como combustível veicular e tem como meta substituir 10% dos combustíveis fósseis por etanol, a partir de 2020 (KOHLHEPP, 2010; BRASIL, 2009).

Os EUA propuseram uma meta de substituição de 20% de etanol na gasolina. Esse país produziu 34 bilhões de litros em 2008. No Japão, a partir de 2003, o governo permitiu a adição de 3% do etanol à gasolina, em caráter experimental e tem como meta aumentar a substituição em 10% até 2012. O governo chinês decretou em 2005 a Lei de Energias Renováveis, que estabeleceu a participação das mesmas, de 7% a 10% em sua matriz até 2020. Além desses países, existem vários outros tomando essas iniciativas como a Índia, Nigéria, Colômbia e Canadá (BRASIL, 2007; KOHLHEPP, 2010; BRASIL, 2009).

Também são identificados incentivos na produção e consumo de biodiesel que é o caso da Alemanha, onde já é permitido a utilização de B100. A Itália utiliza para aquecimento, B100 e para transportes, de B5 a B25. Na França, algumas frotas já utilizam a mistura de B5 a B30. Nos Estados Unidos o B100 já é permitido por lei. No Quadro 1 do Anexo, encontram-se mais detalhadamente os programas de biocombustíveis do mundo (INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI, 2008; BRASIL, 2011; BRASIL, 2012b).

2.4 O Programa Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC

De acordo com o IPCC/ONU (2007), desde 1750, os principais gases do “efeito estufa” são marcadamente resultantes da atividade humana e o aumento

desses gases, na atmosfera, ocorre principalmente, devido ao uso dos combustíveis fósseis, mudança no uso da terra e agricultura.

Em vista disso, a comunidade internacional procurou criar mecanismos que interferissem no aumento desses gases decorrentes das atividades humanas. Desde a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, foi proposta a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Nesta Convenção procurou-se buscar o combate eficiente e igualdade na distribuição das consequências das mudanças climáticas. Além disso, foram determinadas convenções periódicas (Conferências das Partes – COP) para discutir as questões de problemas climáticos e mitigação humana, conforme Quadro 2 do Anexo (BNDES, 1999; BRASIL, 2008; BRASIL, 2008; BRASIL, 2010b).

De acordo com Brasil (2008) e Brasil (2009), no Brasil foi criada a lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Essa política tem como objetivos:

- Fomentar o aumento de eficiência nos setores produtivos e melhores práticas destes;
- Manter elevada a participação dos combustíveis renováveis na matriz elétrica;
- Fomentar o aumento sustentável dos biocombustíveis na matriz de transportes nacional e com um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis;
- Reduzir o desmatamento;
- Eliminar a perda de cobertura florestal até 2015; e
- Fomentar pesquisas científicas que visem identificar os impactos ambientais das mudanças climáticas e minimizem seus custos socioeconômicos

De acordo com a Segunda Comunicação Nacional do Brasil (2010), para que sejam alcançados os objetivos do PNMC, o governo brasileiro determinou a adoção da meta de mitigação das emissões brasileiras, de redução de 36,10% a 38,90% de suas emissões, projetadas até 2020 (compromisso assumido em 2009 durante a COP 15 e COP/MOP5 realizadas em Copenhague, Dinamarca). As ações de mitigação propostas foram:

- Redução estimada de 564 milhões ton¹² CO₂eq do desmatamento na Amazônia;
- Redução estimada de 104 milhões ton CO₂eq do desmatamento no Cerrado;
- Redução estimada entre 83 e 104 milhões ton CO₂eq da recuperação de pastos;
- Redução estimada entre 18 e 22 milhões ton CO₂eq pela integração lavoura-pecuária;
- Redução estimada entre 16 e 20 milhões ton CO₂eq pelo plantio direto;
- Redução estimada entre 16 e 20 milhões ton CO₂eq pela fixação biológica de N₂;
- Redução estimada entre 12 e 15 milhões ton CO₂eq pela eficiência energética;
- Redução estimada entre 48 e 60 milhões ton CO₂eq pelo incremento do uso de biocombustíveis;
- Redução estimada entre 79 e 99 milhões ton CO₂eq pela expansão da oferta de energia por usinas hidrelétricas;
- Redução estimada entre 26 e 33 milhões ton CO₂eq pelas fontes alternativas de energia; e
- Redução estimada entre 8 e 10 milhões ton CO₂eq devido a Siderurgia (substituição do carvão do desmatamento por carvão de florestas plantadas).

Esse mesmo mecanismo definiu como parte primordial, a pesquisa e levantamento de dados que subsidiassem a Primeira Comunicação Nacional Brasileira à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, primeiramente criado para o ano base 1994, e percentual de crescimento em relação a 1990. Posteriormente, em 2011, foi concluída a Segunda Comunicação Nacional Brasileira à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, para o ano base 2000, e também apresentados valores referentes ao período de 1990 a 2005 (BRASIL, 2008; BRASIL, 2010b).

A Comunicação Nacional Brasileira é elaborada de acordo com as diretrizes das Comunicações Nacionais, dos países não listados no Anexo I da Convenção e das diretrizes metodológicas do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima

¹² ton CO₂eq – Toneladas de CO₂ equivalentes.

(IPCC). Esse é um dos principais compromissos dos países signatários da Convenção de Mudança do Clima das emissões antrópicas. Os gases do “efeito estufa” considerados no levantamento dos dados foram: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorcarbonos (HFCs); perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Foram estimados também os gases de “efeito estufa” indireto: óxidos de nitrogênio (NO_x), o monóxido de carbono (CO) e outros compostos. Os setores avaliados foram os de Energia, Processos Industriais, Uso de Solventes e Outros Produtos, Agropecuária, Mudança no Uso da Terra e Florestas e Tratamento de Resíduos (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; BRASIL, 2010b).

Dessa forma, na Tabela 2 encontram-se os resultados estimados em 2005 das emissões antrópicas dos gases no Brasil. As emissões totais de CO₂, CH₄ e N₂O entre 1990 e 2005, tiveram aumento de 65%, 37% e 45%, respectivamente (BRASIL, 2010b).

Tabela 2 - Resultados estimados em 2005 das emissões antrópicas dos gases de “efeito estufa” no Brasil

Gases	Gg*
CO ₂	1.637.905
CH ₄	18.107
N ₂ O	546
HFC-125	0,125
HFC-134a	2,28
HFC-143a	0,093
HFC152a	0,175
CF ₄	0,124
C ₂ F ₆	0,0104
SF ₆	0,0252

Fonte: Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (2010)

*Gg – mil toneladas

O setor Energia apresentou em 2005, 19% das emissões totais de CO₂, aumento de 74% em relação a 1990. O subsetor Transporte participou com 43% das emissões de CO₂ do setor Energia e com 8,1% do total das emissões de CO₂. O setor Processos Industriais representou 4% das emissões de CO₂, e de 1990 a

2005, teve acréscimo de 45%. O setor Mudança do Uso da Terra e Florestas participou com 77% das emissões totais de CO₂ em 2005. O setor Agropecuário foi o que mais emitiu CH₄, aproximadamente 71% em 2005. O setor Tratamento de Resíduos representou 9,6% do total das emissões de CH₄ em 2005. No setor Mudança do Uso da Terra e Florestas, as emissões representaram 17% do total de emissões de CH₄ em 2005. As emissões de N₂O foram predominantemente do setor Agropecuário, com 87% em 2005, emissões essas que aumentaram 43% entre 1990 e 2005 (BRASIL, 2010b).

Na Tabela 3 encontra-se o Potencial de Aquecimento Global dos gases responsáveis pelo “efeito estufa”. Nesta tabela pode-se observar o valor que cada unidade de gás representa, em unidade equivalente de gás carbônico.

Tabela 3 – Potencial de Aquecimento Global equivalente CO₂

Gases	GWP*
CO ₂	1,00
CH ₄	21,00
N ₂ O	310,00
HFC-125	2.800,00
HFC-23	11.700,00
HFC-134a	1.300,00
HFC-143a	3.800,00
HFC152a	140,00
CF ₄	6.500,00
C ₂ F ₆	9.200,00
SF ₆	23.900,00

Fonte: Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (2010)

**Global Warming Potential*¹³

Na Tabela 4 tem-se a evolução das emissões brasileiras, nos períodos de 1990, 1994, 2000 e 2005 e sua variação nesses períodos, com todos os gases do “efeito estufa” transformados em equivalente carbono pelo *GWP*.

¹³ Existem discussões sobre essa estimativa no enfoque de aquecimento global, clima e utilização de energia e seus efeitos. Dessa forma, há probabilidade de superestimação ou subestimação da redução das emissões de metano e gases industriais, o que poderia retirar o foco da necessidade de redução das emissões de CO₂ de origem fóssil e de controle de alguns gases industriais (BRASIL, 2010b).

Tabela 4 - Emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa no Brasil

Setor	1990	1994	2000	2005	Varição 1990/2005	Participação 1990	Participação 2005
	Gg CO ₂ eq				(%)		
Energia	214.922	256.389	328.089	362.032	68,45%	15,83%	16,48%
Processos Industriais	26.686	28.776	34.657	37.097	39,01%	1,97%	1,69%
Agricultura	342.073	373.491	396.171	480.945	40,60%	25,19%	21,89%
Mudanças no Uso da Terra e Florestas	746.429	789.534	1.246.968	1.267.889	69,86%	54,97%	57,71%
Tratamento de Resíduos	27.661	31.804	40.720	48.945	76,95%	2,04%	2,23%
Total	1.357.771	1.479.994	2.046.605	2.196.908	61,80%	100,00%	100,00%

Fonte: Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009)

Os resultados do Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa mostrou que, os setores Tratamentos de Resíduos, Energia e o setor Mudança do Uso da Terra e Florestas, foram os que tiveram maiores acréscimos de emissões, sendo que o setor Mudança do Uso da Terra e Florestas teve a maior participação das emissões em 2005.

O setor Agricultura foi o segundo maior emissor em 2005, com 21,90% das emissões. O setor de Energia praticamente manteve sua participação nas emissões de 1990 e 2005 em relação aos outros setores, no entanto, houve aumento de 68,45% de suas emissões, nesses últimos 15 anos, incremento esse que ficou bem acima do crescimento do PIB real, estimado em 46,70% nesse período (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA, 2012).

3 O PLANO NACIONAL DE ENERGIA - PNE 2030

Como os choques para o etanol e biodiesel realizados nessa pesquisa estão baseados nas projeções do PNE 2030, foi discutido neste capítulo, um breve resumo sobre este Plano Nacional de Energia.

Os estudos voltados ao Plano Nacional de Energia 2030 - (PNE 2030) foram desenvolvidos pela EPE coordenados pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético - SPE, do Ministério de Minas e Energia - MME, com o apoio do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL).

O PNE 2030 foi desenvolvido para formulação de estratégia, no cenário de longo prazo, com políticas voltadas à expansão de oferta e demanda de energia e o uso sustentável dos recursos, com ênfase das questões socioambientais. Tem como objetivo o planejamento setorial, com eficiência energética e inovação tecnológica.

Para que fosse possível fazer as projeções do PNE 2030, foi utilizada uma gama de programas de modelagem como o Modelo Integrado de Planejamento Energético – MIPE; o Modelo de Estimativa de Parâmetros demográficos - MEDEM; o Modelo de Projeção da Demanda Residencial de Energia - MSR; Modelo de Estudo do Refino-M-Ref; Modelo de Expansão de Longo Prazo – MELP e Modelo MESSAGE da Agência Nacional de Energia Atômica - AIEA.

Os cenários econômicos do PNE 2030 foram estabelecidos em quatro trajetórias, visando o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB, no período de 2005 a 2030. As trajetórias foram definidas como cenário A (PIB crescendo a 5,1% ao ano); cenário B1 (PIB crescendo a 4,1% ao ano); cenário B2 (PIB crescendo a 3,2% ao ano) e cenário C (PIB crescendo a 2,2% ao ano).

Cada cenário foi derivado das seguintes considerações:

- Formulação de cenários de longo prazo para as economias mundial e nacional;
- Premissas setoriais, demográficas e de conservação de energia;
- Recursos energéticos, envolvendo aspectos relacionados à tecnologia, preços, meio ambiente, avaliação econômica, expansão da oferta frente a uma evolução esperada da demanda; e
- Estudos de oferta e de demanda, aspectos de natureza política, estratégica, institucional e de segurança energética.

Dentre os quatro cenários projetados, o cenário B1 foi escolhido para definição das estratégias das projeções do sistema energético brasileiro. Nesse cenário consideraram-se:

- A ampliação na diversificação da matriz energética brasileira;
- O aumento da eletrificação;
- A substituição do óleo combustível pelo gás natural, principalmente na indústria;
- Uma maior penetração do etanol e biodiesel nos setores agropecuário e de transportes;
- O aumento do uso de carvão mineral na expansão do setor siderúrgico; e
- O baixo crescimento do consumo da lenha e carvão vegetal.

Incorporou-se ainda o potencial de inserção de tecnologias, como o etanol por hidrólise, gaseificação da biomassa, célula de combustíveis, energia eólica, energia solar, energia nuclear, utilização de hidrogênio, outras energias renováveis, novas tecnologias de transportes, aumento da produtividade agrícola e eficiência energética.

No cenário em questão, o PNE 2030 considerou que todos os combustíveis fósseis terão a taxa de crescimento inferior à expansão do PIB, com exceção do querosene, que crescerá a uma taxa de 4,7% a.a. A taxa de crescimento do óleo diesel será de 3,6% a.a. mesmo com a introdução do biodiesel e do H-Bio.

O cenário projetado para o biodiesel compreendeu os seguintes aspectos:

- A composição do biodiesel no óleo diesel estará acima da mistura B5, sendo projetado para B8 em 2020 e B12 em 2030, aumento de mais de 360% do seu consumo em relação a 2010;
- O biodiesel terá expansão de área para o plantio de oleaginosas de 1,09% em 2010 para 1,48% da área agrícola em 2030, incremento de 36%;
- O investimento total no setor passará de R\$ 3,2 bilhões em 2010 para R\$ 4,8 bilhões em 2030, aumento de 50%;
- A criação de empregos na sua cadeia produtiva, passará de 282 mil em 2010 para 1,301 milhão em 2030, crescimento de 361%; e
- Terá contribuição na redução de emissões na ordem de 24,10 mil toneladas de CO₂ equivalentes, no fim do período analisado.

A expansão da produção de etanol é justificada, pela competitividade da cana-de-açúcar para fins energéticos, além do aumento da biomassa para a geração de energia elétrica. A longo prazo, parte da biomassa será destinada à produção de etanol. Visualiza-se também redução das exportações de etanol e aumento do consumo interno, reduzindo o consumo da gasolina. A previsão de consumo interno de etanol para 2030 é de 52,5 bilhões de litros por ano, aumento de 200% em relação a 2010.

Dessa forma, o cenário para a expansão do etanol, foi considerado com os seguintes aspectos:

- O etanol terá expansão de área para o plantio de cana-de-açúcar de 1,03% em 2010 para 1,99% da área agrícola em 2030, crescimento de mais de 93%.
- O investimento no setor passará de R\$ 9,5 bilhões em 2010, com um forte crescimento em 2020 (R\$ 17,9 bilhões) e redução para 6 bilhões em 2030. Desses investimentos, cerca de 60% seriam na etapa industrial e o restante na etapa agrícola.
- A criação de empregos na sua cadeia produtiva passará de 1,347 milhão em 2005 para 2,968 milhões em 2030, crescimento de mais de 120%; e
- O etanol terá contribuição na redução de emissões na ordem de 186,40 mil toneladas de CO₂ equivalentes no fim período analisado.

Dessa forma a cana-de-açúcar e seus derivados passam a ser a segunda fonte de energia mais importante da Matriz Energética Brasileira, com 18,5% de participação.

Portanto o PNE 2030 incorpora em suas projeções as vantagens competitivas do agronegócio brasileiro. Essas vantagens se refletem diretamente na expansão da produção dos biocombustíveis, promovendo assim a diversificação da matriz energética, juntamente com o desenvolvimento socioambiental.

4 METODOLOGIA

Para os objetivos deste estudo, duas etapas foram fundamentais do ponto de vista metodológico. A primeira delas foi a preparação da base de dados a ser utilizada pelo modelo, que deverá contemplar os setores e produtos, foco deste estudo.

A segunda etapa importante foi criar o módulo teórico, que liga a economia às emissões de gases de efeito estufa e compatibilizar os dados do inventário de emissões com os setores da Matriz de Insumo-Produto do Brasil, a exemplo do que foi realizado por Ferreira FO. e Rocha (2008). Esta etapa não foi trivial, uma vez que as duas bases de dados se utilizam de classificações que não são diretamente compatíveis. Além disso, parte das emissões do inventário não são emissões vinculadas diretamente ao uso de produtos (como acontece, por exemplo, com as emissões associadas ao uso de combustíveis fósseis), mas ao nível de atividade de alguns setores, o que vai exigir um tratamento especial no modelo.

4.1 Modelo TERM-BR

Esta pesquisa foi realizada através do uso de um Modelo Computável de Equilíbrio Geral (EGC) da economia brasileira, desenvolvido para a análise específica. Esse método de análise vem sendo utilizado como ferramenta de decisões em âmbito tecnológico, científico, social, econômico e ambiental, para averiguar questões como impactos ambientais, impactos na renda de um país, choques econômicos, choques internos e externos na economia, problemas nos indicadores endógenos e exógenos na economia, políticas comerciais, políticas tributárias, etc.

Nesta pesquisa foi utilizado um modelo estático, inter-regional, *bottom up* da economia brasileira, baseado nas versões já desenvolvidas por Ferreira Filho e Horridge (2006a). Dessa forma utilizou-se um modelo que é baseado na economia australiana e adaptado para o Brasil, denominado TERM-BR. É um modelo estático tipo Johansen, que é um conjunto de equações descritas de forma linear, cuja solução é apresentada na forma de variação percentual.

Esse modelo permite que cada indústria possa produzir vários produtos, utilizando insumos (fonte doméstica ou importada) e fatores de produção como trabalho, capital e terra para produção de um produto final. Na Figura 2 são

apresentadas essas etapas de forma hierarquizadas, sendo otimizadas em diferentes níveis, no processo produtivo das firmas (SANTOS, 2006; FACHINELLO, 2008; MORAES, 2010).

A característica central de um modelo inter-regional *bottom-up* é o fato de que a economia é subdivida em regiões que são, de “*per se*”, economias individuais, interligadas entre si por matrizes de comércio. Estes modelos, apesar de serem mais exigentes em matéria de dados do que os modelos inter-regionais “*top down*”, permitem a análise de choques de política, que se originem ao nível das regiões individuais, o que é limitado no caso dos modelos “*top down*”. Propõe-se neste estudo, trabalhar com a desagregação da economia brasileira em 27 unidades regionais, seus 26 estados, mais o Distrito Federal.

A Figura 2 apresenta esquematicamente a estrutura de produção do modelo TERM-BR. Os bens e serviços (de cima para baixo) que a firma pode produzir são determinados por uma função *Constant Elasticity of Transformation* – CET.

Para o caso de multiprodução, as firmas produzirão mais, do produto que apresentar seu preço relativo mais elevado. Para a produção de bens é necessária a combinação de diversos insumos, guiados pela estrutura da função de produção Leontief (proporções fixas, ou seja, os fatores de produção são complementares na produção de bens e serviços).

No segundo nível da árvore de produção, os bens domésticos e importados são combinados na produção de um bem composto em proporções reguladas por uma função CES (Elasticidade de Substituição Constante) com uma elasticidade (elasticidade de Armington) específica para cada produto, ou seja, bens de diferentes origens são tratados como substitutos imperfeitos. Da mesma forma, os principais fatores como terra, trabalho e capital são combinados por uma função CES, com elasticidade específica para cada fator primário.

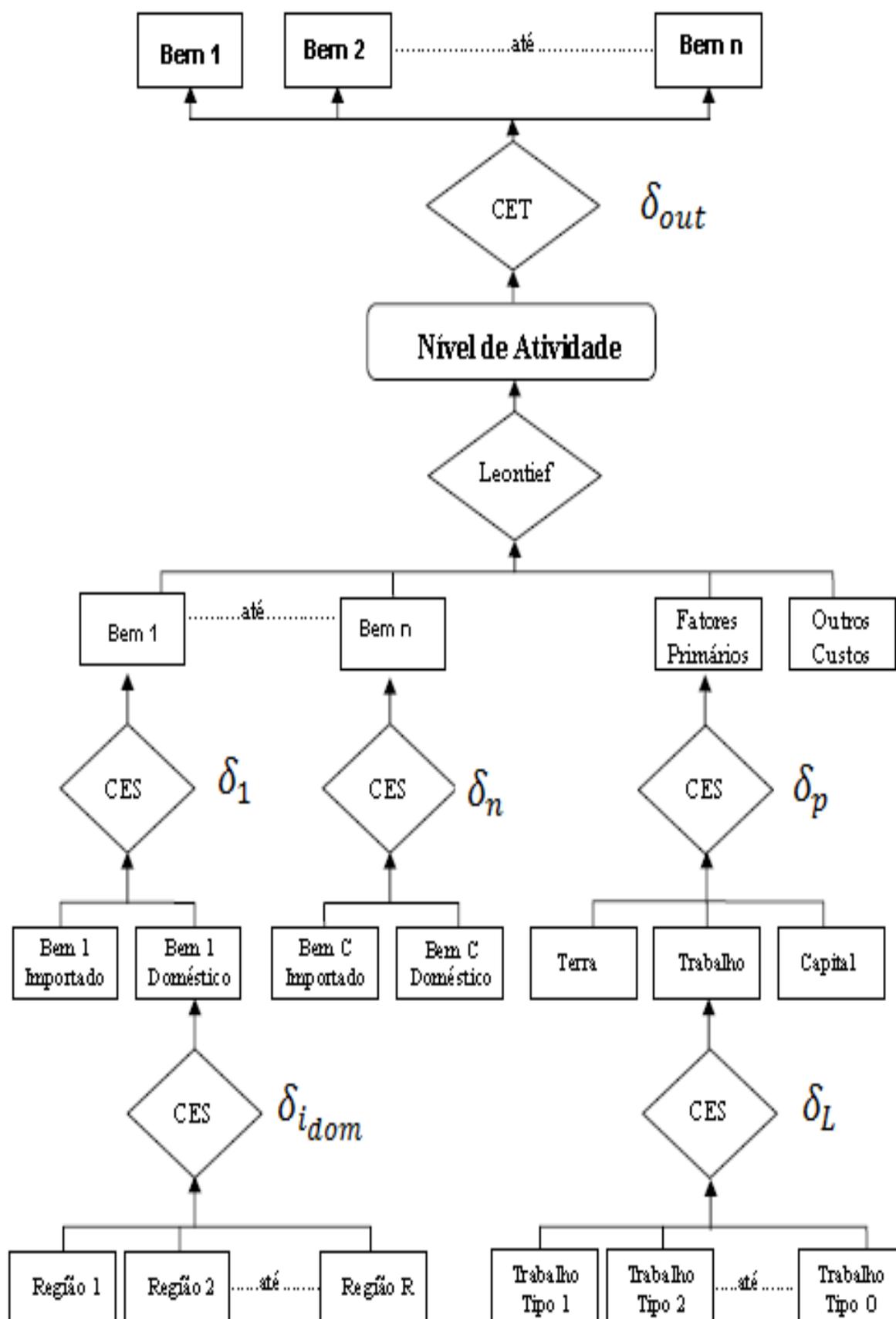


Figura 2 – Estrutura de produção TERM-BR

Fonte: Adaptado de Pambudi (2005)

Para produzir o fator primário composto, o valor dessas elasticidades é atribuído ao modelo na dimensão indústria, ou seja, cada indústria pode receber um valor particular de elasticidade (Ferreira Filho e Horridge, 2006a). No último nível, observa-se que o bem doméstico procede da combinação de diversas regiões, guiado por uma função CES, e o fator trabalho é definido como composto de diferentes níveis de ocupação, sendo agregado também por uma função CES.

Na demanda final da economia, encontram-se: governos, empresas (investimento), resto do mundo e famílias. A demanda por investimento e governo é determinada de forma exógena ao modelo e a demanda do resto do mundo é definida pelas exportações, através de uma função demanda de exportação com elasticidade específica.

A estrutura da árvore de decisão das famílias pode ser encontrada na Figura 3, onde se observa que as famílias otimizam o consumo em uma cesta de bens, com uma função de utilidade tipo Klein-Rubin (ou Stone-Geary), permitindo a desagregação de bens de subsistência e de luxo. A partir da maximização dessa função utilidade, é gerado um sistema de equações, denominado Sistema Linear de Dispendio (LES). Dessa forma, o gasto com cada bem é descrito como uma função linear de dispendio total e dos preços de todos os bens (SANTOS, 2006; FACHINELLO, 2008; MORAES, 2010).

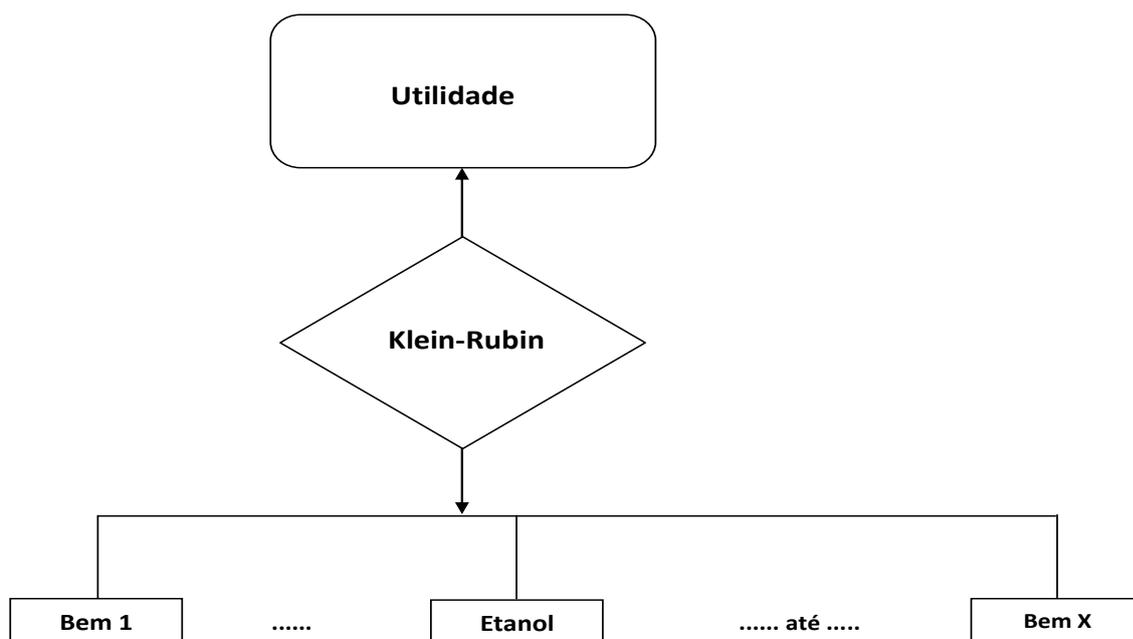


Figura 3 – Estrutura da demanda das famílias

Fonte: Adaptado de Santos (2006)

Finalmente, a modelagem do TERM que se refere à origem dos produtos nas regiões. Na figura 4, tem-se o exemplo ilustrado, ou seja, o usuário final, famílias, para o produto etanol e região do Rio de Janeiro. Vale ressaltar que esse é um exemplo que se aplica a todos os usuários, produtos e região, desde que esteja especificado no modelo.

São apresentadas de cima para baixo da figura, as diferentes formas de substituição do modelo, sendo para fontes importadas e domésticas (as regiões que podem ser fornecedoras de produtos domésticos). No exemplo da figura, observam-se as famílias do Rio de Janeiro, que podem escolher entre etanol importado ou produzido domesticamente (elasticidade associada a essa substituição é a elasticidade de Armington).

A composição do etanol doméstico, por sua vez, é uma combinação da sua produção nas regiões de origem, cuja produção é guiada por uma função CES, ou seja, a substituição dos bens das regiões de origem, que possuem custos relativos elevados, pelos que possuem custos relativos menores.

No terceiro nível tem-se a função Leontief, utilizada para combinação dos bens e serviços, ao mostrar a composição dos valores desses bens e serviços que resulta na agregação de três produtos etanol a preço básico, Margem de comércio e Margem de transporte.

O último nível mostra que, tanto os valores do etanol a preço básico, como da Margem de comércio, provêm das regiões de origem, enquanto que as Margens de transporte podem ser produzidas, parte nas regiões de origem e parte nas regiões de destino, sendo dessa forma, conduzidas por uma relação de substituição da função CES para todos os produtos (SANTOS, 2006; FACHINELLO, 2008).

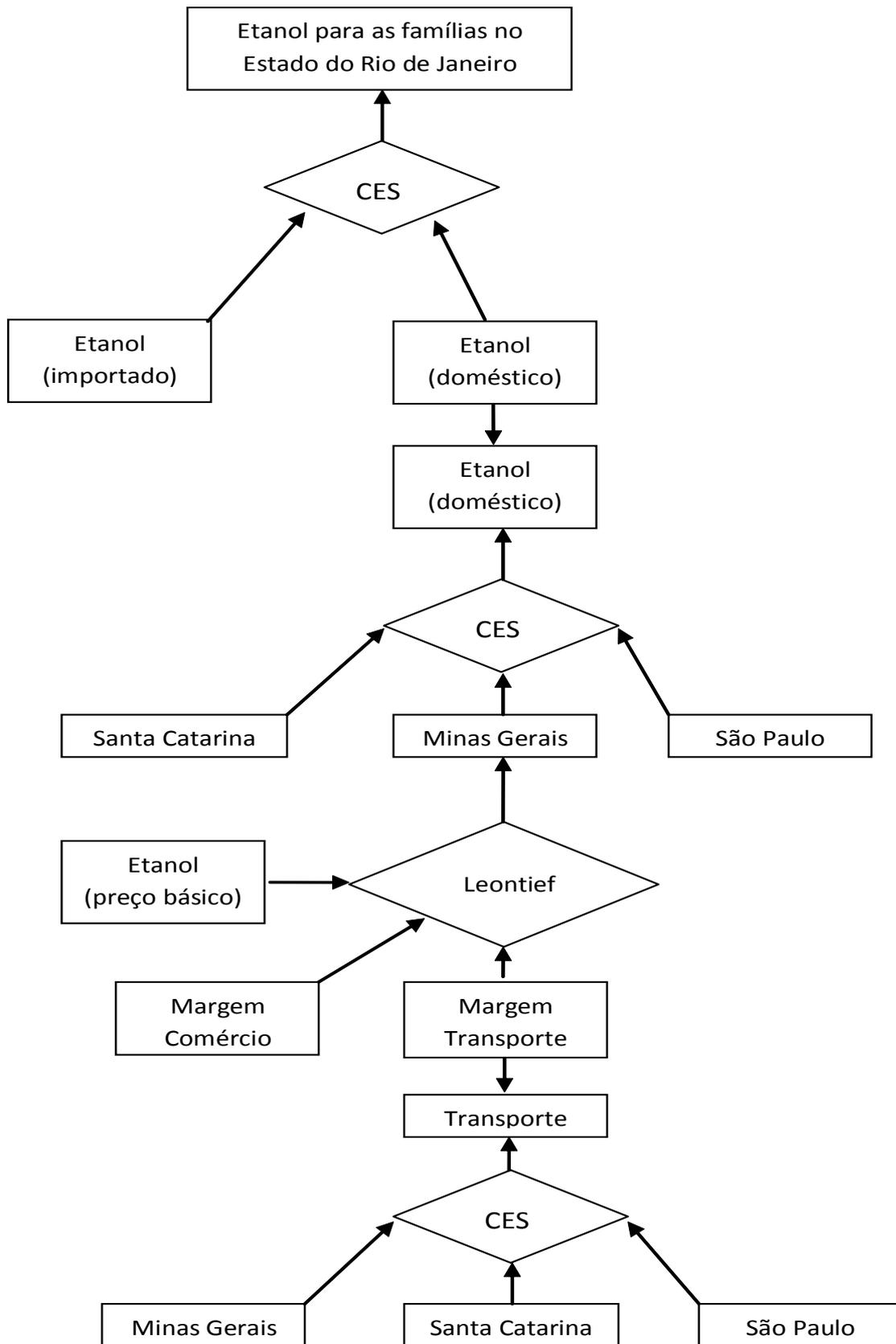


Figura 4 – Esquema de origem dos fluxos para atendimento da demanda no TERM-BR

Fonte: Adaptado de Santos (2006)

4.2 Modelo de emissões e o TERM-BR

A segunda parte da modelagem, foi criar o módulo de emissões dos gases vinculados, às emissões dos gases de “efeito estufa”, com as variáveis do modelo econômico, ou seja, os combustíveis, atividades e demanda final. Uma vez criado o módulo teórico que liga a economia às emissões de gases de efeito estufa, foram compatibilizados os dados do inventário de emissões, com os setores da MIP, a exemplo do que foi realizado por Ferreira Filho e Rocha (2008).

Para que fosse possível criar esse módulo, foi preciso organizar a Matriz de Emissões, a partir dos dados do Inventário Brasileiro de Emissões de 2005. Esse banco de dados está organizado pelo tipo de gás e setor de emissões. Essas emissões são em parte, vindas do uso de combustíveis e em parte do nível de atividade. O uso de combustível é intermediário no consumo das indústrias, enquanto o nível de atividade está relacionado à demanda do produto, na matriz de produção, para cada setor produtivo.

Conforme mencionado anteriormente, foram utilizados pesos equivalentes de carbono de cada gás, pelo uso do Potencial de Aquecimento Global (GWP). Essa adaptação consiste na transformação de todos os gases responsáveis pelo “efeito estufa”, para a unidade equivalente carbono (CO₂eq), o que foi fundamental para determinar o total de emissões associadas ao uso dos combustíveis e nível de atividade, para uma única referência de unidade.

As emissões pela queima de combustíveis foram associadas aos setores Extração de Petróleo e Gás, Carvão, Gasolina, Gasoálcool¹⁴, Óleo combustível, Óleo Diesel e Outros Produtos do Refino de Petróleo. As emissões por Atividade diferem no modelo, já que o nível de atividade é distinto para cada setor produtivo. Outro setor emissor analisado foi a demanda final, ou seja, o Consumo das Famílias e Consumo do Governo¹⁵.

As emissões relacionadas à Mudança do Uso da Terra e Florestas (57,71% das emissões totais de CO₂ equivalente em 2005) não foram contabilizadas no modelo, já que não estão associadas aos setores da MIP, com exceção das emissões associadas ao setor Silvicultura da MIP.

Tomando por base a matriz de 2005 desagregada, o primeiro passo foi distribuir as emissões de acordo com os produtos e setores da MIP, conforme sua

¹⁴ Gasoálcool é considerado pela mistura da gasolina automotiva com o etanol.

¹⁵ Nessa pesquisa o governo não é caracterizado como setor emissor.

origem (Consumo Intermediário e Atividade). Com essas identificações, as emissões ligadas ao uso dos combustíveis, foram distribuídas para cada setor, na proporção do uso de cada combustível, de acordo com a distribuição da MIP. As distribuições na MIP ligadas às emissões por atividades tiveram de ser alocadas por pesos associados ao nível de produção e utilização na MIP.

No Quadro 3 do Anexo, encontra-se a forma como foram compatibilizados os dados do inventário de emissões de 2010, com os setores da MIP de 2005. Esta etapa não foi trivial, uma vez que as duas bases de dados utilizam-se de classificações, que não são diretamente compatíveis. Além disso, parte das emissões do inventário não são emissões vinculadas diretamente ao uso de produtos (como acontece, por exemplo, com as emissões associadas ao uso de combustíveis fósseis).

4.3 Base de dados

A principal fonte de dados utilizada nesta pesquisa foi a Matriz de Insumo e Produto do Brasil de 2005, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizada para a calibração do modelo econômico. A partir dos dados da MIP e de um grande conjunto de outras informações (POF¹⁶, PNAD¹⁷, PAM¹⁸, PIA¹⁹, PAS²⁰), como as parcelas regionais de produção e consumo dos bens, exportações por portos, etc, foram criadas as bases de dados regionais que deram suporte ao modelo.

Para adaptar o Modelo Computável de Equilíbrio Geral (EGC) inter-regional *bottom-up* ao propósito da pesquisa, foi fundamental do ponto de vista metodológico, a preparação da base de dados utilizada pelo modelo, que contemplou os setores e produtos, foco deste estudo.

Foi preciso criar alguns produtos e setores na MIP de 2005 (originalmente com 110 produtos, 55 indústrias e sete usuários finais). Primeiramente, desagregaram-se os produtos sebo (do setor Abate de Carnes) e biodiesel (do setor Produtos químicos diversos) e, posteriormente, a indústria de biodiesel (do setor Refino de Petróleo e Coque).

16 Pesquisa de Orçamento Familiar - POF (para definir a demanda das famílias o perfil de consumo e preferências) (2002/2003).

17 Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (nessa base de dados obtêm-se a alocação da mão - de- obra entre os setores da MIP; distribuição entre unidades federativas e classes de ocupações) (2005).

18 Pesquisa Agrícola Municipal - PAM (2005)

19 Pesquisa Industrial Anual – PIA (2005)

20 Pesquisa Anual de Serviços – PAS (2005)

Ao desagregar os setores Sebo e Biodiesel considerou-se que a maior parte do biodiesel fabricado no Brasil, tem como principal matéria-prima a soja e o sebo (BRASIL, 2012b). Dessa forma, no consumo intermediário da produção de biodiesel, foi considerada a participação de 80% do óleo de soja e 20% de sebo na composição do principal insumo para produção desse biocombustível.

Além disso, houve também a distribuição desses insumos, relativamente aos outros insumos necessários na fabricação do biodiesel, bem como na determinação dos preços desses referidos produtos (VERGILI, 2011; SAKAMOTO, 2009; BRASIL, 2011; CEPEA, 2011).

No valor da produção da Indústria do biodiesel foi considerado seu preço de venda, de acordo com a média dos leilões da ANP em 2005 e sua quantidade vendida nesse período (BORGES, M.C. et. al., 2005).

Para modelar o processo de produção do biodiesel, foi necessário utilizar uma planilha de custo de produção, que foi disponibilizada pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP), por meio da qual, os insumos foram desagregados. Dessa forma, o consumo intermediário do biodiesel foi desagregado, para fazer o levantamento de seu custo, o que serviu como referência para essa indústria.

Na Tabela 5, encontram-se as especificações da participação dos custos de produção do biodiesel. Essa planilha de custo, teve como base, uma usina padrão de biodiesel em 2005, com capacidade de 100 mil toneladas por ano.

Tabela 5 - Participação no custo de produção do biodiesel

Descrição	Participação (%)
Óleo vegetal ou sebo	73,49%
Metanol	5,28%
Químicos	3,43%
Energia - Água- Utilidades	1,01%
CUSTOS FIXOS	2,97%
PIS/PASEP/CONFINS	7,10%
Margem Comércio	5,63%
Margem Transporte	1,09%
Total	100,00%

Fonte: Elaborada a partir dos dados da MIP e CEPEA (2010)

Algumas considerações são feitas a respeito dos dados dessa tabela. Observa-se que as matérias-primas, óleo vegetal e sebo, são os responsáveis pela

maior parte do custo de produção de biodiesel. Segundo Brasil (2012b), aproximadamente 100% da produção de biodiesel é fabricado utilizando a rota metílica, dessa forma, apenas a rota metílica foi considerada nessa análise. Os encargos trabalhistas e os custos fixos têm uma participação de cerca de 10% no custo de produção de biodiesel. E por último, as margens de comércio e transporte foram adicionadas nestes custos, baseadas nos pesos dos custos das margens dos setores de onde foi desagregada a indústria do biodiesel. A partir desses dados foi possível adicionar a Indústria do biodiesel na MIP de 2005.

Com essas modificações, juntamente com a agregação dos produtos e setores da MIP, a nova Matriz do modelo passou a ter dimensão para 41 produtos, 41 indústrias e quatro usuários finais (Ver Quadro 4 do Anexo). E por último, a base de dados da MIP foi atualizada para o ano de 2010, utilizando as principais variáveis macroeconômicas como consumo das famílias, consumo do governo, exportações e investimentos.

4.4 Atualização da base de dados de 2005 para 2010

Como o objetivo principal deste trabalho é analisar os impactos da substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis, no período de 2010 a 2030, foi necessária a atualização da base de dados da MIP e do Inventário de emissões do período de 2005 para 2010 (ano inicial das simulações). Essa atualização foi feita através do choque em algumas variáveis centrais, no modelo, como discutidas a seguir:

- O biodiesel foi adicionado ao óleo diesel na proporção de 5% (B5) (BRASIL, 2012b);
- Em consequência do aumento dos carros flex-fuel no mercado brasileiro, a demanda pelo etanol hidratado aumentou na ordem de 185,40% e redução do etanol anidro em 7,18% (BRASIL, 2012b);
- Redução de aproximadamente 30% do etanol exportado, em compensação um aumento de 12% na receita de exportação desse combustível (BRASIL, 2012b); e
- Considerou-se o aumento da produtividade da terra em 7,7% no período. No agregado econômico, em termos de crescimento real, houve aumento de 78% nos investimentos; 32,50% no consumo das famílias, 45,30% no

consumo do governo, 30,13% nas importações; redução de 15,10% nas exportações e aumento do PIB em 34,40% (IPEA, 2012).

Não foi considerada a existência de capacidade ociosa na economia brasileira. A modelagem não possui uma equação que identifica a capacidade ociosa de investimentos na economia, que é o caso observado para o etanol e biodiesel (EPE, 2011; BRASIL, 2012b);

4.5 Principais setores relacionados ao etanol e biodiesel em 2010

Com a atualização da MIP e do Inventário de emissões para o ano de 2010, encontrou-se uma nova estrutura para a economia e para a matriz brasileira de emissões. Para uma maior compreensão dessa base de dados, procurou-se colocar em destaque os principais produtos, indústria e demanda final que impactam diretamente a produção e demanda do etanol e biodiesel, na economia e na matriz brasileira de emissões.

Neste caso, optou-se por descrever a contribuição dos produtos agregados, que possuem maior participação nas indústrias selecionadas. Na Tabela 6 encontra-se a participação dos produtos, nos principais setores relacionados com etanol e biodiesel em 2010. Observa-se na primeira coluna, o setor produtivo Cana-de-Açúcar, onde, os produtos químicos inorgânicos se concentraram com mais de um-terço dos custos intermediários, seguidos pela indústria química e óleo diesel.

Da mesma forma, no setor produtivo Soja, os produtos químicos inorgânicos, indústria química e óleo diesel foram responsáveis por aproximadamente 61% do gasto intermediário deste setor. Outro setor da agropecuária selecionado foi o de Gado de Corte, sendo que os produtos alimentícios e bebidas foram os maiores responsáveis nos custos intermediários, enquanto que os produtos químicos inorgânicos, indústria química e óleo diesel, tiveram uma participação de um pouco mais de 20%.

No setor atividade Biodiesel, o óleo de soja correspondeu, aproximadamente, a 83% do seu custo intermediário, outros produtos do refino a 6,12% e o sebo a 5,37%. Na indústria do Óleo de Soja, o produto soja contribuiu com mais de 50% de seu custo intermediário. Na indústria do Sebo, a maior parte do seu custo intermediário, aproximadamente, 82%, está relacionado ao gado de corte, avicultura, outros animais e alimento/bebida. A cana-de-açúcar contribuiu com mais de 61% dos

custos intermediários de produção da indústria do Álcool; alimentos/bebidas participam com 13,11% e serviços com 6,41%.

Na indústria de Outros Produtos do Refino, as maiores participações de produtos intermediários consumidos, foram o da extração de petróleo e gás, com 45,84%, indústria química, com 25,45% e serviços com 5,67%. Transportes e serviços foram os produtos que mais contribuíram com as indústrias de Extração de Petróleo e Gás, Carvão e Outros Minerais. No caso dos setores produtivos como Óleo Diesel, Óleo Combustível e Gasolina, mais de 80% de seus custos intermediários foram atribuídos à extração do petróleo e gás. O produto biodiesel contribui com 5,10% dos custos intermediários da indústria do Óleo Diesel.

As maiores contribuições, nos custos intermediários do setor do Gasoálcool, vieram da gasolina (69,18%) e do álcool (17,04%), cujo percentual é resultado da composição desses combustíveis para essa indústria. No setor de Comércio, aproximadamente 60% dos seus recursos intermediários, vieram de serviços e transporte. No setor Transporte, há uma grande participação de transporte e serviços (38,73%), óleo diesel (26,26%), fabricação de máquinas e veículos (10,99%) e outros produtos do refino (8,14%), nos seus recursos intermediários.

Por último, os setores de Serviços e o Consumo das Famílias tiveram grande dependência de alimentos/bebidas, serviços e transporte com mais de 65% na participação dos seus custos intermediários. Quando se analisam essas principais indústrias, que estão diretamente relacionadas ao etanol e biodiesel, tem-se como foco, demonstrar os principais impactos nesses setores, quando forem simulados os choques dos biocombustíveis na economia e na matriz de emissões brasileiras.

Tabela 6 – Participação (%) dos produtos nos principais setores relacionados com etanol e biodiesel em 2010

(continua)

Produtos/Indústrias	3 CanaAcucar	4 Soja	7 GadoCorte	11 ExtPetrGas	13 CarvaoOut	16 OleoSoja	17 Sebo	21 OleoCombust	22 Gasolina
1 Arroz	0,00%	0,00%	0,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2 OutAgricolas	0,00%	0,00%	15,52%	0,00%	0,00%	1,18%	3,21%	0,00%	0,00%
3 CanaAcucar	4,20%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4 Soja	0,00%	16,32%	0,42%	0,00%	0,00%	50,44%	0,00%	0,00%	0,00%
5 Algodao	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	6,78%	0,00%	0,00%	0,00%
6 Silvicultura	0,00%	0,00%	0,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7 GadoCorte	0,00%	0,23%	4,99%	0,00%	0,00%	0,14%	38,59%	0,00%	0,00%
8 GadoLeite	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
9 OutAnimais	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	9,20%	0,00%	0,00%
10 Avicultura	0,00%	0,24%	6,56%	0,00%	0,00%	0,00%	22,16%	0,00%	0,00%
11 ExtPetrGas	0,00%	0,00%	0,00%	8,19%	0,00%	0,00%	0,00%	85,80%	82,73%
12 ExtratMiner	0,76%	0,69%	3,54%	0,00%	13,37%	0,01%	0,02%	0,04%	0,49%
13 CarvaoOut	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
14 FabMinNonMet	0,40%	0,35%	0,03%	2,07%	0,24%	0,00%	0,04%	0,00%	0,02%
15 AlimBebida	4,46%	4,18%	37,37%	0,00%	0,06%	2,70%	12,11%	0,00%	0,00%
16 OleoSoja	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,82%	2,38%	0,00%	0,00%
17 Sebo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18 IndTextil	0,65%	0,57%	0,55%	0,00%	5,77%	0,02%	0,00%	0,00%	0,01%
19 IndDiversas	2,81%	2,41%	0,60%	0,35%	8,20%	1,56%	0,98%	0,11%	0,14%
20 PapelGrafica	0,05%	0,04%	0,03%	0,04%	1,72%	0,80%	0,07%	0,03%	0,06%
21 OleoCombust	0,02%	0,02%	0,44%	0,08%	2,77%	0,78%	0,32%	0,00%	0,04%
22 Gasolina	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	3,39%	3,27%
23 Gasoolcool	0,52%	0,45%	0,47%	0,00%	0,04%	0,08%	0,05%	0,15%	0,15%
24 OleoDiesel	10,36%	9,00%	5,61%	3,49%	9,61%	0,74%	0,30%	0,11%	0,12%
25 Biodiesel	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
26 OutProdRefin	1,20%	1,04%	0,69%	0,00%	1,02%	0,06%	0,11%	0,14%	1,16%
27 Alcool	0,23%	0,20%	0,15%	0,04%	0,40%	0,00%	0,00%	0,80%	0,78%
28 ProdQuimInor	38,50%	33,21%	6,32%	1,25%	2,25%	0,50%	0,01%	0,24%	0,83%
29 IndQuimica	21,65%	18,71%	8,64%	1,45%	0,20%	0,22%	0,44%	0,44%	0,74%
30 OutQuimicos	0,00%	0,00%	0,00%	0,54%	3,65%	0,14%	0,06%	0,27%	0,39%
31 ConstCivil	0,00%	0,01%	0,00%	3,75%	0,01%	0,06%	0,08%	0,10%	0,10%
32 OutMetalurg	1,74%	1,51%	0,54%	9,91%	4,61%	1,13%	0,62%	0,50%	0,54%
33 Siderurgia	0,00%	0,00%	0,00%	0,47%	0,61%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
34 MetalurNFerr	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
35 FabMaqVeic	0,82%	0,71%	0,12%	5,83%	8,32%	0,65%	0,72%	0,74%	0,82%
36 MaterElectric	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	1,38%	0,01%	0,00%	0,03%	0,03%
37 FabEqElectric	0,07%	0,06%	0,07%	2,99%	1,38%	0,33%	0,28%	0,48%	0,47%
38 SIUP	1,64%	1,43%	1,51%	6,65%	6,41%	1,39%	2,26%	1,10%	1,29%
39 Comercio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,07%	0,00%	0,00%	0,00%
40 Transporte	4,87%	4,19%	1,15%	19,07%	13,56%	8,25%	3,24%	1,89%	1,95%
41 Servicos	5,04%	4,43%	3,13%	33,61%	11,82%	4,02%	2,76%	3,62%	3,88%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 6 – Participação (%) dos produtos nos principais setores relacionados com etanol e biodiesel em 2010

Produtos/Indústria	(conclusão)									
	23 Gasoolcool	24 OleoDiesel	25 Biodiesel	26 OutProdRefin	27 Alcool	39 Comercio	40 Transporte	41 Servicos	42 HOU	
1 Arroz	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2 OutAgricolas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,08%	0,00%	0,46%	2,08%
3 CanaAcucar	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	61,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4 Soja	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5 Algodao	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6 Silvicultura	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%
7 GadoCorte	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,01%	0,05%
8 GadoLeite	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,25%
9 OutAnimais	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,02%
10 Avicultura	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,10%	0,28%
11 ExtPetrGas	0,04%	80,94%	0,00%	45,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%
12 ExtratMiner	0,04%	0,04%	0,00%	0,33%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,02%	0,03%
13 CarvaoOut	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14 FabMinNonMet	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,34%	0,29%	0,00%	0,00%	0,46%	0,12%
15 AlimBebida	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	13,11%	0,98%	0,21%	8,06%	13,80%	
16 OleoSoja	0,00%	0,00%	83,02%	0,00%	1,12%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17 Sebo	0,00%	0,00%	5,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18 IndTextil	0,00%	0,00%	0,00%	0,18%	0,41%	1,37%	1,10%	1,14%	4,90%	
19 IndDiversas	0,11%	0,11%	0,00%	0,49%	1,90%	3,19%	5,74%	3,08%	2,80%	
20 PapelGrafica	0,03%	0,03%	0,00%	0,15%	0,49%	3,35%	0,75%	5,97%	1,62%	
21 OleoCombust	0,03%	0,00%	0,00%	0,19%	1,17%	0,00%	0,81%	0,00%	0,00%	
22 Gasolina	69,18%	3,33%	0,00%	1,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	
23 Gasoolcool	0,15%	0,15%	0,00%	0,18%	0,27%	2,53%	1,95%	1,46%	2,87%	
24 OleoDiesel	0,61%	0,11%	0,00%	0,22%	1,30%	3,31%	26,26%	0,61%	0,24%	
25 Biodiesel	0,00%	5,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
26 OutProdRefin	0,98%	0,14%	6,12%	5,33%	0,01%	0,60%	8,14%	0,27%	1,08%	
27 Alcool	17,04%	0,79%	0,00%	0,55%	0,02%	2,86%	0,33%	0,25%	1,06%	
28 ProdQuimInor	1,26%	0,23%	0,00%	2,49%	0,36%	0,04%	0,00%	0,45%	0,01%	
29 IndQuimica	1,72%	0,43%	0,00%	25,45%	0,13%	0,22%	0,24%	3,59%	4,63%	
30 OutQuimicos	0,28%	0,27%	3,88%	2,08%	0,32%	0,02%	0,00%	0,40%	0,05%	
31 ConstCivil	0,10%	0,10%	0,00%	0,16%	0,02%	0,37%	0,08%	4,23%	0,00%	
32 OutMetalurg	0,50%	0,49%	0,00%	0,80%	3,01%	0,73%	0,03%	0,70%	0,20%	
33 Siderurgia	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	
34 MetalurNFerr	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	
35 FabMaqVeic	0,75%	0,73%	0,00%	1,22%	3,71%	6,10%	10,99%	1,35%	4,42%	
36 MaterEletric	0,03%	0,03%	0,00%	0,02%	0,01%	0,41%	0,25%	1,08%	2,48%	
37 FabEqEletric	0,48%	0,47%	0,00%	0,35%	0,13%	0,88%	1,49%	1,21%	0,87%	
38 SIUP	1,11%	1,09%	0,97%	3,67%	1,96%	7,48%	2,87%	4,89%	3,94%	
39 Comercio	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	6,17%	0,02%	0,33%	0,00%	
40 Transporte	1,91%	1,86%	0,00%	2,53%	2,15%	16,22%	15,65%	3,51%	5,51%	
41 Servicos	3,65%	3,56%	0,64%	5,67%	6,41%	42,63%	23,08%	56,27%	46,66%	
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

4.6 Participação dos Produtos Relacionados ao Etanol e Biodiesel em cada Região em 2010

Como o TERM-BR é um modelo inter-regional, ou seja, permite a análise de choques de política, que se originem ao nível regional, é relevante a análise da participação dos biocombustíveis e dos produtos relacionadas em níveis regionais. Através dessa análise, objetivou-se explicar o comportamento de cada região, dadas as políticas dos biocombustíveis por estado.

Na Tabela 7, pode-se observar a participação de cada região, na fabricação dos produtos em 2010. Identificou-se que nenhum dos estados da região Norte são grandes produtores de combustíveis fósseis e de biocombustíveis. No entanto, algumas particularidades foram observadas, como o estado de Tocantins, representando mais de 90% da produção de biodiesel e o Amazonas, responsável por 100% da extração de petróleo e gás nessa região.

O Nordeste contribui com 18,02% da extração de petróleo e gás do país, sendo os estados do Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia os principais produtores dessa região. Aproximadamente 10% de todos os combustíveis fósseis vieram dessa região, sendo que a maior concentração dessa produção ficou no estado da Bahia, que também produziu a maior parte da soja e de óleo de soja do Nordeste.

Os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco e Bahia produziram mais de 85% do sebo e do gado de corte do Nordeste. Cerca de 90% da produção do biodiesel estava concentrada na Bahia e no Ceará, que em conjunto, produziram 6,92% de toda a produção brasileira. A região do Nordeste foi responsável por 11,37% da produção da cana-de-açúcar do país, sendo os estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas os que mais contribuíram, com 81,44% da produção da cana-de-açúcar na região; só o estado de Alagoas respondeu com 42,57% desse produto no Nordeste. Da mesma forma, não seria diferente para a produção do álcool, esses três estados corresponderam a mais de 60% da produção na região, sendo esta responsável por 6,14% de participação no país.

O estado de Minas Gerais foi responsável pela produção de mais de 5% de todos os combustíveis fósseis no país, sendo o óleo de soja (13,52%), soja (6,56%), gado de corte (9,64%), sebo (6,23%) e cana-de-açúcar (6,45%), além de ter sido responsável por mais de 6% da produção de álcool e 3,08% do biodiesel.

O estado do Rio de Janeiro contribuiu com mais de 68% da extração de petróleo e gás. Foi responsável por mais de 12% da produção de outros produtos do refino e 15,41% na produção do óleo combustível e ainda participou com mais de 17% na produção de óleo diesel, gasolina e gasoálcool. No entanto, não foi representativo na produção do biodiesel e álcool. O estado de São Paulo participou com mais de 60% da produção da cana-de-açúcar e álcool e foi responsável por mais de 40% da produção dos combustíveis fósseis, 13,50% do biodiesel e mais de 20% da produção do óleo de soja e sebo.

Os estados que compõem a região Sul são grandes produtores agrícolas, que se destacaram na produção de soja (26,13%), sendo que o estado do Paraná foi responsável por aproximadamente 75% da produção nessa região. Chamam a atenção na produção de carvão e outros produtos do minério, sendo responsáveis por 98,64% da produção nacional. No entanto, não foi representativa na extração de petróleo e gás. A região Sul contribuiu com mais de 25% da produção de outros produtos do refino e cerca de 20%, na produção do óleo combustível; participou com, aproximadamente, 17% na produção de óleo diesel, gasolina e gasoálcool. Essa região produziu mais de 30% da produção do óleo de soja e sebo, 6,63% da cana-de-açúcar, 28,26% do biodiesel e 6,99% do etanol. O estado do Rio Grande do Sul foi o responsável pela maior participação na produção de biodiesel, enquanto que o estado do Paraná, respondeu com quase 100% da produção do etanol nessa região.

Da mesma forma, a região Centro-Oeste foi grande produtora de produtos agrícolas, a maior produtora de soja (52,46%) e gado de corte (30,66%), onde se destacou o estado do Mato Grosso. Não foi uma região representativa na extração de petróleo e gás e produtora de combustíveis fósseis, mas foi grande produtora de biodiesel (42,83%) e álcool (12,68%). Foi responsável por mais de 10% da produção de cana-de-açúcar, de óleo de soja e sebo, sendo que o estado do Mato Grosso foi o maior produtor agrícola. Com essa análise regional espera-se demonstrar e fazer inferências dos impactos regionais relacionados às políticas dos biocombustíveis, quando forem simulados os choques na economia e na matriz de emissão brasileiras.

Tabela 7 – Participação (%) de cada região na produção dos produtos em 2010

(continua)

Produtos/Estados	1 Rondonia	2 Acre	3 Amazonas	4 Roraima	5 Para	6 Amapa	7 Tocantins	8 Maranhao	9 Piaui	10 Ceara	11 RGNorte	12 Paraiba	13 Pernambuco	14 Alagoas
1 Arroz	1,62%	0,27%	0,23%	1,10%	4,33%	0,05%	3,06%	5,58%	1,96%	0,76%	0,04%	0,07%	0,43%	0,07%
2 OutAgricolas	1,06%	0,29%	0,73%	0,12%	3,43%	0,18%	0,40%	1,08%	0,53%	2,15%	1,20%	0,81%	2,56%	1,02%
3 CanaAcucar	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,13%	0,00%	0,02%	0,51%	0,14%	0,01%	0,61%	1,12%	3,30%	4,84%
4 Soja	0,48%	0,00%	0,01%	0,07%	0,44%	0,00%	1,88%	1,93%	1,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%
5 Algodao	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,74%	0,16%	0,16%	0,15%	0,12%	0,03%	0,18%
6 Silvicultura	1,27%	0,37%	0,77%	0,24%	11,96%	0,70%	0,20%	3,14%	0,46%	0,56%	0,14%	0,04%	0,18%	0,29%
7 GadoCorte	4,84%	1,01%	0,58%	0,23%	7,93%	0,14%	3,45%	3,17%	2,13%	2,39%	0,89%	0,99%	2,11%	0,74%
8 GadoLeite	2,18%	0,42%	0,32%	0,04%	2,92%	0,02%	0,92%	1,61%	0,69%	2,31%	1,20%	0,84%	2,53%	1,18%
9 OutAnimais	0,95%	0,47%	0,89%	0,28%	3,10%	0,07%	0,70%	5,06%	4,11%	3,33%	0,53%	0,46%	1,32%	0,78%
10 Avicultura	0,45%	0,14%	0,72%	0,15%	1,34%	0,00%	0,39%	1,10%	1,05%	3,09%	1,28%	1,13%	3,32%	0,95%
11 ExtPetrGas	0,00%	0,00%	6,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	6,19%	0,02%	0,00%	0,17%
12 ExtratMiner	0,20%	0,22%	0,66%	0,40%	15,54%	0,07%	0,26%	2,26%	0,09%	0,49%	0,85%	0,64%	0,43%	0,29%
13 CarvaoOut	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%
14 FabMinNonMet	0,12%	0,03%	0,55%	0,01%	1,64%	0,02%	0,12%	0,30%	0,34%	1,02%	0,37%	1,42%	2,04%	0,69%
15 AlimBebida	0,48%	0,03%	1,10%	0,01%	0,84%	0,02%	0,30%	0,26%	0,32%	1,27%	0,49%	0,35%	2,33%	1,22%
16 OleoSoja	0,82%	0,00%	0,83%	0,03%	0,71%	0,03%	0,80%	0,01%	0,29%	3,46%	0,39%	0,48%	3,32%	0,41%
17 Sebo	0,44%	0,02%	0,91%	0,01%	0,69%	0,01%	0,90%	0,37%	0,28%	1,57%	0,35%	0,24%	1,50%	0,49%
18 IndTextil	0,24%	0,02%	0,09%	0,01%	0,30%	0,00%	0,08%	0,09%	0,16%	6,66%	1,79%	2,15%	1,05%	0,60%
19 IndDiversas	0,64%	0,07%	3,20%	0,03%	2,36%	0,36%	0,05%	0,24%	0,17%	0,71%	0,39%	0,26%	1,32%	0,57%
20 PapelGrafica	0,09%	0,02%	3,67%	0,04%	0,79%	0,01%	0,02%	0,25%	0,08%	0,71%	0,14%	0,40%	1,19%	0,40%
21 OleoCombust	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%	0,12%	0,00%	0,11%	0,10%	0,21%	0,81%	0,16%	0,32%	0,18%	0,47%
22 Gasolina	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,12%	0,00%	0,10%	0,10%	0,18%	0,72%	0,14%	0,28%	0,16%	0,11%
23 Gasoalcool	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%	0,12%	0,00%	0,10%	0,10%	0,18%	0,69%	0,14%	0,28%	0,17%	0,62%
24 OleoDiesel	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%	0,11%	0,00%	0,09%	0,10%	0,17%	0,69%	0,14%	0,27%	0,16%	0,61%
25 Biodiesel	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	3,45%	0,78%	0,00%	2,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%
26 OutProdRefin	0,00%	0,00%	0,33%	0,00%	0,20%	0,00%	0,06%	0,16%	0,12%	0,60%	0,09%	0,18%	0,78%	0,53%
27 Alcoool	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,23%	0,00%	0,02%	0,80%	0,21%	0,01%	0,48%	1,44%	1,97%	0,46%
28 ProdQuimInor	0,01%	0,00%	1,42%	0,00%	0,66%	0,00%	0,04%	0,51%	0,09%	1,11%	0,07%	0,15%	3,46%	0,77%
29 IndQuimica	0,00%	0,00%	0,41%	0,00%	0,19%	0,00%	0,01%	0,16%	0,03%	0,32%	0,02%	0,04%	1,01%	0,80%
30 OutQuimicos	0,00%	0,00%	0,35%	0,00%	0,15%	0,00%	0,01%	0,12%	0,02%	0,26%	0,02%	0,04%	0,84%	0,70%
31 ConstCivil	0,38%	0,28%	1,51%	0,21%	2,79%	0,30%	1,44%	1,49%	0,63%	1,82%	1,05%	0,66%	2,61%	0,61%
32 OutMetalurg	0,03%	0,01%	2,47%	0,00%	0,51%	0,00%	0,03%	0,15%	0,08%	0,63%	0,06%	0,09%	1,95%	0,42%
33 Siderurgia	0,03%	0,00%	0,75%	0,00%	4,84%	0,00%	0,00%	2,59%	0,00%	0,59%	0,00%	0,00%	1,26%	0,13%
34 MetalurNFerr	0,02%	0,00%	0,41%	0,00%	2,10%	0,00%	0,00%	1,36%	0,00%	0,28%	0,00%	0,00%	0,63%	0,11%
35 FabMaqVeic	0,01%	0,00%	3,37%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,01%	0,02%	0,37%	0,04%	0,02%	0,27%	0,44%
36 MaterEletric	0,01%	0,00%	35,41%	0,00%	0,03%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,22%	0,04%	0,02%	0,27%	0,47%
37 FabEqEletric	0,01%	0,00%	5,05%	0,00%	0,04%	0,00%	0,01%	0,02%	0,01%	0,71%	0,16%	0,05%	1,70%	0,47%
38 SIUP	0,94%	0,22%	2,18%	0,16%	2,26%	0,23%	0,50%	0,66%	0,52%	2,53%	0,76%	1,16%	4,07%	0,71%
39 Comercio	0,77%	0,21%	1,26%	0,13%	1,64%	0,48%	0,88%	1,45%	0,68%	2,21%	0,88%	0,77%	2,70%	0,52%
40 Transporte	0,27%	0,12%	1,51%	0,07%	1,82%	0,19%	0,15%	1,96%	0,44%	1,74%	0,79%	0,48%	2,34%	0,60%
41 Servicos	0,48%	0,15%	0,83%	0,10%	1,42%	0,14%	0,31%	0,88%	0,53%	2,09%	0,74%	0,69%	2,44%	0,65%

Tabela 7 – Participação (%) de cada região na produção dos produtos em 2010

Produtos /Estados	(conclusão)												
	15 Sergipe	16 Bahia	17 MinasG	18 EspSanto	19 RioJaneiro	20 SaoPaulo	21 Parana	22 StaCatari	23 RGSul	24 MtGrSul	25 MtGrosso	26 Goias	27 DF
1 Arroz	0,25%	0,62%	2,47%	0,15%	0,08%	0,89%	1,41%	8,31%	47,57%	1,79%	14,35%	2,54%	0,00%
2 OutAgrícolas	0,71%	9,39%	17,10%	4,40%	1,18%	14,44%	12,17%	6,66%	10,95%	1,02%	2,76%	3,97%	0,38%
3 CanaAcucar	0,27%	0,56%	6,45%	1,10%	1,18%	62,85%	6,62%	0,00%	0,01%	2,51%	3,43%	4,21%	0,00%
4 Soja	0,00%	5,23%	6,56%	0,00%	0,00%	3,58%	19,56%	1,31%	5,26%	7,52%	31,49%	13,07%	0,39%
5 Algodao	0,00%	14,00%	2,34%	0,00%	0,00%	3,18%	1,08%	0,00%	0,00%	2,61%	67,93%	7,15%	0,25%
6 Silvicultura	0,07%	13,27%	10,37%	2,35%	0,20%	11,02%	18,83%	10,45%	6,86%	2,73%	1,99%	1,79%	0,00%
7 GadoCorte	0,54%	8,00%	9,64%	0,94%	0,97%	5,91%	4,35%	1,46%	7,16%	10,35%	11,28%	8,98%	0,05%
8 GadoLeite	0,89%	4,02%	29,46%	1,63%	1,78%	7,23%	9,77%	5,52%	8,90%	1,59%	2,52%	9,62%	0,15%
9 OutAnimais	0,33%	6,10%	11,57%	0,91%	0,50%	5,09%	12,96%	17,36%	11,96%	2,54%	4,14%	4,49%	0,39%
10 Avicultura	0,73%	3,93%	10,88%	2,37%	1,13%	19,22%	13,52%	12,09%	10,95%	2,01%	2,36%	4,49%	1,55%
11 ExtPetrGas	5,44%	6,16%	4,58%	0,03%	68,05%	2,06%	0,46%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
12 ExtratMiner	0,06%	2,75%	36,55%	20,12%	2,48%	5,95%	1,73%	1,46%	1,27%	0,74%	0,70%	3,67%	0,04%
13 CarvaoOut	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,01%	72,55%	24,08%	0,00%	1,36%	0,00%	0,00%
14 FabMinNonMet	1,02%	1,44%	13,82%	3,78%	7,71%	41,84%	6,94%	5,82%	5,70%	0,49%	0,83%	1,17%	1,14%
15 AlimBebida	0,32%	2,24%	8,50%	0,65%	3,45%	34,83%	8,92%	7,86%	11,68%	2,57%	4,35%	4,94%	0,35%
16 OleoSoja	0,26%	5,80%	13,52%	0,61%	0,05%	21,64%	17,87%	3,87%	11,43%	3,84%	9,44%	0,12%	0,36%
17 Sebo	0,25%	1,78%	6,23%	0,49%	1,78%	23,40%	9,37%	15,29%	15,27%	2,08%	8,16%	7,55%	0,30%
18 IndTextil	0,80%	3,14%	7,35%	0,80%	3,20%	35,52%	5,03%	13,98%	14,04%	1,34%	0,45%	1,57%	0,03%
19 IndDiversas	0,18%	3,21%	5,58%	0,95%	3,09%	40,41%	12,84%	9,04%	11,82%	0,35%	1,46%	0,99%	0,14%
20 PapelGrafica	0,14%	2,36%	4,66%	2,86%	8,25%	53,09%	9,46%	5,53%	4,28%	0,21%	0,15%	0,85%	0,64%
21 OleoCombust	0,03%	9,78%	7,40%	0,23%	15,41%	43,08%	11,28%	0,12%	8,12%	0,47%	1,19%	0,67%	0,00%
22 Gasolina	0,03%	11,36%	6,95%	0,23%	17,67%	42,14%	10,13%	0,11%	7,33%	0,43%	0,98%	0,62%	0,00%
23 Gasoalcoo	0,04%	12,06%	6,72%	0,22%	18,26%	41,85%	9,71%	0,11%	7,08%	0,43%	0,93%	0,60%	0,00%
24 OleoDiesel	0,04%	12,04%	6,56%	0,22%	17,89%	42,25%	9,88%	0,11%	7,10%	0,43%	0,94%	0,59%	0,00%
25 Biodiesel	0,00%	3,96%	3,08%	0,00%	0,83%	13,50%	2,91%	0,00%	25,35%	0,32%	24,02%	18,48%	0,00%
26 OutProdRefin	0,14%	9,51%	5,96%	0,29%	12,65%	40,62%	6,63%	0,13%	19,02%	0,26%	0,77%	1,01%	0,03%
27 Alcool	0,26%	0,52%	6,18%	1,44%	0,82%	63,08%	6,97%	0,00%	0,02%	3,07%	4,62%	5,00%	0,00%
28 ProdQuimInor	0,61%	23,51%	12,44%	0,94%	2,38%	25,61%	11,27%	0,98%	7,70%	0,18%	1,23%	3,50%	0,14%
29 IndQuimica	0,16%	6,78%	2,64%	0,27%	14,25%	56,07%	2,53%	1,48%	11,60%	0,05%	0,32%	1,03%	0,04%
30 OutQuimicos	0,14%	5,11%	7,35%	0,22%	12,64%	65,70%	0,18%	1,44%	3,66%	0,04%	0,33%	0,89%	0,03%
31 ConstCivil	0,90%	6,21%	9,68%	2,65%	11,77%	27,73%	5,74%	3,85%	6,08%	1,17%	1,67%	3,28%	3,22%
32 OutMetalurg	0,38%	1,53%	19,06%	0,58%	4,54%	46,17%	5,24%	5,07%	8,63%	0,20%	0,34%	1,75%	0,42%
33 Siderurgia	0,00%	4,05%	32,67%	6,04%	18,36%	21,24%	0,67%	0,98%	4,58%	0,20%	0,09%	1,00%	0,06%
34 MetalurNFerr	0,00%	1,83%	18,06%	3,88%	3,47%	61,41%	1,17%	2,25%	2,42%	0,10%	0,05%	0,53%	0,03%
35 FabMaqVeic	0,06%	4,27%	10,35%	0,53%	5,42%	52,69%	8,27%	3,94%	9,30%	0,11%	0,02%	0,75%	0,07%
36 MaterEletric	0,02%	3,93%	2,66%	0,16%	1,21%	40,30%	6,91%	4,58%	4,03%	0,03%	0,02%	0,06%	0,04%
37 FabEqEletric	0,04%	3,48%	9,85%	0,29%	3,29%	55,08%	4,85%	8,92%	5,62%	0,44%	0,10%	0,20%	0,11%
38 SIUP	1,36%	5,73%	9,76%	1,23%	11,45%	28,96%	6,91%	5,20%	4,74%	1,01%	1,48%	3,13%	1,72%
39 Comercio	0,57%	3,74%	9,19%	1,96%	8,84%	34,14%	7,25%	4,62%	7,23%	1,28%	2,08%	2,93%	2,15%
40 Transporte	0,57%	3,50%	9,16%	3,24%	10,16%	35,90%	7,58%	4,38%	7,02%	0,93%	0,92%	1,91%	2,22%
41 Servicos	0,50%	3,93%	8,82%	1,42%	12,30%	38,57%	5,48%	3,12%	6,76%	0,87%	1,06%	2,28%	3,49%

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

4.7 A Matriz de Emissões Brasileira na Indústria e Demanda Final por Fonte Emissora em 2010

Sabemos que o modelo TERM-BR foi adaptado para analisar, além dos impactos econômicos, os impactos sobre emissões brasileiras. Da mesma forma que a MIP, a matriz de emissão foi atualizada também para 2010. Os resultados dessa atualização foram apresentados na Tabela 8, onde se encontra a Matriz de Emissões do setor produtivo e a demanda final por fonte emissora em 2010 (a base de dados de 2005 encontra-se na Tabela 18 do Anexo). Nesta tabela observa-se que mais de 60% das emissões no Brasil vieram da Atividade dos setores produtivos, seguidos pelas emissões totais do Óleo Diesel (13,92%) e Extração de Petróleo e Gás (11,63%).

O setor Gado de Corte foi o que teve a maior representatividade, com 35,09% de todas as emissões brasileiras; o setor Silvicultura foi o que apresentou reduções do total de emissões em 8,87% (-90.250,93 Gg equivalente CO₂), além de apresentar emissões relativamente pequenas, na utilização dos combustíveis, quando comparadas às emissões por seu nível de Atividade.

Os setores que tiveram maior participação nas emissões associadas à extração de petróleo e gás, foi o Óleo Diesel (37,23%), Outros Produtos do Refino (26,08%), Gasolina (17,53%) e Óleo Combustível (8,28%). O setor Siderurgia foi o que teve a maior participação das emissões por carvão e outros produtos do minério, com mais de 75%, enquanto que o setor de Extração de Minério com aproximadamente 10% do total de emissões.

Já os setores Sebo, Álcool e Biodiesel não foram significativos nas emissões totais, frente ao uso intermediário dos combustíveis e Atividade, no entanto, as emissões do setor Sebo e Álcool concentraram-se no uso do óleo combustível e óleo diesel, enquanto que as emissões do setor Biodiesel, concentraram-se em outros produtos do refino.

Os maiores responsáveis das emissões pelo uso do combustível gasolina são os setores produtivos Óleo Diesel, Outros produtos do Refino e Gasolina. Para as emissões relativas ao combustível gasoálcool²¹ observou que mais de 85% das emissões são provenientes do uso pelos setores Serviços e Famílias.

²¹ GasoÁlcool é considerado pela mistura da gasolina automotiva com o etanol

Os setores de Extração de Minério, Alimento/Bebidas, Fabricação de Máquinas e Veículos, Transportes e Serviços de Água e Esgoto são responsáveis por mais de 50% das emissões associadas ao óleo combustível. A maior parte das emissões pelo combustível óleo diesel é devido ao uso deste, nos setores Transporte (45,06%), Famílias (6,03%), Serviços (5,81%) e Comércio (5,71%).

Tabela 8 – Matriz de emissões do setor produtivo e demanda final por fonte emissora (2010) – CO2 equivalente em Gg

S. Produtivo-D. Final/F. Emissora	1 ExtPetrGas	2 CarvaoOut	3 Gasolina	4 Gasoalcool	5 OleoCombust	6 OleoDiesel	7 OutProdRefin	8 Nivel de Atividade	Total
1 Arroz	0,00	0,00	0,00	5,59	1,98	501,40	6,76	22.141,72	22.657,44
2 OutAgricolas	0,00	0,00	0,00	91,80	73,02	5.279,81	71,51	16.763,85	22.279,99
3 CanaAcucar	0,00	0,00	0,00	25,77	2,88	1.420,43	19,04	16.283,06	17.751,18
4 Soja	0,00	0,00	0,00	28,39	5,14	1.915,13	25,83	7.559,56	9.534,05
5 Algodao	0,00	0,00	0,00	8,16	2,07	473,54	6,38	7.102,58	7.592,73
6 Silvicultura	0,00	0,00	0,00	16,28	2,47	961,90	12,92	-91.215,95	-90.222,37
7 GadoCorte	0,00	0,00	0,00	45,21	242,45	2.194,46	31,20	354.085,19	356.598,50
8 GadoLeite	0,00	0,00	0,00	18,94	88,89	909,70	12,87	51.848,38	52.878,78
9 OutAnimais	0,00	0,00	0,00	7,44	39,84	359,45	5,12	40.338,81	40.750,66
10 Avicultura	0,00	0,00	0,00	29,32	143,93	1.200,55	17,18	14.247,24	15.638,22
11 ExtPetrGas	4.434,49	0,00	151,40	0,76	107,66	3.450,03	0,26	18.759,78	26.904,36
12 ExtratMiner	0,00	1.937,32	0,00	0,32	3.392,83	1.703,59	26,64	0,00	7.060,69
13 CarvaoOut	0,00	27,10	0,00	0,04	36,70	90,62	1,12	2.513,89	2.669,46
14 FabMinNonMet	60,69	375,55	24,25	2,13	529,01	1.259,22	53,98	24.974,00	27.278,83
15 AlimBebida	0,16	1,87	0,00	270,85	3.286,68	3.287,05	330,23	0,00	7.176,82
16 OleoSoja	0,01	0,03	0,00	13,16	554,66	374,60	3,54	0,00	946,01
17 sebo	0,00	0,00	0,00	0,09	3,03	2,06	0,09	0,00	5,26
18 IndTextil	0,00	0,18	0,00	91,94	891,48	1.099,57	844,92	0,00	2.928,08
19 IndDiversas	0,04	2,39	0,00	121,23	2.312,16	2.314,76	5.674,47	0,00	10.425,05
20 PapelGrafica	0,00	307,00	0,01	386,76	556,93	145,12	608,45	0,00	2.004,26
21 OleoCombust	9.793,44	0,00	705,81	15,27	0,00	24,11	3,38	0,00	10.542,02
22 Gasolina	20.715,34	5,01	1.489,08	33,23	24,83	54,00	61,03	0,00	22.382,53
23 Gasoalcool	16,17	0,00	1,60	56,01	28,32	442,21	82,50	0,00	626,80
24 OleoDiesel	44.040,71	0,00	3.302,58	74,53	0,00	113,12	15,82	0,00	47.546,76
25 biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,83	0,00	29,83
26 OutProdRefin	30.834,79	7,58	2.215,02	100,98	330,77	273,98	761,83	0,00	34.524,96
27 Alcool	0,00	0,00	0,00	35,65	589,09	469,33	0,33	0,00	1.094,40
28 ProdQuimInor	59,84	220,72	0,00	1,80	1.134,47	135,79	2.244,57	0,00	3.797,19
29 IndQuimica	68,59	170,63	5,92	246,31	1.036,18	360,68	2.486,19	11.209,91	15.584,41
30 OutQuimicos	119,19	23,13	47,83	4,33	115,43	20,23	668,29	4.672,03	5.670,45
31 ConstCivil	2,78	330,74	1,01	260,74	876,41	9.276,16	463,73	0,00	11.211,58
32 OutMetalurg	0,01	23,87	0,00	87,50	1.559,32	482,16	469,21	0,00	2.622,08
33 Siderurgia	0,33	20.855,24	0,00	18,05	2.265,14	413,57	900,98	50.330,46	74.783,75
34 MetalurNFerr	0,00	0,05	0,00	45,98	780,41	412,92	78,22	3.736,19	5.053,77
35 FabMqVeic	1,39	61,17	0,41	201,13	3.104,48	2.851,00	918,74	4.077,73	11.216,04
36 MaterEletric	0,00	0,04	0,00	279,00	73,50	3.307,97	267,08	0,00	3.927,59
37 FabEqEletric	0,00	0,62	0,00	65,63	331,72	542,39	1.150,60	0,00	2.090,95
38 SIUP	7.765,86	0,00	0,00	993,80	3.226,46	4.839,06	1,20	56.088,15	72.914,54
39 Comercio	0,09	3,50	0,00	2.102,77	10,90	8.078,69	168,63	0,00	10.364,59
40 Transporte	0,00	0,00	0,00	1.661,93	2.763,85	63.785,14	2.290,67	0,00	70.501,58
41 Servicos	322,37	18,42	144,95	7.178,89	70,47	8.218,44	426,19	0,00	16.379,72
42 HOU	0,00	0,00	0,00	35.360,93	0,00	8.535,19	4.310,58	0,00	48.206,70
43 GOV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	118.236,29	24.372,16	8.089,86	49.988,62	30.595,56	141.579,10	25.552,08	615.516,58	1.013.930,26

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

4.8 A Matriz de Emissões Brasileira por Região, por Fonte de Combustíveis e Atividade em 2010

A Tabela 9 apresenta a matriz de emissões dos estados, por fonte emissora em 2010 (a base de dados de 2005 encontra-se na Tabela 19 do Anexo). Nessa matriz, observa-se o estado de São Paulo como o maior emissor, cujo estado foi responsável por 22,49% das emissões totais brasileiras. Participou com a maior parte das emissões associadas por nível de atividade e por quase todos os tipos de combustível, ou seja, foi responsável por mais de 13% das emissões associadas por atividade, por quase 40% das emissões associadas ao uso da extração de petróleo e gás, 18,93% por carvão e outros produtos do minério, 41,59% da gasolina, aproximadamente 42% do gasoálcool, 34,12% do óleo combustível, quase 32% do óleo diesel e 43,34% de outros produtos do refino.

Os estados do Rio de Janeiro e da Bahia participaram com cerca de 30% das emissões associadas à extração de petróleo e gás, gasolina e gasoálcool. Minas Gerais foi o estado que teve a maior participação nas emissões associadas ao carvão e outros produtos do minério, com 37,77%.

Mais de um terço das emissões associadas ao óleo combustível, óleo diesel e outros produtos do refino e mais de 40% das emissões associadas à extração de petróleo e gás, gasolina e gasoálcool foram emitidos pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. Das emissões por atividades, aproximadamente 37%, foram dos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás. Observa-se ainda que os estados da Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul foram os responsáveis por um terço de todas as emissões brasileiras.

De outro lado, encontram-se os estados que menos emitiram através de combustível e atividade. Desses, o estado do Amapá participou com apenas 0,038% de todas as emissões brasileiras, seguidos pelos estados de Roraima (0,126%), Acre (0,402%), Distrito Federal (0,490%), Alagoas (0,568%) e Sergipe (0,634%). Ao analisar as emissões por região, observa-se que a Região Norte foi a que apresentou a menor participação, com 8,17%, a Região Sudeste, de maior participação, com 45%, a Região Sul com 16,06%, o Centro-Oeste com 15,51% e o Nordeste com 15,26% do total das emissões brasileiras.

Tabela 9 – Matriz de emissões dos estados por fonte emissora (2010) – CO2 equivalente em Gg

Estado/F. Emissora	1 ExtPetrGas	2 CarvaoOut	3 Gasolina	4 Gasoalcool	5 OleoCombust	6 OleoDiesel	7 OutProdRefin	8 Nível de Atividade	Total
1 Rondonia	74,92	11,10	0,82	0,00	109,00	681,40	31,87	18599,08	19508,19
2 Acre	17,66	3,12	0,42	0,00	22,28	216,37	10,05	3995,63	4265,52
3 Amazonas	590,62	166,48	21,26	54,79	426,09	3678,82	637,98	6173,11	11749,14
4 Roraima	13,46	5,33	0,50	0,00	18,00	142,35	6,67	1423,08	1609,39
5 Para	309,81	1350,49	11,98	56,60	1188,67	3175,88	204,76	25108,21	31406,40
6 Amapa	18,34	2,21	0,23	0,00	30,29	246,94	12,38	75,01	385,40
7 Tocantins	145,56	4,99	8,31	51,54	56,41	528,89	26,16	13822,16	14644,01
8 Maranhao	161,71	561,33	9,30	48,20	286,69	2154,75	128,66	14343,70	17694,34
9 Piaui	236,94	4,62	14,97	94,87	69,21	674,22	39,66	10105,46	11239,96
10 Ceara	963,91	132,26	58,63	349,14	352,51	2348,87	268,70	13503,82	17977,83
11 RGNorte	489,09	15,09	22,47	68,77	143,95	1285,23	111,78	6563,11	8699,50
12 Paraiba	393,76	20,95	23,36	142,15	167,52	779,06	104,04	5577,86	7208,72
13 Pernambuco	501,03	273,48	16,93	84,95	553,86	3056,19	462,03	13960,08	18908,56
14 Alagoas	213,20	12,31	10,51	55,66	206,31	929,97	132,65	4427,95	5988,54
15 Sergipe	386,10	11,46	12,08	18,25	144,15	960,13	87,21	4677,32	6296,72
16 Bahia	12650,13	884,97	890,98	5968,79	1210,02	5971,86	1540,31	32807,15	61924,22
17 MinasG	8209,22	9061,17	554,47	3399,10	4472,68	13661,38	2025,59	76178,48	117562,09
18 EspSanto	347,81	1706,70	22,09	101,43	1411,71	3982,37	317,59	8470,35	16360,06
19 RioJaneiro	22349,57	3604,84	1476,29	9157,89	1928,52	14042,69	1912,57	33522,36	87994,75
20 SaoPaulo	47276,64	4623,02	3363,44	20953,24	10422,52	45102,14	11060,39	84978,96	227780,35
21 Parana	11330,69	280,76	795,73	4842,66	2083,75	10573,48	1597,21	23355,34	54859,62
22 StaCatari	541,93	269,67	15,38	52,44	1419,69	6450,25	1340,24	18421,26	28510,85
23 RGSul	8249,74	977,91	586,47	3535,28	2299,00	9914,17	2685,74	53149,59	81397,90
24 MtGrSul	541,43	59,99	35,02	211,04	300,84	1772,62	110,80	39112,39	42144,13
25 MtGrosso	1173,50	37,99	79,22	451,68	450,10	3148,55	190,58	55516,76	61048,37
26 Goias	905,44	267,14	53,35	290,13	640,77	3642,05	380,51	45801,61	51981,00
27 DF	144,08	22,78	5,64	0,02	181,02	2458,48	125,92	1846,74	4784,69
Total	118236,29	24372,16	8089,86	49988,62	30595,57	141579,11	25552,09	615516,58	1013930,26

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

4.9 Fechamento Macroeconômico Utilizado

O fechamento do modelo está baseado no trabalho de Ferreira Filho e Rocha (2008) e consiste em um conjunto de variáveis, que serão consideradas exógenas e endógenas, no modelo de Equilíbrio Geral. Estão diretamente associadas ao horizonte de tempo da simulação, ou seja, esse fechamento pode ser de curto ou de longo prazo. Além disso, é necessário definir algumas variáveis exógenas, para que o sistema, no modelo, tenha solução (número de variáveis endógenas sejam iguais ao número de equações, para a existência de uma única solução), portanto, o TERM-BR depende das variáveis, que serão determinadas endogenamente.

O fechamento macroeconômico utilizado neste trabalho está baseado nas seguintes pressuposições:

- Estoque de capital da economia é endógeno (refletindo a capacidade de investimento da economia ao longo do tempo), ajustado para igualar a taxa de retorno de todas as atividades. De modo que, se aumenta a taxa de retorno de uma atividade, o estoque do capital também tem que se acumular, para que seja reduzida a taxa de retorno dessa atividade;
- O investimento por setor é proporcional à variação do estoque de capital;
- Consumo da família em termos reais é endógeno;
- Emprego agregado é fixo, salário real é ajustado entre os setores produtivos, para ratificar o emprego fixo do trabalho total; o trabalho tem seu deslocamento livre entre setores e regiões, sendo guiado pelo diferencial do salário real;
- O consumo do governo é endógeno, variando na proporção do consumo das famílias, em nível nacional e regional;
- A balança comercial, como parcela do PIB, é endógena;
- O deflator do PIB é o *numeraire*, de forma que todos os preços serão expressos em função do deflator do PIB.

Dessa forma, o fechamento proposto terá um horizonte de longo prazo, ou seja, um período de tempo para o capital ser acumulado e os salários reais se ajustarem.

4.10 Cenário Simulado

A simulação proposta, nesta pesquisa, foi baseada nas projeções do consumo do etanol carburante e do aumento da composição do biodiesel no óleo diesel, feitas pelos estudos do PNE – 2030 (2007) e das projeções da EPE (2007).

Dada a característica da simulação, optou-se neste trabalho por criar uma “linha de base”, apesar da característica estática do modelo. Nesta “linha de base” projetou-se o valor da economia inicial, sem a política dos biocombustíveis. Posteriormente, com base na primeira simulação, projetou-se a economia com a presença das políticas sobre os biocombustíveis. A estratégia de simulação utilizada foi descrita da seguinte forma:

- Na primeira simulação, definida como “linha de base”, foi proposto que as exportações e o PIB real crescessem aproximadamente 3,53% a.a. Crescimento natural da população em 0,613% a.a, aumento do emprego agregado em 1,32% a.a e aumento de 1,51% a.a na produtividade da terra de 2010 até o ano de 2030 (EPE, 2007; PNE, 2007; BRASIL, 2012c; IPEA, 2012);
- Na segunda simulação, foram adicionados os choques dos biocombustíveis aos choques propostos no primeiro cenário. Foram aplicados choques no aumento do consumo do etanol pelas famílias em 5,646% a.a (200% entre 2010 e 2030). Foram aplicados choques no aumento da substituição do diesel pelo biodiesel, cuja substituição teve aumento de 7,928% a.a (360% entre 2010 e 2030) do biodiesel.

Depois de realizados os choques, foram calculadas as diferenças entre a “linha de base” e a segunda simulação, conseguindo-se então isolar as contribuições dos biocombustíveis tanto nas análises sobre o foco econômico, como sobre o foco das emissões.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise Econômica

De acordo com as pressuposições e os choques simulados, foram observados seus efeitos nos agregados macroeconômicos. Na Tabela 10, encontram-se os efeitos nos principais agregados macroeconômicos, causados pelos choques do biodiesel e etanol.

Tabela 10 – Efeitos nos principais agregados macroeconômicos (Variação %)

	Sk Biodiesel ^{T22}	Sk Etanol.T ²³	Sk Total ²⁴
Indicadores Agregados			
PIB Real	0,023	0,010	0,033
Demanda Agregada			
Consumo Real das Famílias	0,023	0,010	0,033
Consumo Real do Governo	0,028	0,014	0,043
Investimento Real	0,086	0,023	0,108
Volume de Exportações	-0,298	-0,099	-0,397
Volume de Importações	-0,126	-0,114	-0,240
Mercado de Trabalho			
Salário Real Médio	0,071	0,029	0,101
Preços			
Índices de Preços ao Consumidor	-0,009	-0,003	-0,012
Índices de Preços das Exportações	-0,033	-0,017	-0,050

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Um ponto a considerar é o pequeno efeito observado desses choques na economia brasileira. De acordo com a base de dados inicial, a contribuição das indústrias de etanol e biodiesel, na economia brasileira, ficou em, aproximadamente, 0,625% do PIB. Neste caso, dado a participação dessas indústrias no PIB, os choques de 200% na demanda das famílias sobre o etanol e o aumento de 360% do biodiesel na economia, apresentaram uma pequena alteração no agregado.

De acordo com a Tabela 10, os choques sobre o aumento e substituição do biodiesel pelo produto de extração de petróleo e gás e do aumento na demanda das

22 Choques no aumento da substituição do diesel pelo biodiesel.

23 Choques devido ao aumento da demanda pelo álcool na substituição do gasoálcool.

24 Soma total do choques sobre o biodiesel e álcool.

famílias pelo Álcool, teve como resultado, variação positiva no PIB, consumo real das famílias, assim como do governo, investimento e salário real médio.

Observa-se que o consumo real das famílias e do governo acompanham a variação do PIB. A contribuição do choque do etanol para esses três agregados foi menor que o biodiesel. Essa maior contribuição do biodiesel em relação ao etanol é consequência da redução do nível de atividade industrial da gasolina e do gasoálcool ser maior que o aumento da indústria do álcool hidratado.

A contribuição do impacto do biodiesel para o investimento real e para salário real médio foi maior que do etanol. Como foi explicado no fechamento do modelo, o investimento está determinado pelo acúmulo de capital. O choque aplicado dos biocombustíveis no modelo, representou um acúmulo de capital maior para o biodiesel que para o etanol.

A indústria do etanol, embora tenha passado por várias fases desde 1975, é considerada como uma indústria consolidada no país e compete diretamente com a indústria da gasolina, seja por substituição nos carros *flex-fuel* ou na composição desses combustíveis. Diferente da indústria do biodiesel que foi introduzido no país a partir de 2005, e tem um mercado relativamente pequeno em relação ao mercado de Extração de Petróleo e Gás, o biodiesel contribui mais para a redução das importações do óleo diesel, que propriamente competitivo, de forma direta com os produtos do petróleo. Isso equivale dizer que a cadeia do biodiesel é relativamente nova e que precisa ser consolidada no país, ou seja, como pode ser constatado pelo modelo, o acúmulo de capital para o biodiesel foi maior que o acúmulo de capital para o etanol.

Para confirmar esse resultado, basta atentar para as projeções do PNE-2030, que têm como perspectiva o aumento do investimento na cadeia do biodiesel de 50% e no aumento de empregos em 361% entre 2010 e 2030. De acordo com o PNE-2030, o investimento na cadeia do etanol crescerá 88,42% entre 2010 e 2020 e terá uma forte redução de mais de 66% entre 2020 e 2030. A criação de empregos na sua cadeia produtiva terá crescimento de 120%.

Houve efeito positivo no salário real médio, que não está isolado das variações positivas do salário real médio dos choques sobre os biocombustíveis, ou seja, com o incremento da atividade industrial do etanol e biodiesel, o mercado tende a aumentar a demanda pelos fatores primários (mão-de-obra, terra e capital). Dessa forma, cresce a demanda por trabalho e, conseqüentemente, aumenta o

salário real, mesmo para aquelas indústrias que reduziram suas atividades na economia.

Por outro lado, encontram-se variações totais negativas no volume das exportações e importações. A redução do volume das exportações foi resultado do aumento do consumo doméstico pelas famílias e no caso do volume das importações, foi consequência da redução da importação dos produtos do petróleo. Foi observada ainda uma valorização cambial, ou seja, as exportações se reduziram mais que as importações, refletindo o encarecimento dos produtos domésticos.

Houve uma pequena variação negativa no índice de preços ao consumidor, ou seja, a política de ampliação dos biocombustíveis teve efeito de redução no índice de preços, dado o comportamento das outras atividades na economia brasileira.

A partir da soma dos choques, observa-se que as políticas tiveram reflexos positivos na economia, implicando aumento da renda agregada, consumo, investimentos e no salário real médio, porém houve queda no índice de preços ao consumidor. Esse resultado no agregado revela que a política dos biocombustíveis, pode ser um ponto positivo para o incremento da atividade econômica brasileira.

Ao analisar as variações dos efeitos macroeconômicos em níveis regionais, identificam-se algumas características de cada estado e sua relação com o biodiesel e etanol. Na Figura 5, encontra-se a variação percentual do PIB real, obtida a partir dos choques do biodiesel e do etanol. Observou-se que sete estados tiveram reduções do PIB real pelo choque associado ao biodiesel e sete pelo choque associado ao etanol. Na soma dos choques totais, apenas seis estados tiveram redução do PIB.

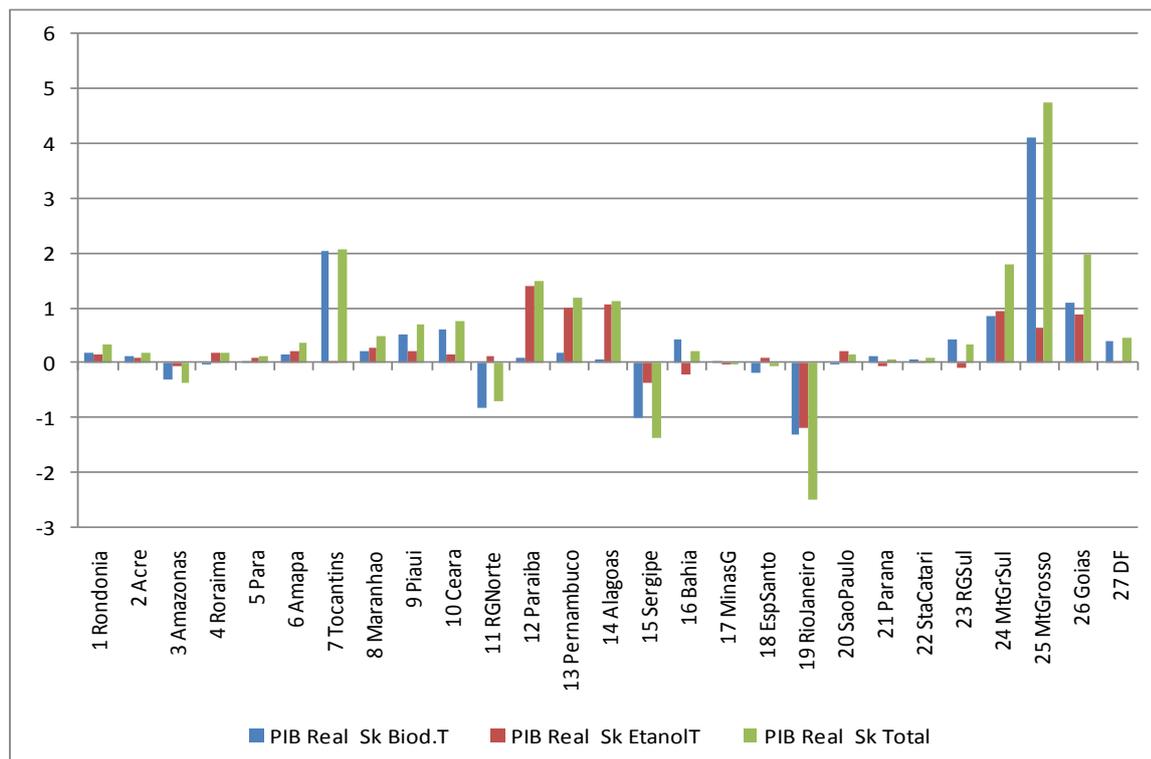


Figura 5 – Variação (%) do PIB real obtido a partir dos choques dos biocombustíveis

Fonte: Elaborada pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Ao contrário dos resultados do agregado, os resultados regionais apresentam características distintas e com choques dos biocombustíveis, apresentando maiores impactos.

O estado do Rio de Janeiro foi o que teve o maior impacto negativo com o choque do biodiesel e do etanol, a variação negativa do seu PIB foi, aproximadamente, de 2,5%. Isso pode ser explicado pela característica desse estado, grande produtor de petróleo e derivados e não representativo na produção dos biocombustíveis. A mesma observação pode ser feita para os estados do Amazonas e Sergipe, que se concentram na extração de petróleo e gás e não são representativos na produção de etanol e biodiesel.

A maior variação no PIB real foi identificada no estado do Mato Grosso, principalmente pelo choque sobre o biodiesel. Este resultado já era esperado, visto que esse estado é responsável pela maior parte de produção de soja e de gado de corte no país, como também um dos maiores produtores de biodiesel e sebo.

Os maiores impactos positivos observados no PIB foram nos estados que são mais representativos na produção dos biocombustíveis e da matéria-prima, para produção destes, porém não são grandes produtores de combustíveis fósseis. É o

caso do estado do Tocantins, na região Norte, estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, na região Nordeste e ainda os estados da região Centro-Oeste.

Identificou-se pequena variação positiva dos choques dos biocombustíveis sobre o PIB, nos estados de São Paulo, Bahia e os da região Sul. Pois estes estados são grandes produtores de biocombustíveis e das matérias-primas para a produção destes, mas também são grandes produtores de combustíveis fósseis. Esse resultado obtido no PIB é explicado pela substituição de um setor pelo outro, pois o incremento do nível de atividade de uma indústria pode ser anulado pela redução do nível de atividade de outra Indústria substituta.

Dessa forma, o resultado do modelo mostrou que os efeitos das variações macroeconômicas dos biocombustíveis são mais relevantes nos estados que possuem maior contribuição na produção do etanol e biodiesel, além de responsáveis pela produção das matérias-primas para os biocombustíveis, porém não grandes produtores dos combustíveis fósseis.

Na Tabela 11, visualizam-se as principais indústrias que tiveram as maiores variações negativas no seu nível de atividade, juntamente com os estados que são representados.

Tabela 11 –Setores que apresentaram maior efeito negativo no nível atividades e estados selecionados (variação %)

SK Biod.T		Sk EtanolT ²⁵		
Estados	11 ExtPetrGas	Estados	22 Gasolina	23 Gasoalcohol
3 Amazonas	-3,11	17 MinasG	-12,00	-12,22
15 Sergipe	-3,27	19 RioJaneiro	-11,93	-13,49
16 Bahia	-3,28	20 SaoPaulo	-11,43	-12,11
17 MinasG	-3,42	21 Parana	-12,54	-12,87
19 RioJaneiro	-3,28	23 RGSul	-12,26	-12,70
20 SaoPaulo	-3,39			

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

A indústria de Extração de Petróleo e Gás foi o setor mais afetado pelo choque do biodiesel. Esse impacto negativo pode ser explicado, pela relação direta do biodiesel na substituição dos produtos intermediários, no nível de atividade da indústria de Extração de Petróleo e Gás para a produção do óleo diesel.

²⁵ Soma dos choques sobre o Gasoálcool e álcool.

Da mesma forma, a indústria da Gasolina e Gasoálcool foram as mais afetadas pelo choque do etanol, devido à relação direta de substituição existente entre esses combustíveis. Observa-se que essas indústrias tiveram variação negativa de mais de 11% no nível de atividade.

Os estados que foram mais afetados por ambos os choques, possuem características de grandes produtores dos combustíveis fósseis. Neste caso, a razão seria a relação da participação desses estados, na produção dos biocombustíveis e dos combustíveis fósseis, como também do grau de dependência dos combustíveis dos setores produtivos, que mais contribuem com a economia desses estados.

Olhando de outra forma, na Tabela 12, visualizam-se os principais setores de atividade, que tiveram as maiores variações percentuais positivas, no seu nível de atividade. Identifica-se que a partir dos dados da Tabela 12, o maior efeito observado pelo choque biodiesel, foi na própria indústria do Biodiesel, que obteve aumento percentual próximo de 200% para todos os estados selecionados, acompanhados pelo aumento do nível de atividade das indústrias de Soja, Óleo de Soja e Sebo.

Os maiores crescimentos no nível de atividade na indústria do Biodiesel são observados nos estados do Ceará e Bahia, que não eram grandes produtores desse combustível em 2010. No entanto, encontra-se também forte crescimento nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás, que foram os principais produtores brasileiros em 2010.

Tabela 12 – Setores que Apresentaram maior Crescimento no Nível Atividades e Estados Seleccionados (Variação %)

S. Atividades/Estados	SK Biod.T			
	4 Soja	16 OleoSoja	17 Sebo	25 Biodiesel
7 Tocantins	12,86	68,00	145,58	193,68
10 Ceará	-	20,13	81,73	195,68
16 Bahia	8,48	18,01	24,74	196,40
23 RGSul	5,40	20,24	64,79	193,18
24 MtGrSul	3,59	9,10	18,02	193,61
25 MtGrosso	7,54	44,71	118,08	193,96
26 Goias	3,11	33,93	96,60	194,25

S. Atividades/Estados	Sk EtanolT	
	3 CanaAcucar	27 Alcool
13 Pernambuco	8,04	22,79
17 MinasG	11,81	23,55
20 SaoPaulo	12,68	23,35
21 Parana	14,23	25,38
24 MtGrSul	14,02	20,83
26 Goias	18,42	28,99

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Os estados do Tocantins e Mato Grosso foram as regiões que apresentaram as maiores variações na indústria de Óleo de Soja e Sebo. O primeiro estado possuía uma pequena participação nessas indústrias em 2010 e o segundo foi um dos principais produtores dessas matérias-primas.

Neste caso, observa-se que, com o aumento da demanda compulsória por biodiesel, implicará novas indústrias nos estados que até 2010 não eram significativos na produção desse combustível, e estados que eram tradicionalmente produtores, tenderão a desenvolver o parque industrial de biodiesel, seja no aumento de produção, seja criando novas unidades.

Para o choque do etanol, o maior efeito observado foi na indústria do Álcool, que teve crescimento em seu nível de atividade, acima de 20% para todos os estados seleccionados, acompanhados pelo aumento dos setores de Cana-de-Açúcar. Os maiores crescimentos na indústria do Álcool são observados nos estados

de Paraná e Goiás, que tiveram participação de 6,97 e 5% da produção nacional em 2010, respectivamente, e ainda apresentaram as maiores variações no setor de Cana-de-Açúcar.

Esses resultados indicam que, o aumento da demanda pelas famílias por etanol, implicará no aumento do cultivo da cana-de-açúcar e de novas unidades industriais de etanol, que será observado tanto para os estados pouco representativos, como para aqueles que até 2010 tinham grande participação na produção desses produtos. Portanto, é equivalente dizer que as indústrias que apresentaram maior crescimento, foram as que tiveram uma relação direta com o processo de produção de biodiesel e etanol, incrementando assim o desenvolvimento do parque industrial dos principais estados produtores.

Quando se analisa a Tabela 13, que mostra os efeitos sobre o nível de emprego por indústria, pode-se esclarecer um pouco mais as afirmações feitas até aqui. As indústrias que tiveram maiores variações positivas nos níveis de emprego, são também aquelas que estiveram relacionadas diretamente com a produção dos biocombustíveis.

Os resultados do modelo mostraram que seria necessário aumentar em mais de 170% o nível de emprego da indústria do Biodiesel e em mais de 20% o nível de emprego da indústria do Alcool, para alcançar a meta das políticas dos biocombustíveis. Esse efeito foi observado também nos setores Soja com 4,55%, Óleo de Soja com 12,17%, Sebo com 35,08% e Cana-de-Açúcar com 11,21% de crescimento no nível de emprego.

Os dados acima são semelhantes aos resultados da pesquisa da EPE (2007), indicando que o etanol geraria em 2030 mais empregos em sua cadeia produtiva que o biodiesel, no entanto, o acréscimo na cadeia do biodiesel seria de 361%, enquanto que, para o etanol, de 120%.

Para o choque do biodiesel, percebe-se variação negativa no nível de emprego, nos setores de Arroz e Cana-de-Açúcar, o que é causado pela competição por mão-de-obra desses produtos, pelas matérias-primas agrícolas necessárias para a produção do biodiesel. No entanto, na soma dos choques totais, houve aumento nas variações do nível de emprego para todos os setores agrícolas, ou seja, a política dos biocombustíveis tem impacto positivo na criação de emprego no campo. Por outro lado, houve indústrias que reduziram fortemente o seu nível de emprego,

como os setores Gasolina (10,24%), Gasoálcool (11,09%) e a Indústria de Extração de Petróleo e Gás (7,41%).

Tabela 13 – Efeitos sobre o nível de Emprego por Indústria (Variação %)

Indústria	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total	Indústria	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total
1 Arroz	-0,019	0,111	0,092	22 Gasolina	0,182	-10,429	-10,247
2 OutAgrícolas	0,001	0,026	0,027	23 Gasoalcohol	0,095	-11,191	-11,096
3 CanaAcucar	-0,056	11,267	11,211	24 OleoDiesel	0,127	0,058	0,185
4 Soja	4,518	0,036	4,553	25 Biodiesel	176,799	0,035	176,834
5 Algodao	3,677	0,083	3,760	26 OutProdRefin	0,305	0,022	0,327
6 Silvicultura	0,015	0,006	0,021	27 Alcool	-0,090	20,348	20,258
7 GadoCorte	0,158	0,068	0,226	28 ProdQuimInor	0,307	0,430	0,737
8 GadoLeite	0,059	0,146	0,204	29 IndQuimica	0,035	0,037	0,071
9 OutAnimais	0,186	0,103	0,289	30 OutQuimicos	0,702	-0,043	0,659
10 Avicultura	0,133	0,097	0,230	31 ConstCivil	-0,017	-0,045	-0,062
11 ExtPetrGas	-4,971	-2,444	-7,415	32 OutMetalurg	-0,174	-0,021	-0,195
12 ExtratMiner	-0,133	-0,040	-0,173	33 Siderurgia	-0,199	-0,067	-0,266
13 CarvaoOut	-0,232	-0,076	-0,308	34 MetalurNFerr	-0,229	-0,082	-0,311
14 FabMinNonMet	-0,100	-0,048	-0,148	35 FabMaqVeic	-0,153	-0,042	-0,195
15 AlimBebida	-0,048	0,107	0,060	36 MaterEletric	0,031	0,051	0,082
16 OleoSoja	11,994	0,172	12,166	37 FabEqEletric	-0,088	-0,082	-0,169
17 Sebo	35,029	0,059	35,087	38 SIUP	-0,066	-0,088	-0,154
18 IndTextil	-0,072	0,002	-0,070	39 Comercio	0,096	-0,495	-0,399
19 IndDiversas	-0,005	0,026	0,021	40 Transporte	0,020	-0,084	-0,064
20 PapelGrafica	-0,065	-0,087	-0,151	41 Servicos	-0,064	-0,042	-0,106
21 OleoCombust	0,498	0,457	0,955				

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Foi identificada uma pequena variação positiva no nível de emprego dos setores Óleo Combustível, Óleo Diesel e Outro Produto do Refino. Isso significa que o aumento na produção dos biocombustíveis, incentiva o crescimento do emprego para os setores de combustíveis fósseis, exceto para a gasolina. A agropecuária tem uma grande dependência do petróleo e seus derivados, e precisará suprir a produção dos biocombustíveis com matéria-prima (soja, cana-açúcar, gado-de-corte). Dessa forma existe um efeito indireto no aumento do nível de emprego dos derivados do petróleo, dado o aumento dos biocombustíveis.

Outra forma de analisar o nível de emprego na economia é identificando suas variações nos estados, como demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 – Efeitos sobre o nível de emprego por estado (Variação %)

Estados	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total	Estados	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total
1 Rondonia	0,119	0,110	0,229	15 Sergipe	-0,880	-0,296	-1,176
2 Acre	0,056	0,054	0,110	16 Bahia	0,400	-0,136	0,265
3 Amazonas	-0,249	-0,032	-0,282	17 MinasG	-0,005	-0,038	-0,043
4 Roraima	-0,049	0,144	0,095	18 EspSanto	-0,195	0,075	-0,120
5 Para	0,000	0,066	0,066	19 RioJaneiro	-1,191	-1,070	-2,261
6 Amapa	0,097	0,175	0,272	20 SaoPaulo	-0,085	0,140	0,055
7 Tocantins	1,668	0,019	1,688	21 Parana	0,082	-0,076	0,006
8 Maranhao	0,154	0,229	0,383	22 StaCatari	0,012	0,021	0,033
9 Piau	0,449	0,167	0,616	23 RGSul	0,282	-0,065	0,217
10 Ceara	0,457	0,131	0,588	24 MtGrSul	0,757	0,690	1,447
11 RGNorte	-0,712	0,137	-0,575	25 MtGrosso	3,397	0,447	3,844
12 Paraiba	0,054	1,219	1,273	26 Goias	0,795	0,667	1,461
13 Pernambuco	0,118	0,895	1,013	27 DF	0,330	0,012	0,343
14 Alagoas	0,010	0,934	0,944				

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Observou-se que o estado do Mato Grosso, Tocantins, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná e Pernambuco foram os que apresentaram a maior variação positiva para o nível de emprego. Isso pode ser explicado pelo forte impacto do nível de atividade das indústrias do Biodiesel e Etanol nesses estados, juntamente com o aumento da necessidade de produção das matérias-primas para os biocombustíveis nessas regiões.

No caso do Rio de Janeiro e Sergipe foram os estados que tiveram maior impacto negativo, no nível de emprego. Conforme já mencionado anteriormente, esse resultado foi influenciado, principalmente, pela relevância que estes estados possuem na indústria dos derivados do petróleo, em relação à pequena contribuição da indústria dos biocombustíveis. Esse mesmo perfil é identificado nos estados do Amazonas e do Rio Grande do Norte. No caso dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, observou-se uma maior influência das reduções no nível de atividade das indústrias de Extração de Petróleo e Gás, Gasolina e Gasoálcool, em relação ao crescimento do nível de atividade do Biodiesel e Álcool e suas principais matérias-primas no nível de emprego.

No estado de São Paulo, a redução do nível de emprego para o choque do biodiesel é resultado da forte redução do nível de atividade da Extração de Petróleo e Gás, além dos combustíveis fósseis terem maior peso na sua economia. Por outro lado, obteve-se variação total positiva, consequência da variação do choque do etanol, ou seja, as reduções do nível de atividade da Gasolina e Gasoálcool não foram o suficiente para reduzir o nível de emprego desse estado, dado que o etanol e a cana-de-açúcar têm uma forte contribuição na sua economia.

Os estados da Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul tiveram aumento do nível de emprego, dado pelo choque do biodiesel, maior que a redução observada pelo choque do etanol. O aumento do nível de atividade das indústrias dos biocombustíveis e de suas matérias-primas compensou a redução do nível de atividade das indústrias dos combustíveis fósseis, aumentando assim o nível de emprego, especialmente na indústria do Biodiesel. No caso dos estados do Espírito Santo e de Minas Gerais, esse resultado é visto de forma diferente, ou seja, o nível de atividade das indústrias dos biocombustíveis e de suas matérias-primas não compensou a redução do nível de atividade dos derivados de petróleo, reduzindo assim o nível de emprego.

Um resultado interessante são as variações percentuais positivas para os estados da região Norte e Nordeste. Estes estados são pouco representativos na produção dos biocombustíveis e deve-se atentar para a importância de políticas sociais nessas regiões, através do incentivo na produção e consumo desses biocombustíveis.

Observou-se que o choque do etanol foi mais efetivo em termos de nível de emprego total que o do biodiesel, para as regiões do Norte e Nordeste, ou seja, o choque do etanol foi maior que o choque do biodiesel em oito estados, enquanto que o choque do biodiesel foi maior que o choque do etanol em seis estados. Em contrapartida, o choque do biodiesel contribuiu para reduzir o nível de emprego em quatro estados, enquanto que do etanol, em apenas três.

Portanto, é preciso estar atento a essas variações na economia brasileira, tanto no nível macroeconômico quanto no setorial, pois essas políticas podem surtir efeitos positivos no agregado, mas também podem surtir efeitos negativos em alguns setores e regiões. Para minimizar esses impactos negativos, é importante considerar a dimensão e intensidade da ampliação dessas políticas, em cada setor de atividade e região do país.

5.2 Análise das Emissões

Em relação às emissões totais por fonte (Tabela 15), o choque do biodiesel teve efeito de redução das emissões associadas ao Óleo Diesel (11,168%), assim como na Extração de Petróleo e Gás (3,941%). Tanto o choque do biodiesel como do etanol, tiveram efeito de redução das emissões associadas à Extração de Petróleo e Gás, Carvão e Outros Produtos do Minério. Apenas as emissões associadas ao Óleo Combustível e Outros Produtos do Refino e Atividade, apresentaram aumento positivo nas variações das emissões.

Tabela 15 – Emissões totais por fonte (Variação %)

Fonte	Sk Biodiesel	Sk Etanol	Sk Total
1 ExtPetrGas	-3,941	-1,950	-5,891
2 CarvaoOut	-0,146	-0,046	-0,192
3 Gasolina	0,220	-2,088	-1,867
4 Gasoalcool	0,032	-12,672	-12,640
5 OleoCombust	0,289	0,458	0,748
6 OleoDiesel	-11,168	0,106	-11,062
7 OutProdRefin	0,382	0,025	0,407
8 Nível de Atividade	0,119	0,337	0,456
Emissões Totais	-1,922	-0,634	-2,556

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

As emissões associadas à Gasolina foram reduzidas, causadas pelo processo de substituição do álcool pelas famílias, na redução da participação do setor Extração de Petróleo e Gás e também pela redução do consumo do Gasoálcool.

O choque associado ao biodiesel teve como resultado, uma pequena variação positiva nas emissões associadas à Gasolina, Gasoálcool, Óleo Combustível e Outros Produtos do Refino. Isso é devido ao aumento do nível de atividade da indústria de Biodiesel e seu efeito direto nos insumos associados à sua produção e, conseqüentemente, seus efeitos indiretos nos setores Gasolina, Gasoálcool, Óleo Combustível, Outros Produtos do Refino e Atividade.

O choque associado ao etanol teve como resultado uma pequena variação positiva, nas emissões associadas ao Óleo Combustível, Óleo Diesel e Outros Produtos do Refino. Isso é devido ao aumento do nível de atividade da indústria do

Álcool e seu efeito direto nos insumos associados à sua produção e no incremento da demanda doméstica por álcool, pelas famílias.

Também foi observada variação positiva nas emissões associadas à Atividade, cujo incremento foi devido ao aumento do nível de atividade dos setores de Biodiesel, Álcool, Soja, Óleo de Soja, Sebo, Gado-de-Corte e Cana-de-Açúcar. Esse efeito foi mais acentuado pelo etanol que pelo biodiesel. No conjunto da economia, todas as indústrias tiveram variação positiva das emissões, quando são analisadas por Atividade.

No entanto, esse resultado positivo é bem menor que o efeito negativo nos principais combustíveis fósseis. Isso pode ser confirmado, quando se observam as variações totais das emissões, com redução de 2,556%, ou seja, as reduções das emissões ficaram em 49.850,54 Gg de CO₂ equivalente.

Nessa pesquisa foi identificado que, sem os choques dos biocombustíveis, a taxa média anual de emissões de 2005 a 2030 seria de 3,678%, e de 2010 a 2030, de 3,324%. Com as políticas dos biocombustíveis, a taxa média anual de emissões de 2005 a 2030 seria de 3,633 e de 2010 a 2030, de 3,267%. Os resultados dessa pesquisa ficaram próximos à projeção do Governo, pois a pesquisa do PNE 2030 (2007) incorporou uma taxa de 3,5% a.a no período de 2005 a 2030, com as políticas dos biocombustíveis. Analisando a diferença entre a “linha de base” e as políticas dos biocombustíveis, observou-se que a partir de 2010 a taxa média anual de emissões seria reduzida em 0,126% a.a.

Segundo as projeções EPE (2007), as emissões evitadas com a política do etanol em 2030, ficariam em torno de 186.400 Gg de CO₂ equivalente, enquanto que, para o biodiesel, essa redução seria de 24.100 Gg de CO₂ equivalente. Os resultados para esta pesquisa mostraram que o choque do etanol teve redução total de 12.362,53 Gg de CO₂ equivalente, enquanto que para o biodiesel, essa redução ficou em 37.488 Gg de CO₂ equivalente, ou seja, além das reduções das emissões totais pelo etanol serem menores que as projetadas pela EPE, o biodiesel é o maior responsável pelas reduções totais.

A diferença de projeção entre o presente trabalho e a pesquisa da EPE é porque nas projeções da EPE são consideradas outras tecnologias que não foram abordadas nesta pesquisa, como a utilização do etanol de segunda geração.

Com a política dos biocombustíveis foi possível demonstrar o crescimento do nível de atividade da economia, com redução das emissões no país, diferente dos

resultados apresentados por Lopes (2003) e Tourinho et. al. (2003). Isso ilustra que políticas de estímulo para redução das emissões, podem apresentar resultados diferentes, que é o caso das políticas adotadas por aqueles autores em taxar as atividades econômicas, para reduzir as emissões, o que provocaria redução na atividade econômica.

A Tabela 16 mostra as emissões por setor de atividade e demanda final, observando-se variação positiva das emissões nas indústrias responsáveis pela produção dos biocombustíveis. A indústria do Biodiesel teve aumento da variação percentual nas emissões em mais de 194%, como também na indústria do Sebo (33,62%), Gado de Corte (0,189%), Soja (2,62%) e Óleo de soja (9,04%).

Tabela 16 – Emissões por setor de atividade e demanda final (variação %)

Indústria	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total	Indústria	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total
1 Arroz	-0,236	0,123	-0,114	23 Gasoolcool	-7,880	-12,061	-19,94
2 OutAgrícolas	-2,330	0,041	-2,290	24 OleoDiesel	-10,248	0,122	-10,13
3 CanaAcucar	-0,951	12,228	11,277	25 Biodiesel	193,888	0,124	194,01
4 Soja	2,568	0,048	2,616	26 OutProdRefin	0,500	0,119	0,62
5 Algodao	3,236	0,093	3,329	27 Alcool	-5,372	22,288	16,92
6 Silvicultura	0,144	0,010	0,154	28 ProdQuimInor	0,044	0,519	0,56
7 GadoCorte	0,113	0,076	0,189	29 IndQuimica	-0,145	0,058	-0,09
8 GadoLeite	-0,106	0,161	0,055	30 OutQuimicos	0,792	-0,024	0,77
9 OutAnimais	0,121	0,116	0,237	31 ConstCivil	-10,441	0,008	-10,43
10 Avicultura	-0,638	0,112	-0,527	32 OutMetalurg	-0,706	-0,043	-0,75
11 ExtPetrGas	-4,613	-1,573	-6,186	33 Siderurgia	-0,178	-0,042	-0,22
12 ExtratMiner	-3,425	0,000	-3,426	34 MetalurNFerr	-1,092	-0,052	-1,14
13 CarvaoOut	-0,529	-0,046	-0,575	35 FabMaqVeic	-3,007	-0,014	-3,02
14 FabMinNonMet	-0,295	-0,027	-0,321	36 MaterEletric	-9,639	0,103	-9,54
15 AlimBebida	-4,621	0,174	-4,447	37 FabEqEletric	-2,950	-0,030	-2,98
16 OleoSoja	8,805	0,242	9,047	38 SIUP	-0,734	-0,052	-0,79
17 Sebo	33,494	0,133	33,626	39 Comercio	-8,443	-0,515	-8,96
18 IndTextil	-4,098	0,045	-4,053	40 Transporte	-10,320	-0,045	-10,37
19 IndDiversas	-2,481	0,075	-2,406	41 Servicos	-5,659	-0,077	-5,74
20 PapelGrafica	-0,777	-0,031	-0,808	42 HOU	-1,983	-13,007	-14,99
21 OleoCombust	0,654	0,565	1,219	43 GOV	0,000	0,000	0,00
22 Gasolina	0,307	-11,527	-11,220				

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

No caso do choque do etanol, houve aumento das emissões na cultura da Cana-de-Açúcar (11,28%) e na indústria do Álcool (16,92%). Aproximadamente, 30% das indústrias tiveram aumento das emissões pelo choque do biodiesel e mais da metade das indústrias, pelo choque do etanol. Na soma dos choques, 14 dos 43 setores tiveram aumento nas emissões.

No entanto, os setores que mais contribuíram para a redução das emissões, foram os setores de Extração de Petróleo e Gás, Óleo Diesel, Gasolina, Transporte e Consumo das Famílias. Esses foram setores que tiveram grandes impactos negativos com as políticas e são responsáveis por grandes volumes de emissões. Isso também pode ser observado nos setores de Arroz, Outros Produtos Agrícolas e Avicultura.

O setor Gado de Corte, mesmo tendo um impacto menor é responsável por mais de um-terço das emissões brasileiras. Os outros setores agrícolas como Cana-de-Açúcar e Soja têm uma participação relativamente pequena no volume das emissões, quando comparado aos setores acima.

Portanto, observa-se que, tanto no consumo intermediário, como no final, houve reduções significativas das emissões, principalmente nos setores que contribuíram com grande parte das emissões brasileiras.

Na Tabela 17, encontram-se os efeitos dos choques dos biocombustíveis nos estados. A partir do choque do biodiesel, houve efeito de redução das emissões em quase todos os estados, com exceção de Tocantins e Mato Grosso.

Tabela 17 – Emissões por estado (variação %)

Estados	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total	Estados	SK Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total
1 Rondonia	-0,314	0,133	-0,182	15 Sergipe	-2,724	-0,374	-3,099
2 Acre	-0,544	0,077	-0,468	16 Bahia	-1,575	-1,629	-3,205
3 Amazonas	-4,492	-0,216	-4,708	17 MinasG	-1,522	-0,403	-1,925
4 Roraima	-1,277	0,196	-1,080	18 EspSanto	-2,892	0,112	-2,779
5 Para	-1,089	0,038	-1,050	19 RioJaneiro	-3,913	-2,643	-6,556
6 Amapa	-7,100	0,328	-6,772	20 SaoPaulo	-3,105	-0,842	-3,947
7 Tocantins	0,191	-0,005	0,186	21 Parana	-2,822	-1,353	-4,174
8 Maranhao	-1,272	0,138	-1,134	22 StaCatari	-2,529	0,066	-2,463
9 Piaui	-0,566	-0,025	-0,591	23 RGSul	-1,422	-0,762	-2,184
10 Ceara	-1,150	-0,174	-1,324	24 MtGrSul	-0,259	0,244	-0,016
11 RGNorte	-2,649	-0,048	-2,697	25 MtGrosso	1,069	0,172	1,241
12 Paraiba	-1,333	0,788	-0,545	26 Goias	-0,191	0,476	0,285
13 Pernambuco	-1,735	0,913	-0,822	27 DF	-5,012	0,112	-4,899
14 Alagoas	-1,871	0,901	-0,970				

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

No caso da política do etanol, houve aumento das emissões em 15 estados. Na soma dos choques, apenas os estados de Tocantins, Mato Grosso e Goiás tiveram aumento nas emissões de CO₂.

O estado de Tocantins teve variação positiva, devido ao choque do etanol não compensar o aumento das emissões resultantes do choque do biodiesel. Esse resultado pode ser explicado, devido à intensificação nas indústrias da Soja, Óleo de Soja e Sebo; por outro lado houve queda no nível de atividade das indústrias da Gasolina e Gasoálcool.

O estado de Goiás teve variação positiva, devido ao fato do choque do etanol compensar a redução das emissões, resultante do choque do biodiesel. Mesmo com a intensificação da indústria do biodiesel nesse estado, observou-se redução das emissões pelo choque do biodiesel. No caso do choque do etanol, as emissões provenientes da intensificação das atividades de Cana-de-Açúcar, tiveram maior impacto que as reduções provenientes da queda da atividade industrial da Gasolina; isso é reflexo da contribuição que cada um desses setores possui nesse estado.

No caso do Mato Grosso, tanto o choque do biodiesel quanto o do etanol, indicaram aumento das emissões, o que é resultado da intensificação das atividades das indústrias dos biocombustíveis, nessa região. Por outro lado, a maioria dos estados que tiveram grandes variações negativas nas emissões, são os que possuem maior peso nas indústrias dos combustíveis fósseis, em suas economias.

Este é caso do Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte e Amazonas.

Em relação aos estados da região Sul do país, a redução das emissões é resultado da forte redução das emissões pelos setores de Gasolina, Óleo Diesel, Transporte e Serviços. Na região Norte e Nordeste é consequência, na maior parte, da forte redução das emissões pelos setores de Transporte, Serviços e Consumo das Famílias.

Portanto, tanto a política do biodiesel quanto a do etanol, podem ser encaradas como um fator promotor das reduções das emissões, via queima de combustíveis, nas regiões. Os setores que mais contribuíram com a redução das emissões nos estados, foram os setores de Extração de Petróleo e Gás, Óleo Diesel, Gasolina, Transporte, Serviços e Consumo das Famílias.

No entanto, esses impactos podem apresentar dois aspectos diferentes. O primeiro é de aspecto nacional, ou seja, os choques associados aos biocombustíveis reduzem as emissões praticamente em todos os estados, trazendo benefício para o país. No segundo aspecto, vale ressaltar que os estados que tiveram aumento nas emissões, como é o caso dos estados de Tocantins, Mato Grosso e Goiás, foram os que obtiveram os maiores incrementos na atividade econômica e no nível de emprego.

Na Tabela 20 do Anexo, apresentam-se as emissões da indústria pela demanda final por fonte emissora. Nesta tabela, observa-se que o maior impacto sofrido no acréscimo das emissões, foi observado na indústria do biodiesel, pelas emissões associadas ao uso dos Outros Produtos do Refino. O segundo maior efeito observado foi na indústria do Álcool, pelas emissões associadas ao uso do Gasoálcool, Óleo Combustível e Outros Produtos do Refino, com aumento de mais de 22%. Da mesma forma, para os setores envolvidos diretamente na produção dos biocombustíveis (Soja, Cana-de-Açúcar, Sebo e Óleo de Soja) obteve-se forte variação positiva, nas emissões associadas ao Gasoálcool, Óleo Combustível, Outros Produtos do Refino.

Praticamente, todas as indústrias apresentaram reduções substanciais nas emissões associadas ao Óleo Diesel, pelo choque do biodiesel, ou seja, pode-se inferir que a política do biodiesel foi efetiva nas reduções das emissões associadas ao uso do Óleo Diesel. O mesmo não acontece com o choque do etanol, que

apresentou apenas seis setores que tiveram redução das emissões associadas ao uso do Óleo Diesel.

Pelas somas dos choques do biodiesel e etanol, observou-se que as indústrias de Extração de Petróleo e Gás e na indústria de Carvão e Outros Produtos do Minério, houve redução das emissões pelo uso de todas as fontes de combustíveis fósseis e pelo nível de Atividade, enquanto que os setores de Gasolina e Gasoálcool reduziram suas emissões apenas pelo uso dos combustíveis fósseis e Gasoálcool.

A maior parte das reduções das emissões dos setores de Comércio, Transporte, Serviços e Consumo das Famílias, vieram pelo uso do combustível óleo diesel. Foi identificada uma forte redução das emissões pelas famílias, dado o choque do etanol pelo uso do combustível Gasoálcool. As famílias reduziram em mais de 17% a variação percentual das emissões, refletindo o aumento do consumo do álcool. Nesse caso, o consumidor final tem uma importante contribuição ambiental, quando possui a opção de escolher o tipo de combustível a ser usado.

Na Tabela 21 do Anexo, apresentam-se as emissões dos estados por fonte emissora. Quando visto pela ótica do choque do biodiesel, a fonte emissora Óleo Diesel foi a que mais impactou na redução das emissões, ou seja, em todas as regiões houve impactos negativos nas emissões.

Quando visto pelo choque do etanol, o Gasoálcool foi a fonte de combustível que mais impactou na redução das emissões, ou seja, em todas as regiões obteve-se efeitos de emissões negativas.

Na emissão por fonte da Extração de Petróleo e Gás, cinco estados apresentaram aumento das emissões, enquanto para outros estados, principalmente da região Sudeste, houve forte redução. Dessa forma, apenas as fontes Extração de Petróleo e Gás, Óleo Diesel e Gasoálcool participaram com a maior parte das variações totais negativas das emissões, em quase todos os estados. No entanto, para as fontes Carvão e Outros Produtos do Minério, Outros Produtos do Refino e Atividade, a maioria dos estados participou com a maior parte das variações totais positivas das emissões.

Em relação às emissões associadas à Atividade, os estados do Amazonas, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro, apresentaram impactos negativos de emissões quando somados aos choques. O Rio de Janeiro foi o estado que teve a maior redução das emissões em mais de 2%. Os estados de São Paulo,

Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Mato Grosso apresentaram a maior variação positiva. O Mato Grosso foi o estado em que houve o maior acréscimo das emissões em 1,64%.

Dessa forma, observou-se que tanto em nível setorial como regional, os impactos dos choques dos biocombustíveis, na utilização dos principais combustíveis fósseis na matriz energética brasileira, têm efeitos ambientais positivos, ou seja, é efetivo na redução das emissões. As reduções das emissões associadas ao uso dos combustíveis fósseis foram superiores ao aumento das emissões associadas à Atividade.

6 CONCLUSÕES

Através dos resultados apresentados e analisados, identificou-se que a política de ampliação do etanol e biodiesel na matriz energética brasileira, tem efeito positivo nos principais agregados econômicos e na promoção da redução das emissões totais na economia.

Observou-se que os setores de biocombustíveis em que foram realizados os choques, apresentaram pequena participação na economia brasileira no ano base. Os impactos dos choques na economia brasileira não apresentaram grandes variações no agregado econômico, no entanto, quando se analisou em níveis regionais e setoriais, obtiveram-se maiores variações. Esse é o caso da variação do PIB para os estados do Rio de Janeiro e do Mato Grosso, do nível de atividade das indústrias de Extração de Petróleo e Gás, Gasolina, Gasoálcool, Soja, Óleo de Soja, Sebo e Biodiesel e do nível de emprego tanto regional como setorial.

Neste caso, observa-se que, com aumento da demanda compulsória por biocombustíveis, implicará novas indústrias tanto para as regiões que eram tradicionalmente produtoras, como para os estados que até 2010 eram pouco representativos na produção de biocombustíveis.

A ampliação dos biocombustíveis apresentou-se como uma importante política de desenvolvimento regional e setorial, sendo observada no aumento do PIB e do nível de emprego, na maioria dos estados do Norte e Nordeste, além do aumento notado do nível de emprego para todos os setores agrícolas, ou seja, a política dos biocombustíveis tem impacto positivo na criação de emprego no campo.

Houve redução de 49.850,54 Gg de CO₂ equivalente nas emissões totais na matriz brasileira de emissões. Através da diferença entre “linha de base” e a ampliação dos biocombustíveis, observou-se que a partir de 2010 a taxa média anual de emissões, seria reduzida em 0,126% a.a até 2030.

Os setores que mais contribuíram com a redução das emissões nos estados, foram os setores de Extração de Petróleo e Gás, Óleo Diesel, Gasolina, Transporte, Serviços e Consumo das Famílias. Os estados que tiveram aumento nas emissões, como Tocantins, Mato Grosso e Goiás foram os que obtiveram os maiores incrementos na atividade econômica e no nível de emprego.

Foi identificada uma forte redução das emissões pelas famílias, dado o choque do etanol pelo uso do combustível Gasoálcool. As famílias reduziram em

mais de 17% a variação percentual das emissões, refletindo o aumento do consumo do Álcool. Neste caso, pode-se inferir que o consumidor final tem uma importante contribuição ambiental, quando possui a opção de escolher o tipo de combustível a ser usado.

Dessa forma, tanto em nível setorial como regional, os impactos dos choques dos biocombustíveis, na utilização dos principais combustíveis fósseis é efetivo, na redução das emissões. Enquanto que, na Atividade da economia, não foram observados impactos superiores às reduções das emissões associadas ao uso dos combustíveis fósseis, o que resultou nas reduções totais na matriz de emissões.

Conclui-se que, tanto no aspecto econômico, social e ambiental, as políticas de inserção gradual dos biocombustíveis, podem surtir efeitos favoráveis no agregado econômico e nas reduções das emissões totais, na matriz energética brasileira.

É importante frisar, que essa modelagem baseou-se na economia com o atual nível de tecnologia e eficiência energética, além de não contabilizar a mudança do uso do solo. Portanto, esta pesquisa pode ser utilizada como referência para outros trabalhos, com novas questões e variáveis que expliquem esse processo de forma mais abrangente.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA, V. **Análisis input-output y emisiones de CO2 em España**: um primer análisis para la determinación de sectores clave em la emisión. Bellaterra, 2007. In: DOCUMENTS DE TREBALL DE LA FACULTAT DE CIÈNCIES ECONÒMIQUES I EMPRESARIALS – Col·lecció d'Economia, 2007. Disponível em: <<http://www.ecap.uab.es/repec/doc/wpdea0702.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2010.
- ALCÁNTARA, V.; DUARTE, R.; OBIS, T. **Regional decomposition of CO2 emissions in the world: a cluster analysis**. Barcelona, 2003. In: DOCUMENTS DE TREBALL DE LA FACULTAT DE CIÈNCIES ECONÒMIQUES I EMPRESARIALS – Col·lecció d'Economia, 2003. Disponível em: <<http://www.ecap.uab.es/RePEc/doc/wpdea0306.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2010.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. 1999. 25 p.
- BERNARDINO, K.D. **Relação entre classes de renda e emissão de CO2 no Brasil**. 2009. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Boletim mensal de biodiesel**. Superintendência de refino e processamento de gás natural – SRP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=61929&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1349287023819>>. Acesso em: 3 out. 2012.
- BORGES, M.C.; SARTORI, M.A.; PEREZ, R.; SILVA JÚNIOR, A.G. da. Análise da atual situação de comercialização do biodiesel no Brasil¹, **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 2, n. 4, p. 293-299, 2005. Disponível em: <www.renabio.org.br/arquivos/p_analise_brasil_479.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2011.
- BÖRJESSON, P. Good or bad bioethanol from a greenhouse gas perspective - what determines this? **Applied Energy**, Londres, v. 86, n. 5, p. 589-594. Mar. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/progra_4.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira. Departamento da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/Usinas%20e%20Destilarias%20Cadastradas/DADOS_PRODUTORES_23-08-2012.pdf>. Acesso em: 08 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Contribuição do Brasil para evitar a mudança do clima**. Disponível em: www.mre.gov.br/.../contribuicao_de_Mitigacao-Portugues.pdf. Acesso em: 2 abr. 2010.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/326751.html>. Acesso em: 23 dez. 2011.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - PNMC** -. Versão para Consulta Pública. Setembro, 2008.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2012 – Ano base 2011: Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. 51 p. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2012.pdf. Acesso em: 8 out. 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional – BEN**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategorialD=347>. Acesso em: 28 mar. 2010.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Cadernos de Energia EPE: perspectivas para o etanol no Brasil**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Petroleo/Paginas/Estudos_28.aspx. Acesso em: 29 jun. 2010.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Cadernos de Energia EPE: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Janeiro 2011 – Dezembro 2011**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/An%C3%A1lise%20de%20Conjuntura%20dos%20Biocombust%C3%ADveis%20-%20boletins%20peri%C3%B3dicos/An%C3%A1lise%20de%20Conjuntura%20dos%20Biocombust%C3%ADveis%20%E2%80%93%20Ano%202011.pdf>. Acesso em: 9 out. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030/ Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética**. Brasília: MME: EPE, 2007. p. 324 : il.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética**. _ Brasília: MME: EPE, 2007. 12 v. : il.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis: departamento de Combustíveis Renováveis**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/spg/menu/publicacoes.html>. Acesso em: 15 jan. 2011.

_____. Ministério de Minas e Energia. **PLANO NACIONAL DE ENERGIA- 2030** - Novembro, 2007. 324 pág.

_____. Ministério de Minas e Energia. COPPE. **Dossiê biodiesel**. Disponível em: <http://sistemas.mda.gov.br/condraf/arquivos/1372414257.pdf>. Acesso em: 19 set. 2011.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. **O agronegócio das plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel**. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2006. 256 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/Soja/>. Acesso em: 20 jan. 2011.

CERRI, C.C.; MAIA, S.M.; GALDOS, M.V.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 831-843, Nov./Dec. 2009.

CRUZ, L.; BARATA, E. **Estrutura económica, intensidade energética e emissões de CO₂**: uma abordagem input-output. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra – Portugal, 2007. (Estudos do GEMF, 08-2007). Disponível em: <http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2007/gemf_2007-08.pdf > Acesso em: 29 mar. 2010.

DIAS, G.L.S. **Um desafio novo**: o biodiesel. *Estud. av.* [online]. 2007, v. 21, n. 59, p. 179-183. ISSN 0103-4014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a13v2159.pdf> Acesso em: 9 out. 2012.

FACHINELLO, A.L. **Avaliação do impacto econômico de possíveis surtos da gripe aviária no Brasil**: uma análise de equilíbrio geral computável. 2008. 160 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FEARNSIDE, P.M. Global warming response options in Brazil’s forest sector: comparison of project-level costs and benefits. **Biomass and Bioenergy**, Vancouver, v. 8, n. 5, p. 309-322, 1995.

FEARNSIDE, P.M. Forests and global warming mitigation in Brazil: opportunities in the Brazilian forest sector for responses to global warming under the “clean development mechanism”. **Biomass and Bioenergy**, Vancouver, v. 16, n. 3 p. 171-189, 1999.

FRONDIZI, I.M.R.L. **O mecanismo de desenvolvimento limpo**: guia de orientação 2009. Rio de Janeiro: Ed. Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. 136 p.

FERREIRA FILHO, J.B. de S.; ROCHA, M.T. Economic evaluation of public policies aiming the reduction of greenhouse gas emissions in Brazil. **Journal of Economic Integration**, Purdue, v. 23, n. 3, 2007. Suplemento. Apresentado no ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 10. West Lafayette, IN, USA. 2007. Disponível em: https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=2295. Acesso em: 15 mar. 2010.

FERREIRA FILHO, J.B.S.; HORRIDGE, M.J. The Doha development agenda and Brazil: distributional impacts. **Review of Agricultural Economics**, Washington, v. 28, n. 3701, p. 362, 2006a.

FERREIRA FILHO, J.B.S. HORRIDGE, M.J. Economic integration, poverty and regional inequality in Brazil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 363-387, 2006b.

FIGUEIRA, S.R.; BURNQUIST, H.L. Perspectivas para o setor sucroalcooleiro brasileiro nos programas de álcool combustível da União Européia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2005. p. 1-1.

GALDOS, M.; CAVALETT, O.; SEABRA, J.E.A.; NOGUEIRA, L.A.H.; BONOMI, A. Trends in global warming and human health impacts related to Brazilian sugarcane ethanol production considering black carbon emissions. **Applied Energy**, Londres, v. 104, n. 1, p. 576–582, 2013.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, New York, v. 315, n. 5813. p. 808-810, fv. 2007.

GNANSOUNOU, E.; DAURIAT, A.; VILLEGAS, J.; PANICHELLI, L. Life cycle assessment of biofuels: energy and greenhouse gas balances. **Bioresource Technology**, New York, v. 100, p. 4919–4930, 2009.

HILGEMBERG, E.M.; GUILHOTO, J.J.M.; HILGEMBERG, C.M.A. T. Uso de combustíveis e emissões de CO₂ no Brasil: um modelo inter-regional de insumo produto. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., Natal, 2005. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A135.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003**: microdados. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2005**: microdados. Rio de Janeiro, 2006a.

_____. **Pesquisa agrícola municipal 2005**. Rio de Janeiro, 2006b.

_____. **Pesquisa industrial anual 2005**. Rio de Janeiro, 2006c.

_____. **Pesquisa anual de serviços 2005**. Rio de Janeiro, 2006d.

_____. **Matriz de insumo-produto 2005**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo_produto/. Acesso em: 10 mar. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. **Mapeamento tecnológico do biodiesel e tecnologias correlatas sob o enfoque dos pedidos de patentes**. Mundo. 2008. v. 1.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Indicadores da economia brasileira**. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 Sep. 2011.

LAPOLA, D.M.; SCHALDACH, R.; ALCAMO, J.; BONDEAU, A.; KOCH, J. KOELKING, C.; PRIESS, J.A. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Arizona, v. 107, n. 8, p. 3388-3393; Fev. 2010.

LOPES, R.L. **Efeitos de uma restrição na emissão de CO₂ na economia brasileira**. 2003. 170 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada. Piracicaba) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MACEDO, I.C., SEABRA, J.E.A.; SILVA, E.A.R. Greenhouse gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass and Bioenergy**, Londres, v. 32, n. 7, p. 582-595, 2008.

MACEDO, I.C. Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos Avançados**. v. 21, n. 59, p. 157-165, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a11v2159.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2012.

MACEDO, I. de C; LEAL, M.R.L.V.; da SILVA, J.E.A.R. **Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso de etanol no Brasil**. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 2004. 32 p.

MELO, A.S.; MOTA, D.G.; LIMA, R.C. Uma análise da relação entre os preços dos biocombustíveis e das culturas alimentares no Brasil: o caso do setor sucroalcooleiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 46. 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER: 2008. p. 1-14.

MENDES, A.P. do AMARAL.; COSTA, R. da CUNHA. Mercado brasileiro de biodiesel e perspectivas futuras. **Biocombustíveis**, BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 31, p. 253-280, 2010.

MORAIS, G.I. **Efeitos econômicos de cenários de mudança climática na agricultura brasileira**: um exercício a partir de um modelo de equilíbrio geral computável. 2010. 267 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MORI, J.L.; MORAES, M.A.F.D. Características do mercado do álcool anidro e hidratado e suas implicações para o mercado de combustíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SOBER, 2007. p. 6-15.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - NAE. **Cadernos NAE**: processos estratégicos de longo prazo. Brasília, v. 1, n. 3, p. 252, fev. 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Economics assessment of biofuel support policies**. Paris, 2008. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/10/40990370.pdf>. Acesso em: 21 set. 2011.

PAMBUDI, D.D. **Regional strategies to attract investment**: using a computable general equilibrium model of Indonesia. 2005. 157 p. Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Business and Economics, Monash University, Melbourne, 2005.

REIJNDERS, L.; HUIJBREGTS, M.A.J. Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 477-482, 2008.

SANHUEZA, E. Potential emissions of Kyoto and non-Kyoto climate active compounds in the production of sugarcane ethanol. **Interciencia**, Buenos Aires, v. 34, n. 1, p. 8-16. Jan. 2009

SANTOS, C.V. dos. **Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar**: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional. 2006. 139 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SILVA, J.G; GURGEL, A.C. impactos econômicos de cenários de políticas climáticas para o Brasil. **Pesquisa Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 93-135; 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudança Climática IPCC/ONU**: novos cenários climáticos. Paris, 2007. 21 p.

SEARCHINGER, T.; HEIMLICH, R.; HOUGHTON, R.A.; DONG, F. ELOBEID, A.; FABIOSA, J.; TOKGOZ, S.; HAYES, D.; HSIANG YU, T. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. **Science**, Washington, v. 319, n. 5867, p. 1238-1240, Fev. 2008.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.; TIGNOR, M.B; MILLER, H.L. (Eds.). **The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.**, Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

STERN, N. **The economics of climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 712 p.

TOURINHO, O.A.F.; DA MOTTA, R.S.; ALVES, Y.L.B. **Uma aplicação ambiental de um modelo de equilíbrio geral**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. 50 p. (Texto para discussão, 976). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/pub/td/2003/td_0976.pdf. Acesso em: 20 mar. 2010.

TIMILSINA, G.R.; MEVEL, S. **Biofuels and climate change mitigation A EGC Analysis Incorporating Land-Use Change**. Washington: World Bank. 2011. 29 p.

TIMILSINA, G.R.; MEVEL, S; SHRESTHA, A. **World oil price and biofuels. A General Equilibrium Analysis**. Washington: World Bank. 2011. 29 p.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – ÚNICA. **Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil (ciclo Otto) por tipo de combustível**. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=54> Acesso em: 8 out. 2012.

VERGILI, L. enviado pelo e-mail: <liege@abiec.com.br>. Liège Vergili. Acesso em: 8 fev. 2011.

ANEXOS

(Continua)

PAÍS ou REGIÃO (SITUAÇÃO)	
AMÉRICA LATINA	
América Central	El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua e Costa Rica prevêem uma produção de cerca de 500 milhões de litros até 2010, suficientes para atender a uma mistura de 10% na gasolina.
Colômbia	Desde de 2006 já se usa E10 nas cidades com mais de 500 mil habitantes: Bogotá, Cáli, Medellin, Barranquilla, Cartagena e Bucaramanga. Para atender a tal demanda são necessários, aproximadamente: 150 mil hectares de cana-de-açúcar e 9 destilarias para produzir 985 milhões de litros de etanol ao ano. O País planeja aumentar a mistura para 20% a partir de 2012.
Equador	Terá início em julho de 2009, o Projeto Piloto na cidade de Guayaquil, misturando 5% de etanol a gasolina. A demanda de 40 mil litros/dia deverá ser atendida por produção doméstica a partir de cana.
México	O País tem planos de produzir 200 milhões de litros de etanol para atender a uma mistura de 2% na cidade de Guadalajara, a partir do quarto trimestre de 2010. Dependendo do resultado, a mistura pode ser estendida para a Cidade do México (demanda adicional de 530 milhões de litros ao ano) e para a cidade de Monterrey (demanda adicional de 150 milhões de litros ao ano) a partir de 2012. Para atender a tal demanda será necessário modernizar as usinas que já produzem álcool para outros fins. No caso do biodiesel, o País pretende misturar 5% a partir de 2012, mas a indústria ainda está em fase muito inicial. O governo mexicano planeja investir na produção de oleaginosas para biodiesel também: seriam 300 mil hectares de palmáceas cultivadas em 2012 em nove estados.
Paraguai	O Programa Nacional de Biocombustíveis (PNBIO) foi estabelecido em abril de 2008. Em 2008, a produção nacional de biodiesel foi de cerca de 30 milhões de litros e a de etanol de cerca de 70 milhões de litros. Em 2009 definiu-se a mistura obrigatória de 5% de biodiesel no diesel. Em março de 2009 mistura de etanol na gasolina foi elevada de 18 para 24%.
Peru	Em outubro de 2008 foi publicado Decreto que regulamenta a Lei Nacional de Agrocombustíveis. A partir de 2009 iniciou-se a mistura obrigatória de 2% de biodiesel e tal mistura subirá para 5% em 2012. No caso do etanol, a mistura entrará em vigor em 2015 com 5%.
Venezuela	O país planeja usar a mistura E10 e hoje em dia conta com importações do Brasil e produção doméstica. A Petrobras e a Petroleos de Venezuela S.A (PDVSA) firmaram um acordo pelo qual a empresa brasileira já começou a exportar etanol para aquele país em lotes mensais de 25 milhões de litros. O projeto de desenvolvimento agroindustrial na Venezuela deve estar totalmente implantado em 2012 com 14 destilarias no país. Serão gerados 800 mil empregos diretos e indiretos e produzidos 20 mil barris diários de etanol a partir de 300 mil hectares de cana plantada.
Argentina	A regulamentação argentina estabelece que a partir de 01 de janeiro de 2010 será obrigatória a mistura de 5% de etanol na gasolina e de biodiesel no diesel mineral. Em 2010 a demanda por etanol será de cerca de 250 milhões de litros e por biodiesel de cerca de 715 milhões de litros. O País tem planos de atender a demanda doméstica com folga e se tornar exportador de biocombustíveis dentro de poucos anos.
AMÉRICA DO NORTE	
Estados Unidos	O país produziu 34 bilhões de litros em 2008 por conta da entrada em operação de 31 novas destilarias. Atualmente, são 139 destilarias com capacidade de produção de cerca de 38 bilhões de litros. O nível de mistura é diferente de acordo com o estado sendo Minnesota o estado com o maior nível de mistura, 10%. A produção americana ocorre atualmente em 26 diferentes estados. Existem também incentivos aos veículos E85, mas as 1.900 bombas para este tipo de combustível ainda estão restritas a regiões produtoras de etanol. O RFS (Renewable Fuels Standard) determina um consumo de 42 bilhões de litros de biocombustíveis em 2009 e o etanol deverá responder por cerca de 40 bilhões desta demanda.
Canadá	Para atender aos compromissos do Protocolo de Quioto, o Canadá pretende substituir o consumo de 35% de sua gasolina com misturas de 10% de etanol, o que vai implicar na produção de 1,3 bilhão de litros. Para isso, 7 destilarias são planejadas dentro do Programa de Expansão do Etanol, sendo que as novas destilarias terão uma capacidade de produzir até 760 milhões de litros. Os estados de Ontário, Saskatchewan e Manitoba já contam com instrumentos de incentivo à produção como subsídios, incentivos fiscais e obrigatoriedade de mistura. Além disso, também têm sido incentivados projetos para carros flex do tipo E85. Embora os projetos estaduais estejam em funcionamento as perspectivas para adoção da mistura em nível nacional ainda são baixas.
ÁSIA / OCEANIA	
China	Desde 2001, promove o uso de etanol em projetos piloto em 5 cidades da região Central e Nordeste do país (Zhengzhou, Luoyang e Nanyang na província de Henan e Harbin e Zhaodong na província de Heilongjiang). A destilaria de Jilin Tianhe, a maior do mundo, está produzindo cerca de 900 milhões de litros por ano, mas tem capacidade para produzir até 1,2 bilhão de litros. A China aprovou a mistura de 10 por cento de etanol na gasolina em seis províncias e regiões, com a meta de misturar 2,5 bilhões de litros de etanol na gasolina até 2010 e 12,5 bilhões de litros até 2020. No entanto, sua capacidade de produção de etanol gira em torno de 1,9 bilhão de litros por ano, sendo que 1,6 bilhão de litros utiliza grãos como insumo. Com a decisão de somente apoiar a produção de etanol com matérias-primas que não causem conflito com a produção de alimentos o programa de etanol do país deve se estagnar no curto prazo. No caso do biodiesel, o país vai começar a mistura B5 como projeto piloto em Beijing, Shanghai e Guangzhou. Em 2010 o país pretende consumir 200 mil toneladas de biodiesel e em 2020, 2 milhões de toneladas.
Índia	Desde de 2003, o governo indiano determinou o uso de mistura E5 em dez estados, além de beneficiar o etanol com isenção de imposto sobre valor agregado. Os produtores de açúcar planejam construir 20 novas destilarias. As 10 destilarias existentes estão em Uttar Pradesh, Maharashtra e Tamil Nadu. O E5 representa uma demanda anual de 600 milhões de litros, porém problemas de safra canavieira e alta demanda por álcool para fins industriais tem dificultado a oferta de álcool combustível no país. A capacidade de produção atual é de cerca de 1,7 bilhão de litros, com capacidade instalada para até 2,7 bilhões.
Tailândia	A Tailândia estabeleceu a mistura E10 a partir de 2007, o que representava uma demanda 1,5 bilhão de litros. Desde então, 9 novas destilarias foram construídas. Os produtores contam com diversos incentivos tributários, assim como os veículos Flex. As matérias-primas usadas são melaço de cana e mandioca e a capacidade total de produção deve chegar a 3 milhões de litros ao final de 2009.

Quadro 1 - Programas de Produção de Biocombustíveis no mundo

Fonte: BRASIL (2009)

PAÍS ou REGIÃO (SITUAÇÃO)

Austrália	O governo australiano vem tentando estimular o uso do etanol desde de 2000 por meio de incentivos tributários e subsídios aos produtores, visando produzir 350 milhões de litros até 2010, o que seria suficiente para substituir 1% de toda a demanda por combustível. O governo continua dando suporte aos biocombustíveis por meio de isenção tributária, embora este benefício deva começar a diminuir em 2011/12 até terminar em 2015/16. A capacidade estimada de produção de etanol é de 180 milhões de litros e de biodiesel de 75 milhões de litros. A produção de etanol deverá crescer em 2010. No total, a produção de etanol e biodiesel em 2010 deverá exceder em 15 milhões de litros, sendo que o objetivo de governo seria produzir 350 milhões de litros. O governo da Indonésia, por meio de Decreto presidencial, resolveu que em 2030 a participação dos biocombustíveis na matriz energética do país deverá ser de 5%. As matérias-primas com as quais se tem trabalhado atualmente visando à produção de biocombustíveis são: cana-de-açúcar e mandioca, para produção de etanol; palma e Jatropha, para o biodiesel. Outras fontes estão sendo estudadas: sorgo doce, saço e milho, para o caso do etanol; e, coco, sementes de Hevea braziliancis, Aleurites molucana e alga, para o biodiesel. As metas de uso de biocombustíveis são misturas de etanol e biodiesel de 10% em 2010, 15% em 2015 e 20% em 2020.
Indonésia	
Malásia	O Governo da Malásia continua com a intenção de adotar a mistura de 5% de biodiesel no diesel mineral, mas por enquanto o foco da produção tem sido para exportação para União Européia e Estados Unidos. A capacidade de produção das 12 usinas do país é de cerca de 1,35 milhões de litros de biodiesel.

EUROPA

União Européia	Uma Diretiva não obrigatória da Comissão Européia de 2003 sugeriu aos países da UE que substituíssem em 2% a demanda de combustíveis veiculares por biocombustíveis até o final de 2005 e 5,75% até 2010. Em 2007, uma nova Diretiva traçou o plano de uso de energias renováveis. Segundo esta Diretiva, a UE deverá ter 20% de energias renováveis em sua matriz em 2020, sendo a participação mínima dos biocombustíveis de 10% do consumo de combustíveis do setor de transportes.
França	A França permanece o segundo maior produtor e consumidor europeu de biocombustíveis, devido aos incentivos fiscais. Em 2007, os biocombustíveis alcançaram uma participação de 3,5% do consumo total de combustíveis no país. Embora, tenha surgido uma preocupação com relação á sustentabilidade da produção, a indústria francesa continua avançando para cumprir a meta nacional de 7% de participação de biocombustíveis em 2010. As cotas de produção são de 3,2 milhões de toneladas de biodiesel e de 1,5 milhão de litros de etanol.
Alemanha	A Alemanha reviu seus planos de mistura de biocombustíveis em 2008. As metas foram reduzidas. Outra mudança importante foi que a partir de 2015 o parâmetro que vai definir o nível de mistura vai mudar de conteúdo energético para nível de redução de emissões de gases de efeito estufa. Entre 2010 e 2014 as metas de mistura de biodiesel e etanol serão respectivamente, 4,4% e 2,8%.
Espanha	Espanha aprovou o uso compulsório do biocombustível numa proporção de 3,4% em 2009, subindo para os 5,8% em 2010 e 7% em 2011.
Suécia	Suécia é um dos países mais favoráveis e que mais incentiva a produção de uso de biocombustíveis na Europa. O E5 tem sido usado em diversos locais do país desde 2003 e o E85 agora está disponível em cerca de 280 postos de abastecimento. Grande parte do etanol consumido no País é importado do Brasil. Carros que usam biocombustíveis recebem isenção de impostos. A Suécia espera alcançar a mistura de 10% de etanol e 7% de biodiesel a partir de julho de 2010.

ÁFRICA

África do Sul	A estratégia do País é de avaliar a possibilidade da produção e uso de biocombustíveis por meio de um projeto piloto de 5 anos para inserir cerca de 400 milhões de litros ou 2% na matriz de combustíveis líquidos. Tal projeto faz parte do plano em nível nacional de contar com 30% de energia renovável em 2013. As propostas de mistura são de 2% de biodiesel e 8% de etanol. As matérias-primas para a produção destes biocombustíveis serão soja, canola e girassol para biodiesel e cana-de-açúcar e beterraba para etanol.
Zimbábue	Nos últimos 20 anos, o país tem utilizado uma mistura de etanol na gasolina: começou em 15% e passou para 12% devido ao aumento na demanda por combustíveis. No caso do biodiesel, o País tem planos de substituir 10% do diesel mineral com biodiesel de jatropha, soja, algodão e girassol até 2017, o que representaria cerca de 100 milhões de litros ao ano.
Nigéria	Memorando de Entendimento entre a Petrobras e a estatal nigeriana NNPC (Nigerian National Petroleum Corporation) estabelece meios de cooperação para implementação da mistura de etanol na gasolina na Nigéria. Além das importações, o País está investindo na produção doméstica usando o sorgo-doce como matéria-prima. Há um projeto em andamento para construção de 10 destilarias em 10 diferentes estados da Nigéria, num valor estimado de 100 milhões de dólares.
Sudão	O Sudão inaugurou em 2009 a primeira destilaria de etanol da África construída por uma empresa de equipamentos brasileira. O País aproveitou sua já existente produção de cana-de-açúcar para produção de açúcar e incorporou a produção do combustível renovável. A produção da destilaria vai começar com 65 milhões de litros e será expandida para 200 milhões de litros ao ano até 2011.

Quadro 1 - Programas de Produção de Biocombustíveis no mundo

Fonte: BRASIL (2009)

1979 - Primeira Conferência Mundial sobre Clima
1988 - Estabelecimento do IPCC
1990 - Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC
Segunda Conferência Mundial sobre o Clima
Assembleia Geral da ONU anuncia negociações de uma convenção internacional sobre a mudança do clima
1992 - O Comitê Intergovernamental de Negociação (<i>Intergovernmental Negotiating Committee – INC</i>) adota a CQNUMC
Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92)
CQNUMC é aberta para assinaturas
1994 - CQNUMC entra em vigor
1995 - COP 1 – Berlim, Alemanha
A adoção dos Mandatos de Berlim (<i>Berlin Mandates</i> , decisão 1/CP.1) permitiu estipular limites de emissão de GEE
Segundo Relatório de Avaliação do IPCC
1996 - COP 2 – Genebra, Suíça
1997 - COP 3 – Quioto, Japão. Adotado o Protocolo de Quioto (decisão 1/CP.3)
1998 - COP 4 – Buenos Aires, Argentina. Criação do Plano de Ação de Buenos Aires (<i>Buenos Aires Plan of Action</i> , decisões de 1 a 8/CP.4)
1999 - COP 5 – Bonn, Alemanha
2000 - COP 6 – Haia, Países Baixos
2001 - COP 6 reconvocada – Bonn – acordo político sobre as modalidades do Protocolo de Quioto
- COP 7 – Marraqueche, Marrocos. Finalização da regulamentação do Protocolo de Quioto (“Acordos de Marraqueche”)
Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC
2002 - Cúpula Mundial Sobre Desenvolvimento Sustentável
- COP 8 – Nova Delhi, Índia. Declaração de Nova Delhi – Regulamentação de Projetos de MDL de Pequena Escala
2003 - Conferência Mundial sobre Mudanças Climáticas – Moscou, Rússia.
COP 9 – Milão, Itália. Regulamentação de Projetos MDL de Florestamento e Reflorestamento
2004 - COP 10 – Buenos Aires, Argentina. Regulamentação de Projetos Pequena Escala de Florestamento e Reflorestamento
2005 - COP 11 e COP/MOP 1 – Montreal, Canadá.
Primeira COP com o Protocolo de Quioto já em vigor
Primeira COP/MOP, estabelecimento do grupo ad hoc para negociar as metas do segundo período de compromisso do Protocolo
(Artigo 3.9 do Protocolo)
2006 - COP 12 e COP/MOP 2 – Nairobi, Quênia
2007 - COP 13 e COP/MOP 3 – Bali, Indonésia
Quarto Relatório de Avaliação do IPCC
2008 - COP 14 e COP/MOP 4 – Poznan, Polônia
2009 - COP 15 e COP/MOP 5 – Copenhague, Dinamarca
2010 - COP 16 e COP/MOP 6 – Cancún, México
2011 - COP 17 e COP/MOP 7 – Durban, África do Sul
2012 - COP 18 e MOP 8, Doha, Qatar

Quadro 2 – Cronologia dos principais eventos sobre mudanças climáticas – IPCC/ONU

Fonte: Adaptado de Frondizi (2009).

MIP (base 2005)	INVENTÁRIO DE EMISSÕES (base 2005)
Setor Produtivo	
1 Arroz	Atividade (Cultura do Arroz + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Solos Orgânicos + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
2 OutAgrícolas	Atividade (Emissões solteiras associadas a queima resíduo agrícola + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel) + Combustíveis (Outros Produtos Agrícolas + Carvoarias)
3 CanaAcucar	Atividade (Cana-de-Açúcar + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
4 Soja	Atividade (Fixação Biológica + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
5 Algodao	Atividade (Queima de Resíduos Agrícolas (Algodão) + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
6 Silvicultura	Atividade (Mudança do Uso do Solo para Mudança nos Estoques de Biomassa em Florestas e em Outras Formações Lenhosa + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas)+ Combustíveis (Subsetor Energético: carvoarias) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
7 GadoCorte	Atividade (Fermentação Entérica (gado de corte) + Manejo de Dejetos de Animais (gado de corte) +Parcela de Solo Agrícola (Manejo de Dejetos de Animais +Animais Pastagens) + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
8 GadoLeite	Atividade: Fermentação Entérica (gado de leite) + Manejo de Dejetos de Animais (gado de leite) +Parcela de Solo Agrícola (Manejo de Dejetos de Animais +Animais Pastagens) + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas
9 OutAnimais	Atividade (Fermentação Entérica (outros animais) + Manejo de Dejetos de Animais (outros animais) +Parcela de Solo Agrícola (Manejo de Dejetos de Animais +Animais Pastagens) + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
10 Avicultura	Atividade (Manejo de Dejetos de Animais (dejeito de aves) +Parcela de Solo Agrícola (Manejo de Dejetos de Animais) para avicultura + Parcela Fertilizantes sintéticos + Parcela Resíduos Agrícolas + Parcela Emissões indiretas) + Combustíveis (Parcela de Óleo Combustível e Óleo Diesel)
11 ExtPetrGas	Combustíveis: Subsetor industrial: (Parcela Mineração e pelotização) + Emissões Fugitivas (Extração e Transporte de Petróleo e Gás Natural)
12 ExtratMiner	Combustíveis: Subsetor industrial (Parcela Mineração e pelotização)+ Atividade utilizada de acordo com as parcelas da MIP
13 CarvaoOut	Combustíveis: Subsetor industrial (Parcela Mineração e pelotização) + Emissões Fugitivas (Mineração de Carvão)
14 FabMinNonMet	Combustíveis: Subsetor Energético (Produção de Cimento) + Atividade: Processos Industriais (Produção de cimento + Produção de Cal)
15 AlimBebida	Combustíveis: Subsetor industrial (Alimentos e bebidas) + Atividade: Processos Industriais (Alimentos e bebidas)
16 OleoSoja	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
17 Sebo	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
18 IndTextil	Combustíveis: Subsetor industrial (Têxtil) + Atividade utilizada de acordo com as parcelas da MIP
19 IndDiversas	Combustíveis: Subsetor industrial (Cerâmica + Outras Indústrias) + Atividade: Parcela no uso de solventes
20 PapelGrafica	Combustíveis: Subsetor industrial (Papel e celulose) + Atividade: Processos Industriais (Produção de papel e celulose) + Atividade: Parcela no uso de solventes
21 OleoCombust	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com a MIP
22 Gasolina	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizada de acordo com as parcelas da MIP
23 Gasoalcool	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
24 OleoDiesel	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
25 Biodiesel	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
26 OutProdRefin	Combustíveis: Consumo não energético

Quadro 3 – Compatibilização dos dados do inventário de emissões de 2010 com os setores da Matriz de Insumo - Produto do Brasil de 2005

(Conclusão)

MIP (base 2005)	INVENTÁRIO DE EMISSÕES (base 2005)
Setor Produtivo	
27 Alcool	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com a MIP
28 ProdQuimInor	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com a MIP
29 IndQuimica	Combustíveis: Subsetor industrial (Química) + Atividade: Processos Industriais (Produção de Amônia + Produção de Ácido Nítrico + Produção de Ácido Adípico + Produção de HCFC 22)
30 OutQuimicos	Atividade: Processos Industriais (Outras Indústrias) + Emissões solteiras associadas a processos industriais
31 ConstCivil	Atividade: Parcela no uso de solventes
32 OutMetalurg	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com a MIP
33 Siderurgia	Combustíveis: Subsetor Industrial (Ferroligas + Ferro gusa e aço) + Atividade: Processos Industriais (Produção de Ferro-gusa e aço)
34 MetalurNFerr	Combustíveis: Subsetor industrial (Não ferrosos) + Atividade: Processos Industriais (Produção de Alumínio)
35 FabMaqVeic	Atividade: Processos Industriais (Consumo em equipamentos de refrigeração) + Atividade: Parcela no uso de solventes
36 MaterEletric	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
37 FabEqEletric	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
38 SIUP	Combustíveis: Subsetor Energético (Centrais Elétricas Serviço Público + Centrais Elétricas Autoprodutoras + Consumo Setor Energético) + Atividade: Processos Industriais (Consumo em equipamentos elétricos) + Tratamento Resíduos Lixo e Esgoto
39 Comercio	Combustíveis: Subsetor Comercial
40 Transporte	Combustíveis: Subsetor Transporte
41 Servicos	Separação das emissões no uso de tipos de combustível e Atividade utilizados de acordo com as parcelas da MIP
MIP (base 2005) Demanda Final	INVENTÁRIO DE EMISSÕES (base 2005)
42 HOU	Combustíveis: Subsetor Residencial + Subsetor Público + Atividade: Parcela no uso de solventes
43 INV	Não caracterizado como setor emissor
44 GOV	Na MIP o governo não consome combustível, de modo que não há como distribuir estes valores mais adiante. Será agregado ao consumo das famílias, que de qualquer modo seria agregado.
45 EXP	Não caracterizado como setor emissor

Quadro 3 – Compatibilização dos dados do inventário de emissões de 2010 com os setores da Matriz de Insumo - Produto do Brasil de 2005.

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Setores	Descrição	Setores	Descrição
Produtos e Indústrias			
1 Arroz	Cultura do Arroz	24 OleoDiesel	Óleo Diesel
2 OutAgrícolas	Outros Produtos Agrícolas	25 Biodiesel	Biodiesel
3 CanaAcucar	Cultura da Cana-de-Açúcar	26 OutProdRefin	Outros Produtos do Refino
4 Soja	Cultura da Soja	27 Alcool	Álcool
5 Algodao	Cultura do Algodão	28 ProdQuimInor	Produtos Químicos Inorgânicos
6 Silvicultura	Silvicultura	29 IndQuimica	Indústria Química
7 GadoCorte	Gado de Corte	30 OutQuimicos	Outros Produtos Químicos
8 GadoLeite	Gado de Leite	31 ConstCivil	Construção Civil
9 OutAnimais	Outros Animais	32 OutMetalurg	Outros Produtos da Metalurgia
10 Avicultura	Avicultura	33 Siderurgia	Siderurgia
11 ExtPetrGas	Extração de Petróleo e Gás	34 MetalurNFerr	Metalurgia não Ferrosos
12 ExtratMiner	Extração de Minério	35 FabMaqVeic	Fabricação de Máquinas e Veículos
13 CarvaoOut	Carvão e Outros Produtos do Minério	36 MaterEletric	Material Elétrico
14 FabMinNonMet	Fabricação de Minerais não Metálicos	37 FabEqEletric	Fabricação de Equipamento Elétrico
15 AlimBebida	Alimentação e Bebida	38 SIUP	Electricidade, Água, Gás, Esgoto e Limpeza Pública.
16 OleoSoja	Óleo de Soja	39 Comercio	Comércio
17 Sebo	Sebo	40 Transporte	Transporte
18 IndTextil	Indústria Têxtil	41 Servicos	Serviços
19 IndDiversas	Indústrias Diversas	Demanda Final	
20 PapelGrafica	Indústria do Papel e Gráfica	42 HOU	Consumo das Famílias
21 OleoCombust	Óleo Combustível	43 INV	Investimento
22 Gasolina	Gasolina	44 GOV	Consumo do Governo
23 Gasoalcool	Gasoalcool	45 EXP	Exportações

Quadro 4 - Produtos, indústrias e demanda final do modelo

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Tabela 18 – Matriz de Emissões do Setor Produtivo e Demanda Final por Fonte Emissora (2005) – CO2 equivalente em Gg

S. Produtivo-D. Final/Fonte	1 ExtPetrGas	2 CarvaoOut	3 Gasolina	4 Gasoalcool	5 OleoCombust	6 OleoDiesel	7 OutProdRefin	8 Activity	Total
1 Arroz	0,00	0,00	0,00	4,79	1,70	449,41	5,80	18.992,70	19.454,40
2 OutAgrícolas	0,00	0,00	0,00	80,04	63,40	4.790,90	62,15	14.564,13	19.560,62
3 CanaAcucar	0,00	0,00	0,00	17,97	2,02	1.033,97	13,32	11.389,70	12.456,98
4 Soja	0,00	0,00	0,00	27,58	5,02	1.954,23	25,20	7.371,67	9.383,70
5 Algodao	0,00	0,00	0,00	6,93	1,75	417,26	5,38	5.993,43	6.424,76
6 Silvicultura	0,00	0,00	0,00	12,50	1,90	767,16	9,89	-69.784,01	-68.992,57
7 GadoCorte	0,00	0,00	0,00	33,89	182,77	1.721,34	23,49	266.354,72	268.316,21
8 GadoLeite	0,00	0,00	0,00	16,09	75,41	804,24	10,90	43.898,01	44.804,65
9 OutAnimais	0,00	0,00	0,00	6,01	32,46	305,10	4,16	32.794,23	33.141,97
10 Avicultura	0,00	0,00	0,00	24,64	120,91	1.050,72	14,41	11.940,22	13.150,90
11 ExtPetrGas	3.786,62	0,00	129,13	0,65	91,78	3.064,91	0,22	15.971,67	23.044,98
12 ExtratMiner	48,03	2.157,54	19,16	1,96	3.688,61	2.748,58	68,18	0,00	8.732,05
13 CarvaoOut	0,00	21,45	0,00	0,03	29,09	74,81	0,88	1.988,94	2.115,20
14 FabMinNonMet	0,01	207,17	0,00	58,99	1.560,86	511,00	418,02	19.705,00	22.461,05
15 AlimBebida	0,14	1,61	0,00	235,32	2.848,93	2.968,47	285,06	0,00	6.339,53
16 OleoSoja	0,01	0,03	0,00	12,03	502,77	354,08	3,20	0,00	872,12
17 Sebo	0,00	0,00	0,00	0,06	1,94	1,37	0,05	0,00	3,42
18 IndTextil	0,00	0,15	0,00	75,05	724,16	930,92	685,96	0,00	2.416,23
19 IndDiversas	0,03	1,77	0,00	87,89	1.696,66	1.773,80	4.141,29	0,00	7.701,43
20 PapelGrafica	0,00	238,02	0,00	297,42	432,45	117,18	468,13	0,00	1.553,21
21 OleoCombust	9.354,58	0,00	673,10	15,13	0,00	23,93	3,22	0,00	10.069,96
22 Gasolina	15.546,79	3,75	1.115,87	25,08	18,60	41,99	45,71	0,00	16.797,79
23 Gasoalcool	11,53	0,00	1,14	39,80	20,20	328,04	58,81	0,00	459,53
24 OleoDiesel	35.047,04	0,00	2.521,78	56,69	0,00	89,64	12,07	0,00	37.727,22
25 Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
26 OutProdRefin	24.426,95	5,89	1.752,04	80,71	256,56	221,42	589,96	0,00	27.333,52
27 Alcool	0,00	0,00	0,00	19,62	326,64	269,69	0,18	0,00	616,14
28 ProdQuimInor	49,39	181,54	0,00	1,49	934,73	116,53	1.846,90	0,00	3.130,57
29 IndQuimica	54,68	135,56	4,72	196,67	824,51	298,69	1.974,75	8.905,06	12.394,63
30 OutQuimicos	95,62	18,49	38,33	3,50	92,45	16,87	534,60	3.736,10	4.535,96
31 ConstCivil	1,63	2,20	0,59	153,30	7,02	5.465,22	170,33	0,00	5.800,29
32 OutMetalurg	0,24	1.943,21	0,00	12,57	890,02	159,83	348,25	0,00	3.354,10
33 Siderurgia	0,00	14.315,76	0,00	0,94	835,99	168,70	337,77	38.283,00	53.942,16
34 MetalurNFerr	0,00	0,05	0,00	41,60	705,87	389,47	70,64	3.372,57	4.580,20
35 FabMaqVeic	1,01	44,42	0,29	146,98	2.262,03	2.186,72	671,33	2.969,20	8.281,98
36 MaterEletric	0,00	0,03	0,00	188,65	49,33	2.342,34	178,34	0,00	2.758,67
37 FabEqEletric	0,00	0,44	0,00	46,39	234,17	398,10	811,31	0,00	1.490,40
38 SIUP	5.707,01	0,00	0,00	730,96	2.366,74	3.691,78	0,88	41.086,40	53.583,77
39 Comercio	0,07	2,70	0,00	1.622,84	8,41	6.483,61	129,87	0,00	8.247,50
40 Transporte	0,00	0,00	0,00	1.269,51	2.110,78	50.690,77	1.747,18	0,00	55.818,24
41 Servicos	238,29	13,56	107,02	5.302,30	52,02	6.309,68	314,01	0,00	12.336,87
42 HOU	0,00	0,00	0,00	24.835,92	0,00	6.253,57	3.016,22	0,00	34.105,70
43 GOV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	94.369,66	19.295,31	6.363,18	35.790,47	24.060,64	111.786,02	19.108,01	479.532,74	790.306,04

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Tabela 19 – Matriz de Emissões dos Estados por Fonte Emissora (2005) – CO2 equivalente em Gg

Estado/Fonte	1 ExtPetrGas	2 CarvaoOut	3 Gasolina	4 Gasoalcool	5 OleoCombust	6 OleoDiesel	7 OutProdRefin	8 Activity	Total
1 Rondonia	54,49	8,49	0,59	0,00	83,35	530,69	23,10	14.323,98	15.024,70
2 Acre	12,46	2,50	0,32	0,00	16,63	162,96	7,08	2.957,76	3.159,71
3 Amazonas	468,97	123,11	16,99	38,30	324,97	2.826,04	463,62	4.133,19	8.395,18
4 Roraima	9,59	4,42	0,40	0,00	14,01	109,47	4,85	824,12	966,86
5 Para	234,07	1.098,14	9,13	41,16	1.081,68	2.641,22	156,42	19.927,53	25.189,33
6 Amapa	12,83	2,17	0,16	0,00	23,33	182,28	8,67	15,38	244,83
7 Tocantins	108,36	4,02	6,22	34,00	42,90	398,41	17,87	10.659,02	11.270,80
8 Maranhao	122,85	499,43	7,02	34,72	250,85	1.742,35	98,90	11.582,81	14.338,92
9 Piaui	176,77	3,13	11,15	62,63	50,75	508,32	28,06	7.821,64	8.662,45
10 Ceara	713,21	94,92	43,03	239,79	269,40	1.788,81	197,26	10.044,03	13.390,46
11 RGNorte	399,37	12,17	17,87	47,60	110,29	1.015,87	80,10	4.605,58	6.288,86
12 Paraiba	287,72	14,84	17,03	94,13	121,25	578,92	73,94	4.045,95	5.233,77
13 Pernambuco	367,63	195,91	12,58	56,91	416,07	2.261,59	331,73	10.546,08	14.188,50
14 Alagoas	158,77	9,54	7,79	39,37	166,71	726,30	101,21	3.352,62	4.562,33
15 Sergipe	315,21	7,61	9,99	12,53	107,04	755,79	63,95	3.704,04	4.976,16
16 Bahia	10.513,22	665,11	728,76	4.208,20	952,76	4.690,63	1.189,57	24.152,73	47.100,97
17 MinasG	6.312,44	7.287,76	420,17	2.354,99	3.665,36	10.700,39	1.491,96	60.656,30	92.889,38
18 EspSanto	270,38	1.544,37	17,03	78,38	1.283,96	3.444,14	248,64	6.839,05	13.725,95
19 RioJaneiro	18.614,49	2.922,95	1.210,64	6.494,11	1.483,98	11.141,26	1.449,21	30.450,35	73.766,99
20 SaoPaulo	37.362,16	3.435,20	2.617,93	15.031,48	7.960,76	35.189,89	8.242,56	64.607,17	174.447,15
21 Parana	8.893,38	198,81	614,72	3.582,23	1.597,48	8.536,18	1.206,75	19.143,06	43.772,63
22 StaCatari	408,32	189,91	11,61	38,65	1.090,94	5.192,24	1.011,36	14.998,88	22.941,92
23 RGSul	6.464,70	692,23	452,23	2.603,01	1.770,80	8.071,22	2.026,46	42.952,23	65.032,89
24 MtGrSul	423,84	45,88	27,13	153,90	235,65	1.417,92	82,62	30.052,06	32.439,01
25 MtGrosso	893,80	26,50	59,35	340,01	328,03	2.568,95	136,48	42.410,47	46.763,60
26 Goias	670,47	191,00	39,24	204,36	484,82	2.838,11	278,42	33.239,52	37.945,95
27 DF	100,15	15,17	4,11	0,01	126,85	1.766,06	87,21	1.487,18	3.586,75
Total	94.369,66	19.295,31	6.363,18	35.790,46	24.060,64	111.786,02	19.108,01	479.532,74	790.306,04

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Tabela 20 – Emissões da Indústria e Demanda Final Seleccionada por Fonte (Variação %)

Emissões por Fonte	1 ExtPetrGas		2 CarvaoOut		3 Gasolina		4 Gasoalcool		5 OleoCombust		6 OleoDiesel		7 OutProdRefin		8 Nível de Atividade	
	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T	SK Biod.T	Sk Et.T
3 CanaAcucar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	12,47	0,03	12,27	-11,54	11,82	0,00	12,26	-0,03	12,26
4 Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,91	0,05	4,86	0,07	-6,33	0,08	4,84	0,06	4,80	0,04
7 GadoCorte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,02	0,24	0,11	-10,36	0,11	0,21	0,09	0,18	0,08
11 ExtPetrGas	-3,10	-1,53	0,00	0,00	-3,17	-1,56	-3,26	-1,60	-3,18	-1,57	-14,14	-1,50	-3,19	-1,58	-3,24	-1,60
13 CarvaoOut	-0,02	0,02	-0,17	-0,06	0,00	0,00	-0,13	-0,04	-0,10	-0,02	-11,29	-0,01	-0,13	-0,04	-0,15	-0,05
16 OleoSoja	13,47	0,28	13,28	0,20	0,00	0,00	12,55	0,22	13,44	0,24	1,77	0,24	13,52	0,23	0,00	0,00
17 Sebo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,95	0,09	38,93	0,13	25,27	0,14	39,25	0,12	0,00	0,00
21 OleoCombust	0,69	0,57	0,00	0,00	0,56	0,50	0,61	0,51	0,00	0,00	-10,65	0,49	0,56	0,50	0,00	0,00
22 Gasolina	0,35	-11,52	0,19	-11,54	0,21	-11,63	0,22	-11,44	0,21	-11,63	-11,24	-11,17	0,22	-11,62	0,00	0,00
23 Gasoalcool	0,17	-12,41	0,00	0,00	0,12	-12,47	0,13	-12,41	0,20	-12,40	-11,24	-11,91	0,17	-12,42	0,00	0,00
24 OleoDiesel	-11,05	0,13	0,00	0,00	0,14	0,06	0,17	0,04	0,00	0,00	-11,21	0,07	0,14	0,06	0,00	0,00
25 Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	193,89	0,12	0,00	0,00
26 OutProdRefin	0,61	0,13	0,32	0,02	0,47	0,06	0,42	0,05	0,39	0,06	-11,08	0,07	0,36	0,04	0,00	0,00
27 Alcool	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	22,96	0,07	22,63	-12,62	21,80	0,05	22,63	0,00	0,00
28 ProdQuimInor	0,52	0,56	0,37	0,49	0,00	0,00	0,49	0,44	0,45	0,53	-10,46	0,52	0,43	0,52	0,00	0,00
29 IndQuimica	0,21	0,08	0,06	0,00	0,15	0,05	0,14	0,06	0,13	0,04	-10,76	0,08	0,12	0,05	0,10	0,06
30 OutQuimicos	0,96	0,04	0,80	-0,04	0,89	0,01	0,74	-0,05	0,88	0,00	-10,43	0,01	0,86	-0,01	0,82	-0,03
33 Siderurgia	0,00	0,00	-0,15	-0,05	0,00	0,00	-0,13	-0,05	-0,08	-0,01	-11,44	0,00	-0,10	-0,02	-0,14	-0,04
39 Comercio	0,28	-0,47	0,13	-0,54	0,00	0,00	0,06	-0,68	0,21	-0,50	-10,85	-0,47	0,19	-0,51	0,00	0,00
40 Transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	-0,24	0,12	-0,05	-11,41	-0,04	0,09	-0,06	0,00	0,00
41 Servicos	0,10	0,02	-0,05	-0,05	0,03	-0,01	-0,10	-0,18	0,03	0,00	-11,19	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
42 HOU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	-17,82	0,00	0,00	-11,58	0,29	0,27	0,14	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Tabela 21 – Emissões dos Estados por Fonte (Variação %)

Estado	1 ExtPetrGas		2 CarvaoOut		3 Gasolina		4 Gasoalcool		5 OleoCombust		6 OleoDiesel		7 OutProdRefin		8 Nível de Atividade		
	SK	Biod.T	Sk Et.T	SK	Biod.T	Sk Et.T	SK	Biod.T	Sk Et.T	SK	Biod.T	Sk Et.T	SK	Biod.T	Sk Et.T	SK	Biod.T
1 Rondonia	0,34	0,23	0,00	0,04	0,22	0,30	0,38	-12,00	0,47	0,47	-10,74	0,20	0,71	0,28	0,06	0,13	
2 Acre	0,28	0,23	0,00	0,01	0,14	0,17	0,29	-12,77	0,17	0,17	-10,96	0,19	0,21	0,25	0,03	0,07	
3 Amazonas	-2,40	-0,99	-0,07	0,01	-1,48	-1,27	-0,06	-9,34	-0,03	-0,03	-11,73	0,04	0,13	0,29	-0,86	-0,30	
4 Roraima	0,17	0,39	-0,02	0,00	0,06	0,17	0,16	-13,24	0,07	0,07	-11,26	0,23	0,04	0,31	-0,04	0,19	
5 Para	-1,63	-0,70	-0,08	-0,01	0,11	-1,53	0,20	-10,11	0,03	0,03	-11,12	0,14	0,18	0,16	0,02	0,06	
6 Amapa	0,28	0,40	-0,07	0,00	0,23	0,44	0,37	-13,36	0,22	0,22	-11,41	0,37	0,25	0,46	0,52	0,17	
7 Tocantins	-0,80	-1,34	0,25	-0,01	2,31	-1,80	2,56	-12,23	6,52	6,52	-8,60	0,12	9,41	0,15	0,49	0,05	
8 Maranhao	-2,67	-1,19	-0,17	-0,04	0,13	-1,64	0,41	-10,37	0,12	0,12	-11,15	0,34	0,69	0,31	0,08	0,16	
9 Piaui	-3,02	-1,46	0,19	0,08	0,50	-1,77	0,80	-12,68	0,65	0,65	-10,52	0,30	0,61	0,25	0,13	0,10	
10 Ceara	-2,77	-1,53	0,15	0,09	0,70	-1,91	0,84	-12,18	1,56	1,56	-10,51	0,22	1,27	0,28	0,42	0,15	
11 RGNorte	-2,84	-1,04	-0,13	0,07	-1,05	-1,11	-0,70	-12,14	-0,37	-0,37	-12,09	0,08	-0,40	0,41	-0,74	0,12	
12 Paraiba	-3,10	-0,60	-0,02	0,43	0,36	-1,03	0,29	-11,19	0,21	0,21	-11,22	1,51	0,18	1,41	0,06	1,07	
13 Pernambuco	-1,48	0,06	-0,03	0,43	0,05	-0,55	0,36	-10,17	0,39	0,39	-11,10	1,16	0,26	1,11	0,10	0,95	
14 Alagoas	-2,44	-0,56	0,19	0,49	0,18	-1,17	0,22	-10,62	0,14	0,14	-11,20	1,19	0,27	0,98	0,01	1,05	
15 Sergipe	-2,51	-1,09	-0,33	-0,08	-2,26	-1,35	-0,97	-12,64	-0,42	-0,42	-12,38	-0,40	-0,43	0,02	-0,94	-0,28	
16 Bahia	-4,00	-1,73	0,11	-0,01	0,76	-1,81	0,67	-12,13	0,94	0,94	-10,60	-0,20	0,87	0,04	0,30	-0,09	
17 MinasG	-3,61	-2,00	-0,16	-0,06	0,23	-2,18	0,22	-12,30	0,15	0,15	-11,03	0,05	0,21	0,00	-0,04	0,13	
18 EspSanto	-2,99	-1,38	-0,19	-0,06	0,08	-1,63	-0,05	-11,37	-0,07	-0,07	-11,33	0,11	-0,10	0,07	-0,19	0,34	
19 RioJaneiro	-4,67	-2,41	-0,34	-0,19	-0,62	-2,56	-1,34	-14,52	-0,84	-0,84	-12,97	-1,24	-0,68	-0,92	-1,50	-0,84	
20 SaoPaulo	-4,11	-1,85	-0,12	0,00	0,24	-1,93	0,10	-12,09	0,07	0,07	-11,42	0,36	0,15	0,05	-0,05	1,51	
21 Parana	-3,77	-2,15	0,02	-0,02	0,41	-2,27	0,33	-13,12	0,25	0,25	-10,98	0,00	0,31	-0,11	0,11	0,68	
22 StaCatari	-0,64	-0,26	-0,03	0,01	0,39	-1,04	0,24	-12,44	0,14	0,14	-11,02	0,11	0,11	0,16	0,01	0,09	
23 RGSul	-3,71	-2,24	0,03	-0,03	0,39	-2,34	0,61	-12,80	0,83	0,83	-10,55	-0,02	0,88	0,03	0,26	0,07	
24 MtGrSul	-2,31	-1,03	0,10	0,11	1,46	-1,32	1,23	-11,09	1,14	1,14	-9,74	0,99	1,20	0,69	0,17	0,28	
25 MtGrosso	1,06	-1,27	1,19	0,19	4,89	-1,46	4,68	-10,58	7,05	7,05	-6,44	0,63	10,86	0,48	1,38	0,26	
26 Goias	-1,75	-1,25	0,30	0,29	1,49	-1,77	1,27	-11,85	0,77	0,77	-9,81	0,99	3,96	0,75	0,58	0,53	
27 DF	0,58	0,17	0,11	0,04	0,46	0,20	0,67	-13,60	0,86	0,86	-10,75	0,11	0,63	0,19	0,55	0,10	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa