

SUBSTITUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS POR ETANOL E BIODIESEL NO BRASIL E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS: UMA AVALIAÇÃO DO PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030¹

Jeronimo Alves dos Santos²

Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho³

Este trabalho analisa os impactos econômicos da política de substituição de combustíveis fósseis na economia brasileira detalhados no Plano Nacional de Energia (PNE) 2030, com ênfase nas análises regionais e nos impactos sobre as emissões de gases de efeito estufa, por meio de um modelo computável de equilíbrio geral, projetado para análises relativas a emissões. Os resultados mostraram que a substituição prevista no PNE traria resultados econômicos positivos para a economia, com efeitos benéficos também em termos da desconcentração regional da atividade econômica. Foram observadas reduções das emissões dos principais combustíveis fósseis da matriz energética, bem como nas emissões totais de gases de efeito estufa na economia. Adicionalmente, os resultados mostraram que as políticas analisadas trariam ainda benefícios distributivos, com elevação da renda das famílias mais pobres.

Palavras-chave: equilíbrio geral; etanol; biodiesel; choques.

JEL: C61; C68; Q28; Q48; Q58.

REPLACEMENT OF FOSSIL FUELS BY ETHANOL AND BIODIESEL IN BRAZIL AND THEIR ECONOMIC IMPACTS: AN EVALUATION OF THE "PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030"

In this paper a computable general equilibrium model of Brazil tailored for inter-regional and greenhouse gases (GHG) emissions analysis is used to approach the economic effects arising from substitution of fossil fuels by ethanol and biodiesel in the Brazilian economy, as projected by the National Plan of Energy (PNE) 2030. Results point to positive economic effects arising from that substitution, both at national and regional levels. A reduction in regional economic activity concentration is observed, as well as reductions in GHG emissions and positive distributive effects, with increase in the poorest households incomes.

Keywords: general equilibrium; ethanol; biodiesel; substitution.

1 INTRODUÇÃO

Como fruto da preocupação global com a mudança do clima, realizou-se no Rio de Janeiro, no ano de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Na conferência, participaram 175 países mais

1. Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

2. Professor adjunto A1 no Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural da Universidade Federal de São Carlos (DTAISeR-Ar/UFSCAR). *E-mail:* <jeronimo2100@yahoo.com.br>.

3. Professor titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP). *E-mail:* <jbsferre@usp.br>.

a União Europeia, 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 mitigação⁴ 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 busca ordenar as ações do governo brasileiro com vistas à necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico-social com práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases.

O PNMC tem como meta a redução das emissões totais entre 36,10% a 38,90% até 2020, e compreende políticas que têm como um dos seus objetivos elevar a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira. Como parte destes esforços, 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). Diversos cenários econômicos foram analisados no estudo, tendo sido um deles a expansão da produção e uso de biocombustíveis no país até 2030. Embora o estudo contemple o planejamento físico da expansão da produção e uso dos biocombustíveis, ele não analisa as implicações econômicas desta expansão, nem suas implicações na economia em geral.

Desta forma, o objetivo geral dessa pesquisa é analisar os impactos potenciais sobre a economia brasileira de uma ampliação na produção e uso de etanol e biodiesel, como substituição de parte dos combustíveis fósseis, tendo como base o cenário projetado pelo Plano Nacional de Energia 2030. De particular interesse para este estudo são os impactos nos agregados econômicos e nas emissões de gases de efeito estufa (GEEs), bem como as características regionais dos mesmos, em cenários projetados para o período de 2010 a 2030.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Embora a literatura internacional seja, hoje, relativamente abundante em estudos econômicos que incluam as emissões de GEEs e outras variáveis ambientais, a literatura nacional é bastante mais reduzida. Entre os diversos estudos sobre o tema, podem-se citar os 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, assim como os estudos de 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),

4. Mitigação é uma intervenção antrópica para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) por fontes ou aumentar as remoções por sumidouro de CO₂ (Fronzizi, 2009).

Galdos, *et al.* (2013) analisam a questão do uso de biocombustíveis sob o foco de impactos ambientais e na substituição dos combustíveis fósseis.

Do ponto de vista de trabalhos realizados visando mais diretamente o Brasil, o trabalho de Tourinho *et al.* (2003) analisou os principais impactos econômicos, tanto em nível macroeconômico como setorial, de uma política ambiental com o objetivo de redução de emissões de CO₂ na economia brasileira, por meio de impostos sobre carbono. Esses autores concluíram que as políticas analisadas seriam efetivas para reduzir o nível de emissões de carbono no Brasil, gerando ainda uma transferência de recursos de setores mais intensivos, em emissões para setores menos intensivos. Lopes (2003) utilizou um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) multissetorial da economia brasileira com o objetivo de analisar os impactos de uma taxaço na emissão de gases de efeito estufa sobre a economia. Nesse trabalho, o autor observou que a redução das emissões por meio de taxaço sobre os combustíveis fósseis provocaria redução na atividade econômica.

Hilgemberg *et al.* (2005) adaptou o modelo de insumo-produto para quantificar as emissões do gás carbônico pelo uso do gás natural, etanol e derivados de petróleo, com enfoque regional no Brasil. Os resultados mostraram que as regiões Nordeste e Sul são as que mais contribuem para o aumento das emissões para atender a variações na demanda final.

Ferreira Filho e Rocha (2007) também desenvolveram um modelo de EGC para a economia brasileira com o foco na análise de políticas de taxaço de emissões no Brasil. Os resultados da pesquisa mostraram que é mais eficiente taxar as emissões associadas ao nível de atividades dos setores do que taxar apenas os setores ligados ao uso de combustíveis, em termos de perda de produto. Silva e Gurgel (2012) realizaram um estudo que analisou metas setoriais de quedas progressivas de emissões no Brasil, concluindo que a imposição daquelas metas teria como consequência a redução do produto interno bruto (PIB) no longo prazo. A magnitude daquela redução, contudo, seria pequena devido à disponibilidade de fontes de energia limpa na matriz energética brasileira.

Como se pode ver, portanto, nenhum dos estudos supracitados teve como foco a análise do Plano Nacional de Energia 2030, tampouco seus desdobramentos em termos de seus impactos econômicos e de emissões nas regiões brasileiras, objetivo do presente estudo.

3 METODOLOGIA

Para a análise do PNE, utilizou-se, neste trabalho, um modelo de EGC estático, inter-regional, *bottom-up* da economia brasileira, baseado nas versões já desenvolvidas por Ferreira Filho e Horridge (2006), denominado TERM-BR. É um modelo

do tipo Johansen, ou seja, é um modelo linearizado, com os resultados sendo apresentados na forma de variação percentual.

A característica central de um modelo inter-regional *bottom-up* é o fato de que a economia é subdividida em regiões que são, *per se*, economias individuais, interligadas 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 originam ao nível das regiões individuais, o que é limitado no caso dos modelos *top-down*.

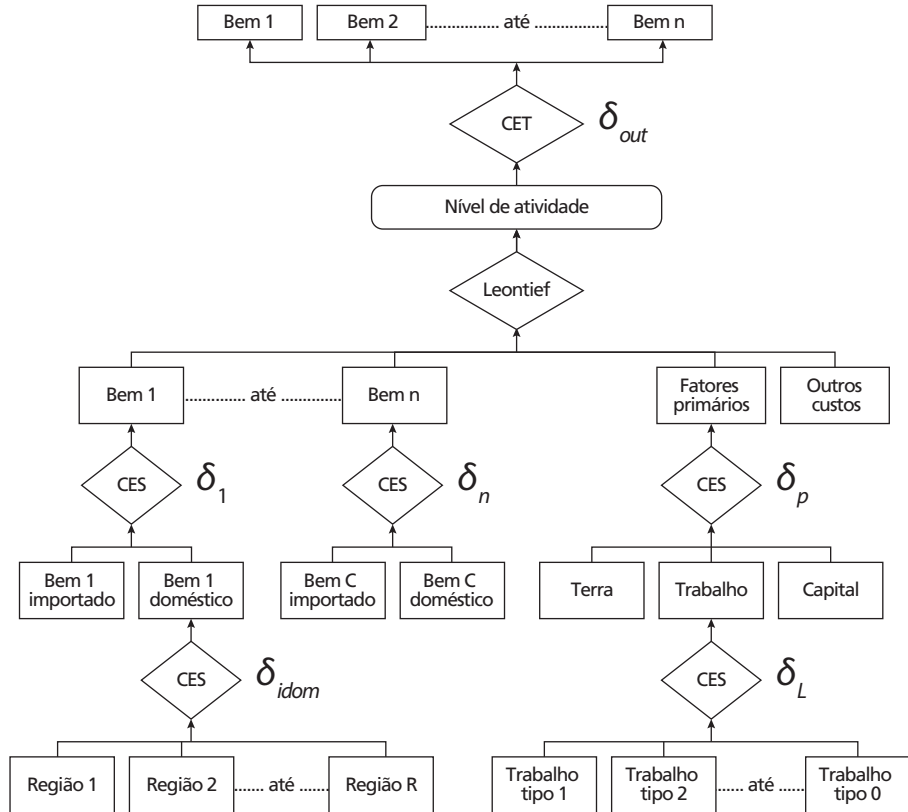
A figura 1 apresenta esquematicamente a estrutura de produção do modelo TERM-BR. Os bens e serviços (de cima para baixo) que a firma pode produzir são determinados por uma função *constant elasticity of transformation* (CET), no caso de haver multiprodução.⁵

No primeiro nível da árvore de produção, os diversos insumos são combinados por meio de uma função de produção Leontief – proporções fixas, ou seja, os fatores de produção são complementares na produção de bens e serviços. A seguir, no segundo nível da árvore de decisão, os bens domésticos e importados são combinados na produção de um bem composto em proporções reguladas por uma função elasticidade de substituição constante (CES) 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.

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, 2006).

5. Nesta versão do modelo, contudo, cada setor produz apenas um produto.

FIGURA 1
Estrutura de produção TERM-BR



Fonte: Adaptado de Pambudi (2005).
Elaboração dos autores.

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, por meio de uma função demanda de exportação com elasticidade específica.

O modelo foi calibrado para o ano de 2005, utilizando como fonte principal a matriz de insumo e produto do Brasil de 2005, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Um grande número de outras fontes de informações

foram ainda utilizadas, como a POF,⁶ a Pnad,⁷ a PAM,⁸ a PIA⁹ e a PAS,¹⁰ com o objetivo de se obter parcelas regionais de produção e consumo dos bens, exportações por portos, bem como outras informações diversas necessárias para a criação da base de dados inter-regional. Além disso, foi necessária a desagregação na base de dados de setores e produtos específicos para as finalidades deste estudo, relacionados à produção do biodiesel, como o próprio biodiesel e o sebo bovino, importante insumo na produção do biodiesel no Brasil. Finalmente, a base de dados foi agregada para as finalidades deste estudo para 41 produtos, 41 indústrias e quatro usuários finais (quadro 1).

QUADRO 1
Produtos, indústrias e demanda final do modelo

Setores	Descrição
Produtos e indústrias	
1 Arroz	Cultura do arroz
2 OutAgrícolas	Outros produtos agrícolas
3 CanaAcucar	Cultura da cana-de-açúcar
4 Soja	Cultura da soja
5 Algodao	Cultura do algodão
6 Silvicultura	Silvicultura
7 Gado Corte	Gado de corte
8 Gado Leite	Gado de leite
9 OutAnimais	Outros animais
10 Avicultura	Avicultura
11 ExtPetrGas	Extração de petróleo e gás
12 ExtratMiner	Extração de minério
13 CarvaoOut	Carvão e outros Produtos do minério
14 FabMinNonMet	Fabricação de minerais não metálicos
15 AlimBebida	Alimentação e bebida
16 OleoSoja	Óleo de soja
17 Sebo	Sebo
18 IndTextil	Indústria têxtil
19 IndDiversas	Indústrias diversas
20 PapelGrafica	Indústria do papel e gráfica

(Continua)

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

7. 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).

8. Pesquisa Agrícola Municipal – PAM (2005)

9. Pesquisa Industrial Anual – PIA (2005)

10. Pesquisa Anual de Serviços – PAS (2005)

(Continuação)

Setores	Descrição
Produtos e indústrias	
21 OleoCombust	Óleo combustível
22 Gasolina	Gasolina
23 Gasolina C	Gasolina C
24 Óleo diesel	Óleo diesel
25 Biodiesel	Biodiesel
26 OutProdRefin	Outros produtos do refino
27 Etanol	Etanol
28 ProdQuimInor	Produtos químicos inorgânicos
29 IndQuimica	Indústria química
30 OutQuimicos	Outros produtos químicos
31 ConstCivil	Construção civil
32 OutMetalurg	Outros produtos da metalurgia
33 Siderurgia	Siderurgia
34 MetalurNFerr	Metalurgia não ferrosos
35 FabMqVaic	Fabricação de máquinas e veículos
36 MaterEletric	Material elétrico
37 FabEqEletric	Fabricação de equipamento elétrico
38 SIUP	Eletricidade, água, gás, esgoto e limpeza pública
39 Comércio	Comércio
40 Transporte	Transporte
41 Servicos	Serviços
Demanda final	
42 HOU	Consumo das famílias
43 INV	Investimento
44 GOV	Consumo do governo
45 EXP	Exportações

Elaboração dos autores.

No modelo, os trabalhadores são classificados em dez faixas de salário, obtidos a partir dos microdados da Pnad 2005, representando qualificação, e as famílias em dez faixas de renda com padrões de consumo específicos, obtidos a partir dos dados da POF. O modelo compõe a renda das famílias a partir das rendas dos trabalhadores, através de um processo de mapeamento entre eles.

E, finalmente, para as análises relativas ao PNE, desenvolveu-se, ainda, neste estudo um módulo especial de emissões de GEEs, que foi incorporado ao modelo supracitado, e cujas características principais são discutidas a seguir.

3.1 O módulo de emissões de GEEs do TERM-BR

A criação do módulo de emissões dos gases de efeito estufa consistiu inicialmente na criação, dentro da estrutura do modelo principal, do sistema de equações necessário à contabilização das mesmas, bem como sua vinculação com a base de dados de emissões. No TERM-BR, as emissões estão basicamente associadas a duas fontes principais: a queima de combustíveis fósseis pelos setores de atividades econômicas ou ao nível de atividade dos setores e da demanda final. Assim, por exemplo, as emissões associadas ao uso de óleo diesel pela agricultura estão vinculadas ao consumo intermediário de óleo diesel pela agricultura. As emissões de metano pela pecuária, por sua vez, não estão associadas à queima de combustíveis por aquela atividade, mas sim ao tamanho do rebanho, ou seja, ao seu nível de atividade, uma vez que aquele gás é produzido no processo de digestão anaeróbica da celulose pelos animais.

Uma vez criado o módulo teórico que liga a economia às emissões de GEEs, foi necessária a criação da base de dados de emissões propriamente dita. Para isso, foram compatibilizados os dados da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (Brasil, 2011), com os setores da MIP, a exemplo do que foi realizado por Ferreira Filho e Rocha (2007). Esse banco de dados está organizado por tipo de gás e setor de emissão. Essas emissões são em parte advindas do uso de combustíveis e em parte do nível de atividade, conforme discutido. Uma vez feitas as associações das emissões aos agentes do modelo, as mesmas foram transformadas em equivalentes carbono de cada gás, através do uso dos coeficientes de potencial de aquecimento global – GWP (Brasil, 2011).

As emissões pela queima de combustíveis foram associadas aos produtos da extração de petróleo e gás (gás natural, nafta, querosene, gás, outros produtos do petróleo, alcatrão), carvão, gasolina, gasolina C¹¹, óleo combustível, óleo diesel e outros produtos do refino de petróleo (composto principalmente do gás liquefeito de petróleo, ou GLP). 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 matriz de insumo-produto (MIP), com exceção das emissões associadas ao setor Silvicultura. O resultado final agregado desta base de dados pode ser visto no apêndice A.

3.2 A estratégia de simulação utilizada

Conforme mencionado anteriormente, o modelo é calibrado para o ano de 2005, que representa o ano base para a economia. Assim, para os propósitos deste estudo foi necessária inicialmente a atualização da base de dados do modelo, bem como

11. Doravante, neste texto, gasolina refere-se à gasolina pura, enquanto gasolina C à gasolina pura misturada com etanol anidro.

da do módulo de emissões, de 2005 para 2010 (ano inicial das simulações). Essa atualização foi feita através da utilização do próprio modelo, em uma simulação histórica. Nesta simulação, impõe-se ao modelo os valores históricos (variações) observados de algumas variáveis críticas, de forma a atualizar a base de dados para o período desejado.

No presente estudo, isso foi feito através do ajuste da adição do biodiesel ao óleo diesel na proporção de 5%, de forma a se obter o diesel B5; aumento da demanda pelo etanol hidratado em 185,4%; redução do etanol anidro em 7,18%; redução de aproximadamente 30% do etanol exportado; aumento de 12% na receita de exportação desse combustível; aumento da produtividade da terra em 7,7% no período. Em termos dos agregados econômicos, houve no período um aumento real de 78% no valor do investimento agregado, 32,5% no consumo das famílias, 45,3% no consumo do governo, 30,13% nas importações, redução de 15,10% nas exportações e aumento do PIB em 34,4% (Ipea, 2012), valores projetados na atualização do modelo.

3.3 O fechamento macroeconômico utilizado

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

- o estoque de capital da economia é endógeno, variando entre setores para ratificar a taxa de retorno ao estoque de capital por setor, considerada exógena;
- o investimento por setor é proporcional à variação do estoque de capital;
- o consumo agregado das famílias em termos reais é endógeno;
- o nível de emprego agregado é fixo ao nível da linha de base, sendo o salário real setorial a variável de ajuste para ratificar o emprego fixo. Este fechamento é compatível com a idéia da existência de uma taxa natural de desemprego nas economias, atingível no longo prazo. Além disso, considera que a política em análise não afeta a taxa natural de desemprego. O fator trabalho é considerado móvel entre setores e regiões, guiado pelos diferenciais de salário real;
- o consumo do governo é endógeno, variando na mesma 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 relação ao mesmo.

Dessa forma, o fechamento proposto dá ao modelo uma característica de longo prazo, ou seja, um período de tempo suficiente para o estoque de capital por setor, bem como o salário real setorial, se ajustarem.

3.4 O cenário simulado

A simulação proposta neste trabalho 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 e das projeções da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (Brasil, 2007; 2010). Dadas as características deste estudo optou-se ainda neste trabalho por se criar uma linha de base para a análise, apesar de o modelo ser estático. Nesta linha de base projetou-se o valor da economia no tempo sem a política dos biocombustíveis, ou seja, projetou-se um cenário tendencial para a economia brasileira, que servirá de comparação para o cenário de política. Posteriormente, com base na primeira simulação, projetou-se a economia com a presença das políticas sobre os biocombustíveis (o cenário de política). A estratégia de simulação utilizada para os cenários seguiu, assim, as seguintes etapas:

- na primeira simulação, que definiu a linha de base da economia, projetou-se um crescimento das exportações e do PIB real a taxas anuais de 3,53%; crescimento natural da população em 0,613% ao ano (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 (Brasil 2007, 2010, 2012; Ipea, 2012). Conforme discutido anteriormente, os resultados desta simulação representam um crescimento tendencial da economia, em relação aos quais os demais cenários de política serão comparados;
- na segunda simulação, foram adicionados os choques dos biocombustíveis aos choques propostos ao cenário tendencial. Desta forma, foram aplicados choques no aumento do consumo do etanol pelas famílias em 5,6% a.a (200% entre 2010 e 2030), e aumento da substituição do diesel pelo biodiesel, a uma taxa de elevação no uso do biodiesel de 7,9% a.a. (360% entre 2010 e 2030). Uma vez realizados os choques de política, foram calculadas as diferenças entre os resultados do mesmo e a linha de base, isolando-se, assim, as contribuições dos biocombustíveis tanto sobre as variáveis econômicas em geral quanto sobre as emissões.

Embora os choques relativos ao etanol e ao biodiesel tenham sido realizados de forma simultânea, o *software* utilizado na resolução do modelo (GEMPACK) permite a separação dos efeitos dos mesmos nos respectivos subtópicos, que serão utilizados na análise que se segue, e que permitirão a análise separada dos dois choques.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os impactos das políticas simuladas sobre os principais agregados macroeconômicos podem ser vistos na tabela 1.

TABELA 1
Resultados do modelo: variação nos principais agregados macroeconômicos
 (Em %)

	Subtotal biodiesel	Subtotal etanol	Total
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

Elaboração dos autores.

Verifica-se, inicialmente, que os efeitos totais das políticas simuladas são pequenos em termos dos agregados econômicos, uma vez que as indústrias de etanol e biodiesel representam, no ano base, aproximadamente 0,625% do valor total da produção da economia. Desta forma, mesmo a grande elevação projetada na utilização destes produtos (200% no caso do etanol e 360% no do biodiesel) representa uma pequena variação no agregado. Como ainda pode ser visto da tabela 1, os choques tiveram como resultado uma pequena variação positiva no PIB e no consumo real das famílias e do governo, bem como no investimento e salário real médio. Note-se que a contribuição do choque do etanol para a evolução do PIB e do consumo das famílias foi menor que a do biodiesel, o que é consequência da redução do nível de atividade dos setores produtores de gasolina e gasoetanol, não compensados inteiramente pelo aumento do nível de atividade do setor produtor de etanol.

A contribuição do impacto do biodiesel para o investimento real e para salário real médio foi maior que do etanol. Como visto no fechamento do modelo, o investimento está determinado pelo acúmulo de capital em cada setor, o que indica que o choque aplicado ao 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 diretamente por substituição nos carros *flex-fuel* ou na adição à gasolina. A indústria do biodiesel, em contraste, iniciou-se no país a partir de 2005, e tem uma dimensão ainda relativamente pequena em comparação ao setor de extração de petróleo e gás, que produz o seu substituto que é o óleo diesel. Além disso, sendo parcela do óleo diesel importado,

parte do incremento na produção e uso de biodiesel contribui para uma redução das importações, ao invés de competir de forma direta com os produtos do petróleo produzidos nacionalmente. Desta forma, sendo uma indústria relativamente nova, a cadeia do biodiesel irá requerer um acúmulo de capital relativamente maior do que a requerida para o etanol, para o cumprimento das metas simuladas.

Estes resultados são consistentes com 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. Ainda de acordo com a mesma fonte, a criação de empregos na sua cadeia produtiva terá crescimento de 120% no mesmo período.

Os resultados das simulações mostram variações negativas nos volumes totais 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. Observou-se ainda uma valorização cambial real, ou seja, as exportações se reduziram mais que as importações, refletindo o encarecimento dos produtos domésticos.

Os resultados do modelo mostram que o PNE 2030 tem impactos setoriais bastante específicos, como pode ser visto na tabela 2, que mostra a variação na produção dos principais setores afetados pela política.¹²

TABELA 2
Resultados do modelo: variação na produção dos principais setores
(Em %)

Setores	Biodiesel	Etanol
3 Cana-de-açúcar	0,0	12,3
4 Soja	4,8	0,0
11 Extração de petróleo e gás	-3,2	-1,6
16 Óleo de soja	13,3	0,2
17 Sebo	38,6	0,1
22 Gasolina	0,3	-11,6
23 Gasolina C	0,2	-12,4
25 Biodiesel	193,9	0,1
27 Etanol	0,0	22,6

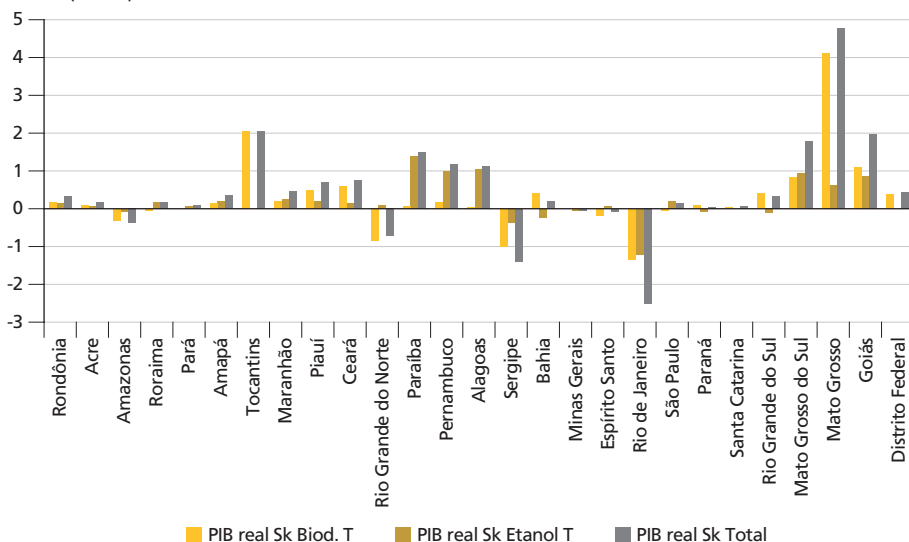
Elaboração dos autores.

12. A tabela com os resultados para todos os setores pode ser vista no apêndice.

Como se pode depreender dos resultados apresentados na tabela 2, a produção primária de soja e de cana-de-açúcar deveria crescer, respectivamente, de 4,8% e 12,3% devido aos choques de política, em relação ao ano-base da simulação (2010), associados a um crescimento de 13,3% na produção de óleo de soja e de 22,6% na de etanol. A produção de gasolina pura e gasolina C, bem como da indústria de extração de petróleo e gás, por outro lado, seriam reduzidos, por substituição pelos biocombustíveis.

Esta variação observada na produção ao nível nacional tem implicações regionais distintas, uma vez que a produção daquelas atividades está distribuída de maneira não uniforme no território brasileiro. O gráfico 1 mostra a variação percentual do PIB real em cada região, obtida a partir dos choques do biodiesel e do etanol. Como se pode ver dos dados do gráfico, seis estados apresentaram reduções do PIB real causadas pelo choque associado ao biodiesel (Amazonas, Rio Grande do Norte, Sergipe, Rio de Janeiro e São Paulo) e sete pelo choque associado ao etanol (Amazonas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul). Na soma dos choques totais, apenas seis estados tiveram redução do PIB, uma vez que os mesmos se contrabalançam em alguns estados. Este é o caso, por exemplo, de São Paulo, que apresentaria uma queda no PIB regional devido ao choque do biodiesel, mas uma elevação maior devido ao choque do etanol, com um saldo final positivo.

GRÁFICO 1
Varição do PIB real obtido a partir dos choques dos biocombustíveis, por estado
 (Em %)



Elaboração dos autores.

Estes resultados, naturalmente, estão associados à composição regional da produção, ou à distribuição regional das indústrias que são afetadas positivamente ou negativamente pelos choques. O estado do Rio de Janeiro, por exemplo, foi o que teve o maior impacto negativo tanto com o choque do biodiesel quanto do etanol, com uma variação negativa do PIB 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 do Sergipe, que se concentram na extração de petróleo e gás e não são representativos na produção de etanol e biodiesel. São, desta forma, afetados negativamente pela substituição dos derivados de petróleo pelos biocombustíveis.

Pelas mesmas razões, a maior variação no PIB real foi observada no estado do Mato Grosso, principalmente pelo choque sobre o biodiesel, uma vez que este 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 (relativos) observados no PIB foram em estados que são importantes na produção dos biocombustíveis e de suas matérias-primas, mas não na 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.

Observaram-se ainda pequenas variações positivas como resultado dos choques sobre o PIB nos estados de São Paulo, Bahia e os da região Sul. Estes estados, embora grandes produtores de biocombustíveis e das matérias-primas para a produção destes são também grandes produtores de combustíveis fósseis, o que faz com que os efeitos dos choques atuem em direção opostas. Além disso, a participação da produção de biocombustíveis no PIB total destes estados é relativamente pequena, por se tratar de estados grandes.

Estendendo a análise regional para o nível setorial, verifica-se pelos dados apresentados na tabela 3 que os maiores crescimentos percentuais 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, estes sim os principais produtores brasileiros em 2010. Os estados do Tocantins e Mato Grosso foram os 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. Verifica-se, assim, que o aumento projetado na demanda por biodiesel previsto no PNE 2030 demandará crescimento significativo da capacidade instalada do setor, tanto em estados que até 2010 não eram significativos na produção desse combustível quanto naqueles que eram tradicionalmente produtores.

TABELA 3
Resultados do modelo: variação no nível de atividade setorial, setores e regiões selecionados
 (Em %)

S. atividades/estados	Biodiesel			
	4 Soja	16 Óleo de soja	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 Rio Grande do Sul	5,40	20,24	64,79	193,18
24 Mato Grosso do Sul	3,59	9,10	18,02	193,61
25 Mato Grosso	7,54	44,71	118,08	193,96
26 Goiás	3,11	33,93	96,60	194,25

S. atividades/estados	Etanol	
	3 Cana-de-açúcar	27 Etanol
13 Pernambuco	8,04	22,79
17 Minas Gerais	11,81	23,55
20 São Paulo	12,68	23,35
21 Paraná	14,23	25,38
24 Mato Grosso do Sul	14,02	20,83
26 Goiás	18,42	28,99

Elaboração dos autores.

Os impactos das simulações sobre o emprego podem ser vistos na tabela 4. Naturalmente, as indústrias que tiveram maiores variações positivas nos níveis de emprego são também aquelas que estão relacionadas mais diretamente com a produção dos biocombustíveis. Os resultados do modelo mostraram que seria necessário um aumento de mais de 170% no nível de emprego da indústria do Biodiesel, e de mais de 20% na indústria do Etanol, 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. Observa-se assim que os dados aqui encontrados para as variações no nível de emprego requeridas para a implementação do PNE-2030 estão de acordo com a tendência geral mostrada no estudo de Brasil (2007). Os valores absolutos, contudo são diferentes, uma vez que aquele estudo incorpora nos seus resultados o etanol de segunda geração, não considerado no presente estudo.¹³

Para o choque do biodiesel, verifica-se uma variação negativa no nível de emprego, nos setores de Arroz e Cana-de-Açúcar, o que é causado pela competição por fatores primários nas atividades agrícolas, especialmente terra e trabalho. 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, algumas indústrias que

13. No estudo de Brasil (2007) a elevação no emprego requerida na cadeia do biodiesel seria de 361%, enquanto que, para o etanol, de 120%.

reduziram fortemente o seu nível de emprego, como os setores Gasolina (10,24%), Gasoetanol (11,09%) e a Indústria de Extração de Petróleo e Gás (7,41%), o que está relacionado à redução do nível de atividade das mesmas, já discutido anteriormente.

TABELA 4
Resultados do modelo: variação do nível de emprego por indústria
(Em %)

Indústria	Biodiesel	Etanol	Total
1 Arroz	-0,019	0,111	0,092
2 OutAgrícolas	0,001	0,026	0,027
3 Cana-de-açúcar	-0,056	11,267	11,211
4 Soja	4,518	0,036	4,553
5 Algodão	3,677	0,083	3,760
6 Silvicultura	0,015	0,006	0,021
7 Gado de corte	0,158	0,068	0,226
8 Gado de leite	0,059	0,146	0,204
9 OutAnimais	0,186	0,103	0,289
10 Avicultura	0,133	0,097	0,230
11 ExtPetrGas	-4,971	-2,444	-7,415
12 Extratração mineral	-0,133	-0,040	-0,173
13 CarvaoOut	-0,232	-0,076	-0,308
14 FabMinNonMet	-0,100	-0,048	-0,148
15 AlimBebida	-0,048	0,107	0,060
16 OleoSsoja	11,994	0,172	12,166
17 Sebo	35,029	0,059	35,087
18 Indústria têxtil	-0,072	0,002	-0,070
19 Indústrias diversas	-0,005	0,026	0,021
20 Papel gráfica	-0,065	-0,087	-0,151
21 Óleo combustível	0,498	0,457	0,955
22 Gasolina	0,182	-10,429	-10,247
23 Gasoalcool	0,095	-11,191	-11,096
24 OleoDiesel	0,127	0,058	0,185
25 Biodiesel	176,799	0,035	176,834
26 OutProdRefin	0,305	0,022	0,327
27 Alcool	-0,090	20,348	20,258
28 ProdQuimInor	0,307	0,430	0,737
29 IndQuimica	0,035	0,037	0,071
30 OutQuimicos	0,702	-0,043	0,659
31 ConstCivil	-0,017	-0,045	-0,062
32 OutMetalurg	-0,174	-0,021	-0,195

(Continua)

(Continuação)

Indústria	Biodiesel	Etanol	Total
33 Siderurgia	-0,199	-0,067	-0,266
34 MetalurNFerr	-0,229	-0,082	-0,311
35 FabMqVaic	-0,153	-0,042	-0,195
36 MaterEletric	0,031	0,051	0,082
37 FabEqEletric	-0,088	-0,082	-0,169
38 SIUP	-0,066	-0,088	-0,154
39 Comércio	0,096	-0,495	-0,399
40 Transporte	0,020	-0,084	-0,064
41 Serviços	-0,064	-0,042	-0,106

Elaboração dos autores.

É interessante se notar que houve uma pequena variação positiva no nível de emprego dos setores produtores de óleo combustível, óleo diesel e outros produtos do refino. Isso significa que o aumento na produção dos biocombustíveis, incentiva o crescimento do emprego para os setores de combustíveis fósseis, com exceção da gasolina. Isto está relacionado à elevação da produção da agropecuária, que tem uma grande dependência do petróleo e seus derivados no seu consumo intermediário, e precisará suprir a produção dos biocombustíveis com matéria-prima (soja, cana-de-açúcar, gado de corte). Dessa forma, existe um efeito indireto no aumento do nível de emprego em alguns setores produtores de derivados do petróleo, causado pelo na produção de biocombustíveis.

Em termos regionais, as variações no emprego podem ser vistas dos dados da tabela 5. Como se pode observar, os estados de 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.

Por outro lado, Rio de Janeiro e Sergipe foram os estados que tiveram maior impacto negativo em termos do 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 gasolina C, em relação ao crescimento do nível de atividade do biodiesel e etanol e suas principais matérias-primas no nível de emprego.

TABELA 5
Resultados do modelo: variação na demanda por trabalho, por estado
(Em %)

Estados	Biodiesel	Etanol	Total
1 Rondônia	0,119	0,110	0,229
2 Acre	0,056	0,054	0,110
3 Amazonas	-0,249	-0,032	-0,282
4 Roraima	-0,049	0,144	0,095
5 Pará	0,000	0,066	0,066
6 Amapá	0,097	0,175	0,272
7 Tocantins	1,668	0,019	1,688
8 Maranhão	0,154	0,229	0,383
9 Piauí	0,449	0,167	0,616
10 Ceará	0,457	0,131	0,588
11 Rio Grande do Norte	-0,712	0,137	-0,575
12 Paraíba	0,054	1,219	1,273
13 Pernambuco	0,118	0,895	1,013
14 Alagoas	0,010	0,934	0,944
15 Sergipe	-0,880	-0,296	-1,176
16 Bahia	0,400	-0,136	0,265
17 Minas Gerais	-0,005	-0,038	-0,043
18 Espírito Santo	-0,195	0,075	-0,120
19 Rio Janeiro	-1,191	-1,070	-2,261
20 São Paulo	-0,085	0,140	0,055
21 Paraná	0,082	-0,076	0,006
22 Santa Catarina	0,012	0,021	0,033
23 Rio Grande do Sul	0,282	-0,065	0,217
24 Mato Grosso do Sul	0,757	0,690	1,447
25 Mato Grosso	3,397	0,447	3,844
26 Goiás	0,795	0,667	1,461
27 Distrito Federal	0,330	0,012	0,343

Elaboração dos autores.

No estado de São Paulo, por um lado, 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 gasolina C 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, contudo, a variação no 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.

O modelo permite ainda a análise da variação da demanda por trabalho por tipo de trabalho, e a conseqüente variação na composição da renda familiar e do consumo das famílias, por faixa de renda, decorrentes das políticas analisadas. Como se pode ver dos dados da tabela 6, onde POF1 representa as famílias de menor faixa de renda, as famílias de menor renda teriam uma elevação maior em seu nível de consumo real, o que é uma conseqüência da elevação dos salários dos trabalhadores de menor nível de rendimentos do trabalho. Estes trabalhadores tendem a se organizar nas famílias de menor renda, daí o resultado observado. Verifica-se, portanto, que as políticas de biocombustíveis em análise teriam efeitos distributivos benéficos, elevando proporcionalmente mais as rendas e o consumo das famílias mais pobres da economia.

TABELA 6
Resultados do modelo: variação do consumo real das famílias, por faixa de renda familiar
 (Em %)

Classe de renda familiar	Biodiesel	Etanol
1 POF1 (renda mais baixa)	0,17	0,26
2 POF2	0,15	0,21
3 POF3	0,13	0,19
4 POF4	0,09	0,08
5 POF5	0,10	0,10
6 POF6	0,07	0,10
7 POF7	0,07	-0,01
8 POF8	0,01	-0,03
9 POF9	-0,10	-0,12
10 POF10	-0,10	-0,16

Elaboração dos autores.

De maneira geral, os resultados agregados por macrorregião dentro do Brasil permitem concluir que o choque na produção de etanol tenderia a beneficiar mais a região Nordeste em termos de emprego, enquanto o choque do biodiesel beneficiaria mais as regiões Centro-Oeste e Sul. A região Sudeste, com forte influência do estado do Rio de Janeiro, teria um impacto negativo em termos de emprego em ambos os casos, mas de maneira mais acentuada no caso do biodiesel.

4.1 Os impactos sobre as emissões decorrentes do PNE 2030

As variações na atividade econômica vistas anteriormente têm impacto direto no padrão de emissões de GEEs na economia. Em termos de emissões totais por fonte de emissão, verifica-se da tabela 7 que tanto o choque do biodiesel como o do etanol tiveram efeito de redução das emissões associadas à extração de petróleo e gás, carvão e outros produtos da mineração (CarvaoOut). As emissões associadas ao Óleo combustível e outros produtos do refino, bem como aquelas associadas ao nível de atividade dos setores, apresentaram aumento positivo nas variações das emissões nos dois casos.

TABELA 7

Resultados do modelo: variações nas emissões totais, por fonte de emissão (Em %)

Fonte	Biodiesel	Etanol	Total
1 ExtPetrGas	-3,94	-1,95	-5,89
2 CarvaoOut	-0,16	-0,05	-0,21
3 Gasolina	0,22	-2,08	-1,86
4 Gasolina C	0,03	-12,66	-12,63
5 OleoCombust	0,29	0,46	0,75
6 OleoDiesel	-11,16	0,11	-11,05
7 OutProdRefin	0,38	0,03	0,41
8 Nível de Atividade	0,12	0,34	0,46
Emissões totais	-1,92	-0,63	-2,56

Elaboração dos autores.

As emissões associadas à gasolina pura e à gasolina C foram reduzidas pelo choque do etanol, o que é resultante da substituição da gasolina C pelo etanol pelas famílias e da consequente redução da demanda pela gasolina pura. O choque associado ao biodiesel teve como resultado, uma pequena variação positiva nas emissões associadas à gasolina, gasolina C, óleo combustível e outros produtos do refino, o que novamente é devido ao aumento do nível de atividade da indústria de biodiesel e seus efeitos indiretos na demanda pelos insumos associados à sua produção, notadamente aqueles oriundos da agropecuária.

Esta elevação na produção da agropecuária está diretamente ligada à elevação nas emissões ligadas à atividade, que se elevaram em 0,12% no caso do choque do biodiesel e de 0,34% no choque do etanol. Estas variações são resultantes basicamente das emissões associadas ao nível de atividade da agropecuária, particularmente da cultura da soja e da cana-de-açúcar, ou seja, são emissões associadas ao manejo e ao uso dos solos agrícolas. O resultado líquido dos choques, contudo, é uma redução de 2,56% nas emissões totais na economia brasileira, sendo a maior parte devido ao incremento no uso do biodiesel, como pode ser visto na tabela 7. Esta redução percentual corresponde a uma redução total das emissões de 49.850,54 Gg de CO₂

equivalente, sendo 12.362,53 Gg de CO₂ equivalente devidos ao choque do etanol e 37.488 Gg de CO₂ equivalente devido ao choque do biodiesel.¹⁴

Verifica-se, desta forma, que as medidas previstas no PNE 2030 modificariam de forma discreta o perfil das emissões associadas ao uso de combustíveis e ao nível de atividade na economia brasileira. Os resultados deste trabalho mostram que, sem os choques dos biocombustíveis, a taxa média anual de crescimento das emissões de 2005 a 2030 seria de 3,68%, e de 2010 a 2030, de 3,32%. Com as políticas dos biocombustíveis simuladas a taxa média anual de crescimento das emissões de 2005 a 2030 seria de 3,63% a.a. e de 2010 a 2030, de 3,27% a.a. Assim, a diferença entre a linha de base e a simulação das políticas de biocombustíveis foi uma redução em 0,126% a.a., no período 2010-2030, ou 2,56% acumulados no período, conforme pode ser visto na última linha da tabela 7, já mencionada anteriormente

Os resultados aqui encontrados mostraram que o choque do etanol reduziria as emissões totais em 12.362,53 Gg de CO₂ equivalente, enquanto que a redução para o choque do biodiesel seria de 37.488 Gg de CO₂ equivalente. Estes valores diferem significativamente das projeções encontradas em Brasil (2007), onde 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. Ou seja, além das reduções das emissões totais pelo etanol serem menores que as projetadas por Brasil (2007), os resultados aqui encontrados apontam para o biodiesel como o maior responsável pelas reduções totais.¹⁵

É interessante notar ainda que os resultados positivos sobre a atividade econômica aqui mostrados contrastam com os encontrados por Lopes (2003), Tourinho *et al.* (2003), e Ferreira Filho e Rocha (2008), que encontraram queda na atividade econômica devido à introdução de imposto sobre carbono. Embora as reduções nas emissões encontradas por aqueles autores sejam superiores às aqui encontradas, estas estão associadas a reduções no PIB, ou seja, têm um custo social bastante mais elevado.

As emissões por setor de atividade e elemento da demanda final podem ser vistas na tabela 8, onde se verifica que 14 dos 43 setores do modelo apresentaram aumento nas emissões, em particular os setores ligados à produção de biocombustíveis. Como se pode observar, 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, por razões distintas. Enquanto os setores ligados aos derivados de petróleo reduziram o seu nível de atividade, devido à substituição com os biocombustíveis, as famílias, embora aumentando o seu consumo agregado, reduziram as emissões principalmente devido à substituição no consumo de gasolina pelo etanol.

14. Análise de sensibilidade realizada com os valores das elasticidades de exportação no modelo mostraram que estes resultados são bastante estáveis em relação aos valores daqueles parâmetros.

15. Deve-se notar que o trabalho de Brasil (2007), contudo, leva em consideração outras tecnologias que não foram incluídas nesta pesquisa, como a utilização do etanol de segunda geração.

TABELA 8
Varição de emissões por setor de atividade e demanda final
(Em %)

Indústria	Biodiesel	Etanol	Total
1 Arroz	-0,24	0,12	-0,11
2 OutAgrícolas	-2,33	0,04	-2,29
3 CanaAcucar	-0,95	12,23	11,28
4 Soja	2,57	0,05	2,62
5 Algodao	3,24	0,09	3,33
6 Silvicultura	0,14	0,01	0,15
7 GadoCorte	0,11	0,08	0,19
8 GadoLeite	-0,11	0,16	0,06
9 OutAnimais	0,12	0,12	0,24
10 Avicultura	-0,64	0,11	-0,53
11 ExtPetrGas	-4,61	-1,57	-6,19
12 ExtratMiner	-3,43	0,00	-3,43
13 CarvaoOut	-0,53	-0,05	-0,58
14 FabMinNonMet	-0,30	-0,03	-0,32
15 AlimBebida	-4,62	0,17	-4,45
16 OleoSoja	8,81	0,24	9,05
17 Sebo	33,49	0,13	33,63
18 IndTextil	-4,10	0,05	-4,05
19 IndDiversas	-2,48	0,08	-2,41
20 PapelGrafica	-0,78	-0,03	-0,81
21 OleoCombust	0,65	0,57	1,22
22 Gasolina	0,31	-11,53	-11,22
23 Gasolina C	-7,88	-12,06	-19,94
24 OleoDiesel	-10,25	0,12	-10,13
25 Biodiesel	193,89	0,12	194,01
26 OutProdRefin	0,50	0,12	0,62
27 Etanol	-5,37	22,29	16,92
28 ProdQuimInor	0,04	0,52	0,56
29 IndQuimica	-0,15	0,06	-0,09
30 OutQuimicos	0,79	-0,02	0,77
31 ConstCivil	-10,44	0,01	-10,43
32 OutMetalurg	-0,71	-0,04	-0,75
33 Siderurgia	-0,18	-0,04	-0,22
34 MetalurNFerr	-1,09	-0,05	-1,14
35 FabMaqVeic	-3,01	-0,01	-3,02
36 MaterEletric	-9,64	0,10	-9,54
37 FabEqEletric	-2,95	-0,03	-2,98
38 SIUP	-0,73	-0,05	-0,79
39 Comercio	-8,44	-0,52	-8,96
40 Transporte	-10,32	-0,05	-10,37
41 Servicos	-5,66	-0,08	-5,74
42 HOU	-1,98	-13,01	-14,99
43 GOV	0,00	0,00	0,00

Elaboração dos autores.

Os impactos regionais dos cenários analisados em termos das emissões podem ser vistos nos dados da tabela 9. Verifica-se que o choque do biodiesel gerou uma redução das emissões em quase todos os estados, com exceção de Tocantins e Mato Grosso. Estes são estados onde as atividades produtivas de soja e gado de corte, importantes insumos na produção de biodiesel, tem participação elevada no valor da produção total. Além disso, no estado do Tocantins 80,1% das emissões totais estão associadas à pecuária bovina, enquanto no estado do Mato Grosso este valor atinge a marca de 63,5%, com adicionais 6% associados à cultura da soja.

TABELA 9
Resultados do modelo: variação nas emissões, por estado
 (Em %)

Estados	Biodiesel	Etanol	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 Amapa	-7,100	0,328	-6,772
7 Tocantins	0,191	-0,005	0,186
8 Maranhão	-1,272	0,138	-1,134
9 Piauí	-0,566	-0,025	-0,591
10 Ceará	-1,150	-0,174	-1,324
11 Rio Grande do Norte	-2,649	-0,048	-2,697
12 Paraíba	-1,333	0,788	-0,545
13 Pernambuco	-1,735	0,913	-0,822
14 Alagoas	-1,871	0,901	-0,970
15 Sergipe	-2,724	-0,374	-3,099
16 Bahia	-1,575	-1,629	-3,205
17 Minas Gerais	-1,522	-0,403	-1,925
18 Espírito Santo	-2,892	0,112	-2,779
19 Rio de Janeiro	-3,913	-2,643	-6,556
20 São Paulo	-3,105	-0,842	-3,947
21 Paraná	-2,822	-1,353	-4,174
22 Santa Catarina	-2,529	0,066	-2,463
23 Rio Grande Sul	-1,422	-0,762	-2,184
24 Mato Grosso do Sul	-0,259	0,244	-0,016
25 Mato Grosso	1,069	0,172	1,241
26 Goiás	-0,191	0,476	0,285
27 Distrito Federal	-5,012	0,112	-4,899

Elaboração dos autores.

Em termos dos efeitos somados dos choques, contudo, apenas os estados de Tocantins, Mato Grosso e Goiás tiveram aumento nas emissões de CO₂, por razões distintas. No estado de Tocantins, as reduções de emissões devido ao choque do etanol não compensaram o aumento das emissões resultantes do choque do biodiesel, enquanto no estado de Goiás a elevação nas emissões devido ao choque do etanol dominaram as reduções devidas ao biodiesel. No caso do Mato Grosso, tanto os choques do biodiesel quanto o do etanol contribuíram para o aumento das emissões, o que é resultado da intensificação das atividades associadas à indústria 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, como é o caso do Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte e Amazonas. Verifica-se, assim, que tanto as políticas do biodiesel quanto as do etanol têm potencial para promover reduções das emissões via uso modificações no padrão de uso de combustíveis, nas diversas regiões do país. Os setores que mais contribuíram com as reduções das emissões nos estados foram os setores de extração de petróleo e gás, óleo diesel, gasolina, transporte, serviços, e na demanda final o consumo das famílias.

Os dois choques analisados neste trabalho têm impacto diferenciado também em termos das emissões por fontes de emissão, como pode ser visto dos dados da tabela 10. Nessa tabela, as fontes de emissões são combustíveis ou o nível de atividade, conforme discutido anteriormente. Como se pode ver dos dados da tabela 10, o choque do biodiesel reduziria principalmente as emissões associadas aos combustíveis agrupados em ExtPetrGas, dos quais o gás natural representa aproximadamente 60% das emissões totais, além, naturalmente, das emissões associadas ao óleo diesel. O choque do etanol, por outro lado, reduziria principalmente as emissões associadas à gasolina C. Em termos agregados, as emissões associadas ao uso de óleo diesel e gasolina teriam as principais reduções.

TABELA 10

Resultados do modelo: variações nas emissões por fonte de emissão
(Em %)

Fonte de emissão	Biodiesel	Etanol	Total
1 ExtPetrGas	-3,94	-1,95	-5,89
2 CarvaoOut	-0,16	-0,05	-0,21
3 Gasolina	0,22	-2,08	-1,86
4 Gasolina C	0,03	-12,65	-12,61
5 OleoCombust	0,29	0,46	0,75
6 OleoDiesel	-11,17	0,11	-11,06
7 OutProdRefin	0,38	0,03	0,41
8 Activity	0,13	0,34	0,47

Elaboração dos autores.

E, finalmente, note-se que, do ponto de vista dos agentes econômicos utilizando cada combustível, os choques também apresentam incidência diferente. Enquanto no caso do choque de biodiesel a principal redução das emissões acontece por parte do setor transportes que, sendo responsável por 45,4% do uso do óleo diesel, reduz o consumo em 11,4%, no caso do etanol a principal redução nas emissões acontece devido à redução da gasolina C pelas famílias, responsáveis por cerca de 70% do consumo total deste combustível no ano base. Os resultados do modelo mostram que as famílias reduziram em 17,8% o seu consumo de gasolina C, como fruto da substituição deste combustível pelo etanol.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, portanto, indicam que o mandato brasileiro de biocombustíveis, como discriminado no PNE 2030, tem potencial de reduzir as emissões associadas à queima de combustíveis na economia brasileira da ordem de 2,56% até o ano de 2030. Embora este não seja um valor elevado, deve-se notar que aquela redução pode ser obtida sem custo adicional em termos de perda de PIB, ao contrário do que, como tem sido demonstrado na literatura, ocorreria através de políticas de taxaçaõ das emissões de carbono. De fato, os resultados deste trabalho mostram que a substituição do uso dos combustíveis fósseis através dos biocombustíveis tem potencial para efeitos econômicos positivos na economia, através da elevação da utilização de fatores primários abundantes na economia brasileira, notadamente os ligados à produção agrícola. Isso permitiria reduzir as importações de combustíveis fósseis, com benefícios adicionais para a economia nacional.

Adicionalmente, deve-se notar que as políticas analisadas têm ainda potencial para contribuir para a desconcentração da atividade econômica no território nacional, incentivando relativamente mais estados nas regiões Centro-Oeste, no caso do biodiesel, e na região Nordeste e Centro-Oeste, no caso do choque do etanol. Aqui, contudo, chama-se a atenção para o fato de que os resultados não são uniformes, sendo que os estados produtores de petróleo tenderiam a perder em termos relativos, dada a substituição no uso destes combustíveis. Neste particular, os estados de Sergipe e Rio de Janeiro seriam aqueles a requerer especial atenção.

Vale a pena observar, também, que os resultados aqui encontrados indicam um efeito distributivo benéfico associado às políticas de biocombustíveis analisadas, principalmente pela elevação da renda das famílias mais pobres. Note-se, contudo, que este é uma decorrência da estrutura da economia brasileira, e não de qualquer condicionalidade imposta à produção em termos de tamanho de produtores. O aumento na demanda de biocombustíveis, ao elevar a demanda pelo produto da agropecuária, elevaria a demanda por trabalho pouco qualificado e de baixos salários,

que normalmente compõem os domicílios de renda mais baixa da economia. Este é um efeito importante a ser levando em consideração em relação ao PNE 2030.

E, finalmente, deve-se chamar a atenção para o fato de que esta pesquisa não considerou os efeitos associados às mudanças no uso do solo, notadamente os efeitos associados ao desflorestamento. Por suas características, as políticas de biocombustíveis, por meio da elevação da demanda por produtos da agricultura, têm potencial para afetar negativamente as emissões associadas à mudança do uso do solo, sendo este um tema que deverá ser tratado em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. 1999. 25 p.

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.

_____. 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.

_____. _____. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Versão para Consulta Pública. Setembro, 2008.

_____. 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.

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

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.

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, 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, fv. 2007.

GNANSOUNOU, E. *et al.* 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.

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

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, Feb. 2008.

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 n. 976). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4539>. Acesso em: 24 set. 2014.

APÊNDICE A

TABELA A.1

Matriz de emissões, por emissor e por atividade econômica – Gg CO₂ equivalente

QGAS	Ext. Petr. Gas	Carvão e Outros	Gasolina	Gasoolcool	OleoCombust	OleoDiesel	OutProdRefin	Activity	Total
1 Arroz	0,00	0,00	0,00	5,00	2,00	449,00	6,00	18.993,00	19.454,00
2 OutAgrícolas	0,00	0,00	0,00	80,00	63,00	4.791,00	62,00	14.564,00	19.561,00
3 CanaAcucar	0,00	0,00	0,00	18,00	2,00	1.034,00	13,00	11.390,00	12.457,00
4 Soja	0,00	0,00	0,00	28,00	5,00	1.954,00	25,00	7.372,00	9.384,00
5 Algodao	0,00	0,00	0,00	7,00	2,00	417,00	5,00	5.993,00	6.425,00
6 Silvicultura	0,00	0,00	0,00	12,00	2,00	767,00	10,00	-69.784,00	-68.993,00
7 GadoCorte	0,00	0,00	0,00	34,00	183,00	1.721,00	23,00	266.355,00	268.316,00
8 GadoLeite	0,00	0,00	0,00	16,00	75,00	804,00	11,00	43.898,00	44.805,00
9 OutAnimais	0,00	0,00	0,00	6,00	32,00	305,00	4,00	32.794,00	33.142,00
10 Avicultura	0,00	0,00	0,00	25,00	121,00	1.051,00	14,00	11.940,00	13.151,00
11 ExtPetrGas	3.787,00	0,00	129,00	1,00	92,00	3.065,00	0,00	15.972,00	23.045,00
12 ExtratMiner	48,00	2.158,00	19,00	2,00	3.689,00	2.749,00	68,00	0,00	8.732,00
13 CarvãoOut	0,00	21,00	0,00	0,00	29,00	75,00	1,00	1.989,00	2.115,00
14 FabMinNonMet	0,00	207,00	0,00	59,00	1.561,00	511,00	418,00	19.705,00	22.461,00
15 AlimBebida	0,00	2,00	0,00	235,00	2.849,00	2.968,00	285,00	0,00	6.340,00
16 OleoSoja	0,00	0,00	0,00	12,00	503,00	354,00	3,00	0,00	872,00
17 Sebo	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	3,00
18 IndTextil	0,00	0,00	0,00	75,00	724,00	931,00	686,00	0,00	2.416,00
19 IndDiversas	0,00	2,00	0,00	88,00	1.697,00	1.774,00	4.141,00	0,00	7.701,00
20 PapelGrafica	0,00	238,00	0,00	297,00	432,00	117,00	468,00	0,00	1.553,00
21 OleoCombust	9.355,00	0,00	673,00	15,00	0,00	24,00	3,00	0,00	10.070,00
22 Gasolina	15.547,00	4,00	1.116,00	25,00	19,00	42,00	46,00	0,00	16.798,00
23 Gasoolcool	12,00	0,00	1,00	40,00	20,00	328,00	59,00	0,00	460,00
24 OleoDiesel	35.047,00	0,00	2.522,00	57,00	0,00	90,00	12,00	0,00	37.727,00
25 Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 OutProdRefin	24.427,00	6,00	1.752,00	81,00	257,00	221,00	590,00	0,00	27.334,00
27 Alcool	0,00	0,00	0,00	20,00	327,00	270,00	0,00	0,00	616,00
28 ProdQuimInor	49,00	182,00	0,00	1,00	935,00	117,00	1.847,00	0,00	3.131,00
29 IndQuimica	55,00	136,00	5,00	197,00	825,00	299,00	1.975,00	8.905,00	12.395,00
30 OutQuimicos	96,00	18,00	38,00	4,00	92,00	17,00	535,00	3.736,00	4.536,00
31 ConstCivil	2,00	2,00	1,00	153,00	7,00	5.465,00	170,00	0,00	5.800,00
32 OutMetalurg	0,00	1.943,00	0,00	13,00	890,00	160,00	348,00	0,00	3.354,00
33 Siderurgia	0,00	14.316,00	0,00	1,00	836,00	169,00	338,00	38.283,00	53.942,00
34 MetalurNFerr	0,00	0,00	0,00	42,00	706,00	389,00	71,00	3.373,00	4.580,00
35 FabMaqVeic	1,00	44,00	0,00	147,00	2.262,00	2.187,00	671,00	2.969,00	8.282,00
36 MaterElettric	0,00	0,00	0,00	189,00	49,00	2.342,00	178,00	0,00	2.759,00
37 FabEqElettric	0,00	0,00	0,00	46,00	234,00	398,00	811,00	0,00	1.490,00
38 SIUP	5.707,00	0,00	0,00	731,00	2.367,00	3.692,00	1,00	41.086,00	53.584,00
39 Comercio	0,00	3,00	0,00	1.623,00	8,00	6.484,00	130,00	0,00	8.247,00
40 Transporte	0,00	0,00	0,00	1.270,00	2.111,00	50.691,00	1.747,00	0,00	55.818,00
41 Servicos	238,00	14,00	107,00	5.302,00	52,00	6.310,00	314,00	0,00	12.337,00
42 HOU	0,00	0,00	0,00	24.836,00	0,00	6.254,00	3.016,00	0,00	34.106,00
43 GOV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	94.370,00	19.295,00	6.363,00	35.790,00	24.061,00	111.786,00	19.108,00	479.533,00	790.306,00

Elaboração dos autores.

TABELA A.2
Resultados do modelo: variação na produção, por setor de atividade
 (Em %)

Setor/choques	Biodiesel	Etanol
1 Arroz	0,0	-0,1
2 OutAgrícolas	0,0	-0,2
3 CanaAcucar	0,0	12,3
4 Soja	4,8	0,0
5 Algodão	3,9	-0,1
6 Silvicultura	0,0	-0,2
7 GadoCorte	0,2	-0,1
8 GadoLeite	0,1	-0,1
9 OutAnimais	0,2	-0,1
10 Avicultura	0,2	-0,2
11 ExtPetrGas	-3,2	-1,6
12 ExtratMiner	-0,1	0,0
13 CarvaoOut	-0,2	0,0
14 FabMinNonMet	-0,1	-0,1
15 AlimBebida	0,0	-0,1
16 OleoSoja	13,3	0,2
17 Sebo	38,6	0,1
18 IndTextil	-0,1	-0,3
19 IndDiversas	0,0	-0,1
20 PapelGrafica	0,0	-0,3
21 OleoCombust	0,6	0,3
22 Gasolina	0,3	-11,6
23 Gasoalcoo	0,2	-12,4
24 OleoDiesel	0,2	0,1
25 Biodiesel	193,9	0,1
26 OutProdRefin	0,4	-0,1
27 Alcool	0,0	22,6
28 ProdQuimInor	0,4	0,5
29 IndQuimica	0,1	-0,1
30 OutQuimicos	0,8	0,0
31 ConstCivil	0,0	-0,1
32 OutMetalurg	-0,1	0,1
33 Siderurgia	-0,1	0,0
34 MetalurNFerr	-0,2	0,0
35 FabMqVeic	-0,1	0,0
36 MaterEletric	0,1	0,0
37 FabEqEletric	0,0	-0,1
38 SIUP	0,0	-0,2
39 Comercio	0,1	0,1
40 Transporte	0,1	-0,1
41 Serviços	0,0	-0,2

Elaboração dos autores.

QUADRO A.1
Significado das abreviações para o setor indústria

Setores	Descrição
Indústrias	
22 Gasolina	Gasolina
23 Gasolina C	Gasolina C
24 Óleo diesel	Óleo diesel
25 Biodiesel	Biodiesel
26 OutProdRefin	Outros produtos do refino
27 Etanol	Etanol
28 ProdQuimInor	Produtos químicos inorgânicos
29 IndQuimica	Indústria química
30 OutQuimicos	Outros produtos químicos
31 ConstCivil	Construção civil
32 OutMetalurg	Outros produtos da metalurgia
33 Siderurgia	Siderurgia
34 MetalurNFerr	Metalurgia não ferrosos
35 FabMqVaic	Fabricação de máquinas e veículos
36 MaterEletric	Material elétrico
37 FabEqEletric	Fabricação de equipamento elétrico
38 SIUP	Eletricidade, água, gás, esgoto e limpeza pública
39 Comércio	Comércio
40 Transporte	Transporte
41 Servicos	Serviços

Elaboração dos autores.