

BIOCOMBUSTÍVEL: GASES DO EFEITO ESTUFA E ECONOMIA NO NORTE DO BRASIL

Jeronimo Alves dos Santos¹

Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho²

Resumo

Essa pesquisa teve como objetivo analisar os impactos na economia e nas emissões dos gases do efeito estufa na região Norte do Brasil em consequência da política de substituição de parte dos combustíveis fósseis por biocombustíveis no Brasil. Utilizou-se um Modelo Computável de Equilíbrio Geral (CGE) da economia brasileira o qual é um modelo estático, inter-regional, *bottom up*. A principal fonte de dados foi extraída da Matriz de Insumo e Produto brasileira de 2005 e dados de emissões de gases de efeito estufa do Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. 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 região Norte do Brasil.

Palavras-chave: Etanol. Biodiesel. Fósseis. Substituição.

Abstract

This research examined the impacts on the economy and emissions of greenhouse gases in northern Brazil with results of the biofuels politics in Brazil. We used a Computable General Equilibrium (CGE) model of the Brazilian economy which is an inter-regional, bottom-up static model. The main source of data was extracted from the Matrix Input-Product of the Brazil in 2005 and the emissions of greenhouse gases data from *Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa*. We concluded that policies gradual integration of biofuels, may be favorable effects on economic aggregate and the reductions in total emissions in the North of Brazil.

Keywords: Ethanol. Biodiesel. Fossils. Substitution.

¹ Gestor de Agronegócio, Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Correio eletrônico: jeronimo_alves@ufam.edu.br

² Engenheiro Agrônomo, Dr.; Professor Titular do Departamento de Economia Administração e Sociologia-ESALQ/USP. Correio eletrônico: jbsferre@usp.br

INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira tem características distintas da maioria das matrizes energéticas de outros países, ou seja, possui uma participação elevada das fontes de energia renovável o que vem atendendo a, aproximadamente, 44% da necessidade do país. Dessas fontes renováveis encontram-se os produtos de cana-de-açúcar (15,7%), a hidráulica (14,7%) e a lenha (9,7%) (EPE, 2012).

Nesse 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 cogeração 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*¹ (2003) (Brasil, 2008).

Outra razão da ascensão das energias limpas na matriz energética brasileira está centrada na discussão dos 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.

A política dos biocombustíveis no Brasil é um importante avanço em direção à redução da dependência do petróleo e na redução das emissões dos gases de efeito estufa.

No entanto, a política dos biocombustíveis pode surtir pequenos efeitos diretos na economia e nas emissões em algumas regiões brasileiras não representativas, tanto na produção de biocombustíveis como na produção de combustíveis fósseis. Esse é o caso da região Norte do país, que foi responsável, em 2010, por apenas 4% da produção de biodiesel, 0,21% de etanol, 1,74% de petróleo e 1,91% na produção de derivados de petróleo (ANP, 2014).

Além disso, de acordo com a tabela 1, a contribuição para o PIB brasileiro da região Norte, de 2006 a 2010, foi cerca de 5%, ou seja, para uma análise econômica, a influência de uma política nacional com o objetivo do aumento da produção e uso dos biocombustíveis poderá surtir efeitos consideráveis na economia dessa região, dado que alguns dos seus Estados

têm participação relevante em setores diretamente ligados aos insumos necessários para a produção dos biocombustíveis.

Tabela 1 – Participação das grandes regiões no PIB brasileiro e dos Estados da Região Norte no PIB da Região Norte de 2006-2010

Regiões/ Estados Norte	Participação Percentual do Produto Interno Bruto (%)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Norte	5,06	5,02	5,10	5,04	5,34
Nordeste	13,13	13,07	13,11	13,51	13,46
Sudeste	56,79	56,41	56,02	55,32	55,39
Sul	16,32	16,64	16,56	16,54	16,51
Centro-Oeste	8,71	8,87	9,21	9,59	9,30
Norte	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Rondônia	10,92	11,23	11,56	12,40	11,69
Acre	4,03	4,31	4,35	4,53	4,21
Amazonas	32,63	31,46	30,27	30,40	29,67
Roraima	3,05	3,12	3,16	3,43	3,15
Pará	36,98	37,06	37,83	35,78	38,63
Amapá	4,38	4,51	4,37	4,54	4,10
Tocantins	8,00	8,31	8,46	8,93	8,56

Fonte: IBGE, 2014

Desta forma, esta pesquisa propõe um aprofundamento sobre os possíveis impactos diretos e indiretos na economia e nas emissões da região Norte, dada a política brasileira dos biocombustíveis. É importante ressaltar que não serão abordados os aspectos da mudança do uso do solo e do bioma amazônico, pois estenderia esse estudo. O objetivo é analisar os impactos na economia e nas emissões dos gases do efeito estufa na região Norte do Brasil, devido à ampliação na produção e uso de etanol e biodiesel como substituição de parte dos combustíveis fósseis de 2010 a 2030.

REVISÃO DE LITERATURA

Para que sejam alcançados os objetivos do Programa Nacional de Mudanças Climática (PNMC), o governo brasileiro determinou a adoção da

meta de mitigação das emissões brasileiras, de redução de 36,1% a 38,9% de suas emissões, projetadas até 2020 (compromisso assumido em 2009 durante a COP 15 e COP/MOP5 realizadas em Copenhague, Dinamarca). Esses objetivos poderão ser atingidos como um estímulo de produção e consumo dos biocombustíveis nas regiões incipientes na produção de combustíveis fósseis.

Uma das ações de mitigação propostas foram focadas na redução estimada entre 48 e 60 milhões ton CO₂eq³ pelo incremento do uso de biocombustíveis; e na redução estimada entre 26 e 33 milhões ton CO₂eq pelas fontes alternativas de energia (Brasil, 2010).

Dentre os objetivos da PNMC, os que se destacam na área energética são os que mantêm elevada a participação dos combustíveis renováveis na matriz elétrica e no fomento no aumento sustentável dos biocombustíveis na matriz de transportes nacional; uma das formas de atingir esses objetivos é direcionar o incentivo e desenvolvimento da política dos biocombustíveis em regiões do Brasil que são incipientes, tanto na produção como no consumo de biocombustíveis. Dessa forma, a região Norte do Brasil apresenta-se como um potencial agente dessas políticas (Brasil, 2008; Brasil, 2009).

A região Norte participa com apenas 0,254% da produção da cana-de-açúcar do país, sendo que o Estado do Pará é mais representativo, com 77% da região. A participação, em 2010, da produção de etanol nessa região foi de 0,28% em relação ao Brasil, sendo que o Pará fica com mais de 80% da produção na região. No entanto, em 2010, o consumo de etanol anidro, etanol e gasolina A nessa região ficou em 6,48%, 1,43% e 6,45% respectivamente, sendo Amazonas e Pará os maiores demandantes desses combustíveis (IBGE, 2014; ANP, 2014, Única, 2014).

A produção de biodiesel, em 2010, da Região Norte foi de 3,5% da produção brasileira, sendo que Tocantins é responsável por 91% da produção desse biocombustível na região, sendo os principais insumos para a produção do biodiesel a soja e o sebo de boi e a região participa com 2,33% da produção de soja e 17,45% do abate de bovinos. Tocantins é responsável por 71,24% da produção de soja na região e o Pará é responsável por mais 40% do abate de bovinos (ANP, 2014; IBGE, 2014; Ipea; 2014).

Por outro lado, apenas o Estado do Amazonas foi referência na extração de petróleo na região, tendo produzido cerca de 2% do petróleo brasileiro (ANP, 2014).

³ Toneladas equivalente carbono

Observa-se que essa região tem pequena representatividade na produção e consumo de biocombustíveis e combustíveis fósseis quando comparado com o que se é produzido e consumido no Brasil e nas outras regiões do país. No entanto, existe potencial para sua indústria energética, pois o seu consumo é superior ao que é produzido no Norte.

Adicionando ao que foi abordado sobre a região Norte do Brasil, encontram-se também alguns estudos sobre os impactos da mitigação humana e o problema associado às emissões contribuíram com a literatura, dentre os quais foram identificados os trabalhos de Timilsina, Mevel e Shrestha (2011), que utilizaram um modelo de equilíbrio geral computável, analisando os efeitos do aumento do preço do petróleo no mundo, em relação aos biocombustíveis. Esses estudos mostraram 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, o crescimento do uso dos biocombustíveis é altamente sensível ao aumento dos preços dos combustíveis fósseis. Os países que apresentaram níveis elevados na produção e consumo dos biocombustíveis foram: Brasil, Índia, Malásia, Rússia e Estados Unidos. Os estudos mostraram, 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.

Pode-se citar, também, os trabalhos de Goldemberg (2007), Macedo *et al.* (2008), Reijnders e Huijbregts (2008), Sanhueza (2009), Gnansounou, *et al.* (2009) Galdos, *et al.* (2013) que analisam os biocombustíveis com o foco nos impactos ambientais e na substituição dos combustíveis fósseis.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com o Modelo Computável de Equilíbrio Geral (CGE) da economia brasileira. Esse método de análise é utilizado como ferramenta de decisões no âmbito tecnológico, científico, social, econômico, ambiental e político para analisar 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.

Foi utilizado, nesse estudo, um modelo estático, inter-regional, *bottom up* da economia brasileira, baseado nas versões já desenvolvidas por Ferreira Filho e Horridge (2006), e que foi modificado para a inclusão de um mó-

dulo específico para a contabilidade de emissões de gases de efeito estufa, a exemplo do que já foi feito pelos autores em 2008. Trata-se de um modelo estático do tipo Johansen, ou seja, é composto de um conjunto de equações linearizadas, cuja solução é apresentada na forma de variações percentuais.

A característica central de um modelo inter-regional *bottom-up* é o fato de que a economia é subdividida em regiões que são, de *per se*, economias individuais, interligadas entre si por matrizes de comércio. Estes modelos permitem a análise de choques de política que se originem ao nível dos Estados individualmente.

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 contemplou os setores e produtos foco deste estudo. Assim, o setor produtor de biodiesel foi criado dentro da base de dados, fundamentada na Matriz de Insumo-Produto do Brasil para o ano de 2005. Da mesma forma, os aspectos regionais também foram contemplados na análise e foram parte importante da abordagem metodológica sugerida.

A segunda etapa importante foi, uma vez criado o módulo teórico que liga a economia às emissões de gases de efeito estufa, 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 Filho e Rocha (2008). Esta etapa não é trivial, uma vez que as duas bases de dados se utilizam de classificações que não são diretamente compatíveis.

Base de dados

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

A base de dados de emissões de gases de efeito estufa foi baseada no novo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, de responsabilidade do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) do Brasil, e que detalha as emissões do país entre 1990 e 2000. Desta forma, o modelo vinculou as duas bases de dados, relacionando as emissões ao comportamento econômico dos agentes do modelo.

Uma vez completadas as etapas citadas, foi possível analisar os impactos sobre a economia brasileira, tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista das emissões de gases, de cenários de expansão do uso de biocombustíveis no Brasil. Estes cenários foram baseados em projeções de produção e uso de biocombustíveis para a economia brasileira, como é o caso do Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), do governo federal, e de expansão de produção e uso de etanol, publicado pela Empresas de Pesquisas Energéticas (EPE) (2008).

Fechamento macroeconômico utilizado

O fechamento do modelo macroeconômico consistiu em um conjunto de variáveis, consideradas exógenas e endógenas, no modelo de Equilíbrio Geral e foi baseado nas seguintes pressuposições:

- o estoque de capital da economia é endógeno. 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;
- o consumo da família em termos reais é endógeno;
- o 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 teve um horizonte de longo prazo, ou seja, um período de tempo para o capital ser acumulado e os salários reais se ajustarem.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise econômica

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 âmbitos regionais. Através dessa análise, objetivou-se explicar o comportamento da região Norte, dadas as políticas dos biocombustíveis no Brasil.

Na tabela 2, pode-se observar a participação de cada Estado no agregado das indústrias 2010. Identificou-se que a região Norte é um grande polo produtor de materiais elétricos no país e também participa com 17,35% da extração de minério do país.

Tabela 2 – Participação (%) de cada Estado da Região Norte em relação ao Brasil por setor industrial em 2010

Produtos/Estados	1 Rondônia	2 Acre	3 Amazonas	4 Roraima	5 Para	6 Amapá	7 Tocantins
1 Arroz	1,62	0,27	0,23	1,10	4,33	0,05	3,06
2 Out Agrícolas	1,06	0,29	0,73	0,12	3,43	0,18	0,40
3 Cana-de-açúcar	0,00	0,00	0,06	0,00	0,13	0,00	0,02
4 Soja	0,48	0,00	0,01	0,07	0,44	0,00	1,88
5 Algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
6 Silvicultura	1,27	0,37	0,77	0,24	11,96	0,70	0,20
7 Gado Corte	4,84	1,01	0,58	0,23	7,93	0,14	3,45
8 Gado Leite	2,18	0,42	0,32	0,04	2,92	0,02	0,92
9 Out Animais	0,95	0,47	0,89	0,28	3,10	0,07	0,70
10 Avicultura	0,45	0,14	0,72	0,15	1,34	0,00	0,39
11 Ext Petr Gas	0,00	0,00	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00
12 Extrat Miner	0,20	0,22	0,66	0,40	15,54	0,07	0,26
13 Carvão Out	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 FabMinNonMet	0,12	0,03	0,55	0,01	1,64	0,02	0,12
15 AlimBebida	0,48	0,03	1,10	0,01	0,84	0,02	0,30
16 ÓleoSoja	0,82	0,00	0,83	0,03	0,71	0,03	0,80
17 Sebo	0,44	0,02	0,91	0,01	0,69	0,01	0,90
18 IndTextil	0,24	0,02	0,09	0,01	0,30	0,00	0,08
19 IndDiversas	0,64	0,07	3,20	0,03	2,36	0,36	0,05
20 PapelGráfica	0,09	0,02	3,67	0,04	0,79	0,01	0,02
21 ÓleoCombust	0,00	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,11
22 Gasolina	0,00	0,00	0,10	0,00	0,12	0,00	0,10
23 Gasoálcool	0,00	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,10
24 ÓleoDiesel	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,09
25 Biodiesel	0,26	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	3,45
26 OutProdRefin	0,00	0,00	0,33	0,00	0,20	0,00	0,06
27 Álcool	0,00	0,00	0,03	0,00	0,23	0,00	0,02
28 ProdQuimInor	0,01	0,00	1,42	0,00	0,66	0,00	0,04
29 IndQuímica	0,00	0,00	0,41	0,00	0,19	0,00	0,01
30 OutQuímicos	0,00	0,00	0,35	0,00	0,15	0,00	0,01
31 ConstCivil	0,38	0,28	1,51	0,21	2,79	0,30	1,44
32 OutMetalúrg	0,03	0,01	2,47	0,00	0,51	0,00	0,03
33 Siderúrgia	0,03	0,00	0,75	0,00	4,84	0,00	0,00
34 MetalurNFerr	0,02	0,00	0,41	0,00	2,10	0,00	0,00
35 FabMaqVeic	0,01	0,00	3,37	0,00	0,02	0,00	0,00
36 MaterEletric	0,01	0,00	35,41	0,00	0,03	0,00	0,01
37 FabEqEletric	0,01	0,00	5,05	0,00	0,04	0,00	0,01
38 SIUP	0,94	0,22	2,18	0,16	2,26	0,23	0,50
39 Comércio	0,77	0,21	1,26	0,13	1,64	0,22	0,48
40 Transporte	0,27	0,12	1,51	0,07	1,82	0,19	0,15
41 Serviços	0,48	0,15	0,83	0,10	1,42	0,14	0,31

Fonte: Dados da pesquisa.

A principal representação no Estado de Rondônia é na produção da indústria têxtil e do gado de leite. Os principais produtos no Acre são a produção de gado de leite e de outros animais. O Estado do Amazonas é o único representativo na extração de petróleo e gás, material elétrico e fabricação de equipamentos elétricos. O maior peso na produção de Roraima é na produção de arroz e avicultura. O Estado do Pará é um pouco mais diversificado, representa mais de 40% da pecuária da região e na produção de arroz, indústria têxtil, construção civil, transporte e serviços, além disso, é grande produtor de extração de minério, siderurgia e metalurgia não ferrosos. As indústrias diversas, silvicultura, transporte e serviços são os setores mais representativos no Amapá. Por fim, Tocantins é grande produtor de algodão, biodiesel e soja.

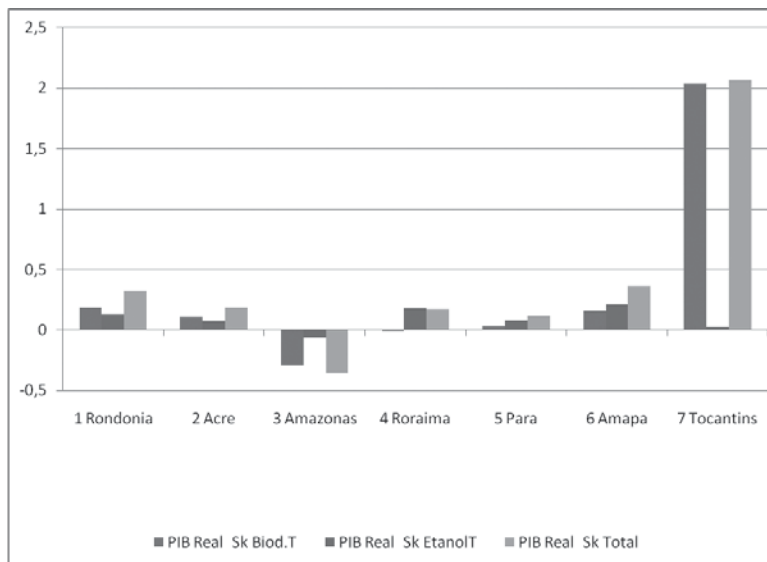
Na figura 1, encontra-se a variação percentual do PIB real, obtida a partir dos choques do biodiesel e do etanol de 2010 a 2030. Observou-se que apenas o Estado do Amazonas teve reduções do PIB real pelo choque associado ao biodiesel e etanol. Esse efeito é resultado da sua representatividade em relação à produção dos combustíveis fósseis, já que os choques foram feitos substituindo-os pelos biocombustíveis.

Diferente do ocorrido em Tocantins, pois é mais representativo na produção de biodiesel, além de ser grande produtor de soja, óleo de soja e sebo. Os Estados de Rondônia, Acre, Roraima e Amapá tiveram aumento do PIB por ter representatividade nos insumos que compõem a produção dos biocombustíveis, mas não são representativos na produção dos combustíveis fósseis. A análise é diferente no caso do Pará, importante produtor na região de combustíveis fósseis, no entanto, é mais representativo na produção do etanol, o que influenciou no impacto positivo no seu PIB.

De acordo com as pressuposições e os choques simulados, foram observados seus efeitos nos agregados macroeconômicos. Na tabela 3, encontram-se os efeitos nos principais agregados macroeconômicos, causados pelos choques do biodiesel e etanol.

Um ponto a considerar é o pequeno efeito observado desses choques na economia desses Estados. De acordo com a tabela 3, os choques sobre o aumento e substituição do biodiesel pelo produto de extração de petróleo e gás e do aumento na demanda das famílias pelo álcool, teve como resultado na maioria dos Estados do Norte a variação positiva no PIB, consumo real das famílias, assim como do governo, investimento e salário real médio.

Figura 1 – Variação (%) do PIB real obtido a partir dos choques dos biocombustíveis



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

Tabela 3 – Efeitos nos principais agregados macroeconômicos (variação %)

	1 Rondônia		2 Acre		3 Amazonas	
	SKB	SKEt	SKB	SKEt	SKB	SKEt
Indicadores agregados						
PIB real	0,189	0,134	0,108	0,074	-0,294	-0,060
Demanda agregada						
Consumo real das famílias	0,191	0,149	0,131	0,014	-0,253	-0,229
Consumo real do Governo	0,191	0,149	0,131	0,014	-0,253	-0,229
Investimento real	0,277	0,196	0,164	-0,002	-0,279	-0,288
Volume de exportações	0,123	0,043	0,122	0,061	-0,596	-0,662
Volume de importações	0,329	0,241	0,220	0,012	-0,069	-0,065
Mercado de trabalho						
Emprego agregado	0,119	0,051	0,056	-0,082	-0,249	-0,257
Preços						
Índices de Preços ao Consumidor	-0,005	-0,007	-0,009	-0,011	-0,014	-0,016
	5 Pará		6 Amapá		7 Tocantins	
	SKB	SKEt	SKB	SKEt	SKB	SKEt
Indicadores agregados						
PIB real	0,037	0,082	0,156	0,212	2,038	0,028
Demanda agregada						

Consumo real das famílias	0,071	0,081	0,182	0,233	1,757	1,693
Consumo real do Governo	0,071	0,081	0,182	0,233	1,757	1,693
Investimento real	0,099	0,087	0,213	0,231	2,377	2,278
Volume de exportações	-0,493	-0,554	-0,389	-0,442	-0,371	-0,430
Volume de importações	0,118	0,101	0,279	0,318	2,293	2,171
Mercado de trabalho						
Emprego agregado	0,000	-0,023	0,097	0,111	1,668	1,579
Preços						
Índices de Preços ao Consumidor	-0,004	-0,006	-0,009	-0,011	-0,006	-0,008

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se que o consumo real das famílias e do Governo acompanha 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 o emprego agregado 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.

Houve efeito positivo no emprego agregado, que não está isolado das variações positivas do emprego agregado 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, mesmo para aquelas indústrias que reduziram suas atividades na economia.

Por outro lado, encontram-se variações totais negativas no volume das exportações e importações no Amazonas. 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.

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 do Norte do Brasil.

Análise das emissões

A tabela 4 apresenta a matriz de emissões em percentual dos Estados da região Norte e Brasil, por fonte emissora em 2010. Nessa matriz, observa-se que a região Norte é responsável por apenas 8,24% das emissões totais brasileiras. Nessa região, Pará é o maior emissor, foi responsável por 37,58% das emissões. Participou com a maior parte das emissões associadas por nível de atividade, carvão e outros minerais e óleo combustível e também foi um dos mais representativos em quase todos os tipos de combustível.

O Estado do Amazonas foi o mais representativo nas emissões por extração de petróleo e gás e outros produtos do refino e, também, foi um dos que mais emitiu os gases de efeito estufa.

Os Estados do Pará, Rondônia e Tocantins foram os que mais emitiram por nível de atividade, o que se deve, principalmente, por concentrarem a maior produção de gado de corte e de leite.

De outro lado, encontram-se os Estados que menos emitiram gases através de combustível e atividade. Desses, o Amapá participou com apenas 0,46% de todas as emissões da Região Norte, seguidos pelos Estados de Roraima (1,93%) e Acre (5,10%).

Tabela 4 – Matriz de emissões dos Estados por fonte emissora, percentual Estados/Norte e Norte/Brasil (2010) – CO2 equivalente em Gg

Estado/F. Emissora	Rondonia	Acre	Amazons	Roraima	Pará	Amapá	Tocantins	Norte	Brasil
1 ExtPetrGas	6,40	1,51	50,46	1,15	26,47	1,57	12,44	0,99	100,00
2 CarvãoOut	0,72	0,20	10,78	0,35	87,48	0,14	0,32	6,33	100,00
3 Gasolina	1,88	0,97	48,85	1,15	27,53	0,53	19,09	0,54	100,00
4 Gasoálcool	0,00	0,00	33,63	0,00	34,74	0,00	31,63	0,33	100,00
5 Óleo Combust	5,89	1,20	23,02	0,97	64,23	1,64	3,05	6,05	100,00
6 ÓleoDiesel	7,86	2,50	42,43	1,64	36,63	2,85	6,10	6,12	100,00
7 OutProdRefin	3,43	1,08	68,61	0,72	22,02	1,33	2,81	3,64	100,00
8 Nível de atividade	26,88	5,77	8,92	2,06	36,29	0,11	19,98	11,24	100,00
Total	23,34	5,10	14,06	1,93	37,58	0,46	17,52	8,24	100,00

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa

Na tabela 5, encontram-se os efeitos dos choques dos biocombustíveis nos Estados do Norte. A partir do choque do biodiesel, houve efeito de redução das emissões em quase todos, com exceção de Tocantins.

No caso da política do etanol, houve aumento das emissões em cinco Estados. Na soma dos choques, apenas Tocantins teve aumento nas emissões de CO₂, o qual 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.

Portanto, tanto a política do biodiesel quanto a do etanol, podem ser encaradas como um fator promotor das reduções das emissões pela queima de combustíveis, na região. 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.

Vale destacar que o Estado do Tocantins foi o que teve o aumento nas emissões, no entanto, obteve os maiores incrementos na atividade econômica e no nível de emprego.

Tabela 5 – Emissões por Estado (variação %)

Estados	Sk Biod.T	Sk EtanolT	Sk Total
1 Rondônia	-0,314	0,133	-0,182
2 Acre	-0,544	0,077	-0,468
3 Amazonas	-4,492	-0,216	-4,708
4 Roraima	-1,277	0,196	-1,080
5 Pará	-1,089	0,038	-1,050
6 Amapá	-7,100	0,328	-6,772
7 Tocantins	0,191	-0,005	0,186

Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

CONCLUSÕES

De acordo com os 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 do Norte do país.

Observou-se que os setores de biocombustíveis em que foram realizados os choques, apresentaram pequena participação na economia da região Norte no ano base. Os impactos dos choques na economia da região não apresentaram grandes variações no agregado econômico, no entanto, quando se analisou em níveis dos Estados, obtiveram-se maiores variações. Esse é o caso da variação do PIB para o Estado do Tocantins.

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.

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. O Estado de Tocantins, que teve aumento nas emissões, foi o que obteve os maiores incrementos na atividade econômica e no nível de emprego.

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

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

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Contas Regionais: Cinco estados concentram 65,2% do PIB em 2011. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?busca=1&id=1&idnoticia=2522&view=noticia>>. Acesso em: 27 fev. 2014. Rio de Janeiro, 2014.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategoriaID=347>>. Acesso em: 28 mar. 2010.
- IPEADATA retirado do site: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- _____. 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 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.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; ROCHA, M. T. Economic Evaluation of Public Policies Aiming the Reduction of Greenhouse Gases in Brazil. *Journal of Economic Integration*, v. 23, p. 709-733, 2008.
- _____; HORRIDGE, M. J. . The Doha Development Agenda and Brazil: Distributional Impacts. *Review of Agricultural Economics*, v. 28, p. 362, 2006.
- _____; _____. Economic Integration, Poverty and Regional Inequality in Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 60, p. 363-387, 2006.
- 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, fev. 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. 4.919-4.930, 2009.
- 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.
- 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
- SOLOMON, S. *et al.* (eds.). IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- TIMILSINA, G. R; MEVEL, S; SHRESTHA, A. *World oil price and biofuels. A General Equilibrium Analysis*. Washington: World Bank. 2011.

