APROBIO – ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIODIESEL DO BRASIL

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA INDÚSTRIA DE BIODIESEL NO BRASIL

ESTUDO ENCOMENDADO PELA ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIODIESEL DO BRASIL - APROBIO

RELATÓRIO FINAL

SÃO PAULO

SETEMBRO/2012

Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

RESUMO

A produção de biodiesel no Brasil iniciou-se no ano de 2005 e aumentou de modo tal que o país tornou-se o 2º maior produtor mundial em termos de volume, em 2011. O presente estudo objetiva avaliar os efeitos positivos e negativos para a economia brasileira decorrentes da incorporação do biodiesel no sistema de distribuição do diesel mineral. Aponta-se que o principal efeito negativo corresponde ao aumento da inflação: devido ao preço superior do biodiesel em relação ao diesel mineral, a mistura aumenta o custo do transporte de cargas e, consequentemente, os preços finais dos produtos em geral. Por outro lado, o maior efeito positivo deve-se ao potencial de crescimento agroindustrial brasileiro para fabricação do biodiesel, que é substituto direto do óleo diesel mineral importado, cuja produção não gera divisas para o país. Além disso, a incorporação do biodiesel tem efeitos ambientais, tendo em vista a característica de ser renovável.

Para mensurar tais efeitos, este estudo embasa-se na Teoria de Insumo-Produto, juntamente com modelos de formação preços e um extenso trabalho de levantamento de dados, coeficientes técnicos e elasticidades preço-demanda. A metodologia considera todos os efeitos diretos e indiretos relativos às necessidades de fornecimento de insumos ao longo da cadeia produtiva em todos os setores da economia, solidificando os resultados das análises em torno do tema. Integrando as análises ambientais, foram mensurados os impactos sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa, por meio da obtenção do balanço das emissões. Em linhas gerais, observou-se que o aumento do teor do biodiesel no óleo diesel provoca impactos positivos e importantes sobre a economia nacional, superando substancialmente os efeitos negativos. Sua maior participação na matriz energética brasileira pode contribuir com as políticas de emprego, distribuição de renda, meio ambiente, desenvolvimento regional e tecnológico.

CÓDIGO JEL: Q16, Q42, R15

fipe
Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

EQUIPE TÉCNICA

Joaquim José Martins Guilhoto (Coordenador)
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo
REAL, Universidade de Illinois

Marcelo Pereira da Cunha (Pesquisador Senior)
Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas

Denise Imori
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo

Tatiana Aleixo Nogueira
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo

Lara Oliveira Vilela
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo

Camila Tiemi Alves
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo

Bianca Ayumi
Departamento de Economia – FEA, Universidade de São Paulo

fipe
Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO 1

1 INTRODUÇÃO 5

2 ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO E BASE DE DADOS 7

2.1 VISÃO GERAL 7

2.2 AS TABELAS DE INSUMO-PRODUTO 12

2.3 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DE INSUMO-PRODUTO 16

2.3.1 As matrizes de produção e de usos 17

2.3.2 Tecnologia baseada no produto e na indústria 18

2.3.3 Valoração 23

2.4 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PARA O ESTUDO 24

2.5 EFEITOS DAS MUDANÇAS DE PREÇOS - MODELO DE EQUILÍBRIO 25

2.6 PRINCIPAIS HIPÓTESES ASSUMIDAS 26

3 IMPACTOS DO BIODIESEL SOBRE A INFLAÇÃO 29

3.1 CENÁRIO BÁSICO 29

3.1 CENÁRIO ALTERNATIVO 32

4 IMPACTOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DA SOJA 35

4.1 ESTIMATIVA DA SOJA PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL 35

4.2 IMPACTOS SOBRE O PIB 38

5 IMPACTO SOBRE O EMPREGO DECORRENTE DA ADIÇÃO DE BIODIESEL 39

6 IMPACTOS SOBRE A INFLAÇÃO DEVIDO AOS IMPOSTOS INCIDENTES SOBRE O DIESEL E O BIODIESEL 41

7 APLICAÇÕES DE RECURSOS EQUIVALENTES AOS INCENTIVOS DADOS AO BIODIESEL 45

7.1 ALOCAÇÃO EQUIVALENTE DOS INCENTIVOS NAS DESPESAS CORRENTES DO GOVERNO 45

7.2 COMPARAÇÃO DE IMPACTOS, CONSIDERANDO AQUISIÇÕES DO BIODIESEL OU DO ÓLEO DIESEL MINERAL, 2008 A 2011 46

8 IMPACTOS SOBRE O SOBRE BALANÇO DAS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA, 2008 A 2011 49

9 AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS PROSPECTIVOS, SUPONDO AUMENTOS NO PERCENTUAL DE BIODIESEL NA MISTURA COM O DIESEL 51

9.1 ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS SOBRE O PIB 51

9.2 ESTIMATIVA DOS IMPACTOS SOBRE OS EMPREGOS 53

9.3 ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS SOBRE A INFLAÇÃO 54

10 COMENTÁRIOS FINAIS 57

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59

Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

APROBIO
Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

Ref.: Estudo Encomendado Pela Associação Dos Produtores De Biodiesel Do Brasil – APROBIO com o título: IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA INDÚSTRIA DE BIODIESEL NO BRASIL, de Setembro de 2012.

Destaca-se que os resultados de impacto inflacionário apresentados nas tabelas da página 2 e 3 do sumário executivo e nas tabelas 2 e 3 representam a inflação causada pelo biodiesel em comparação a um cenário hipotético sem biodiesel.

O real impacto inflacionário do biodiesel ocorreu de forma incremental, conforme a evolução escalonada do teor. Desta forma, o impacto real do biodiesel na inflação e sua projeção do impacto do aumento de mistura pode ser informado em sua forma incremental.

Considerando as condições à época do estudo, Setembro de 2012, a inflação ou deflação relativa gerada pela mistura do biodiesel ao diesel mineral foi:

Ano	Teor Biodiesel	Inflação Biodiesel	Inflação Relativa	
2008	2,43%	0,030%		
2009	3,38%	0,056%	0,026%	Aumento em relação ao ano de 2008
2010	4,54%	0,051%	-0,005%	Redução em relação ao ano de 2009
2011	4,90%	0,037%	-0,014%	Redução em relação ao ano de 2010

Para o aumento de mistura, a inflação relativa ao aumento da mistura, com base na inflação de 2011 será:

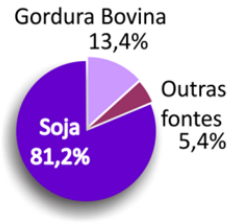
Nova Mistura	Teor Biodiesel	Inflação Biodiesel	Inflação Relativa	
B7	7%	0,053%	0,016%	Aumento em relação ao ano de 2011
B10	10%	0,075%	0,038%	Aumento em relação ao ano de 2011
B20	20%	0,161%	0,124%	Aumento em relação ao ano de 2011

Ressalta-se que as projeções consideraram as condições de mercado vigentes à época. Variações, para cima ou para baixo dos valores do biodiesel podem alterar as estimativas apresentadas.

SUMÁRIO EXECUTIVO

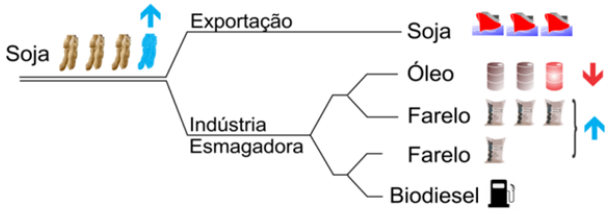
A produção de biodiesel no Brasil teve início no ano de 2005, com volume próximo a 700 mil litros, e atinge 2,67 bilhões de litros em 2011, transformando o Brasil no 2º produtor mundial. O acelerado ritmo foi apoiado pela Lei nº 11.097 (13/01/2005) e pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB. Ainda, o uso do combustível integra-se às ações voltadas ao alcance das metas da Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC (Lei Federal nº 12.187, 29/12/2009), tendo em vista a característica de ser renovável e estar alinhado com as políticas mundiais de redução das emissões dos Gases do Efeito Estufa - GEE.

No entanto, há efeitos positivos e negativos para a economia brasileira ao incorporar o biodiesel no sistema de distribuição do diesel mineral. O principal efeito negativo corresponde ao aumento da inflação. Devido ao preço superior do biodiesel em relação ao diesel mineral, a mistura aumenta o custo do transporte de cargas e, consequentemente, os preços finais dos produtos em geral. Por outro lado, o maior efeito positivo deve-se ao potencial de crescimento agroindustrial brasileiro para fabricação do biodiesel, que é substituto direto do óleo diesel mineral importado, cuja produção não gera divisas para o País.



Destaca-se que o principal insumo para a produção nacional é a soja, responsável por 81,2%, seguida da gordura bovina com participação de 13,4 % da composição avaliada em 2011. Por isso, o setor correspondente tem forte ligação com a cadeia produtiva do grão.

Se por um lado, a ampliação da capacidade de esmagamento da soja produz mais farelo (importante composto da alimentação animal), por outro, a produção do óleo combustível compete com a do óleo usado como alimento.

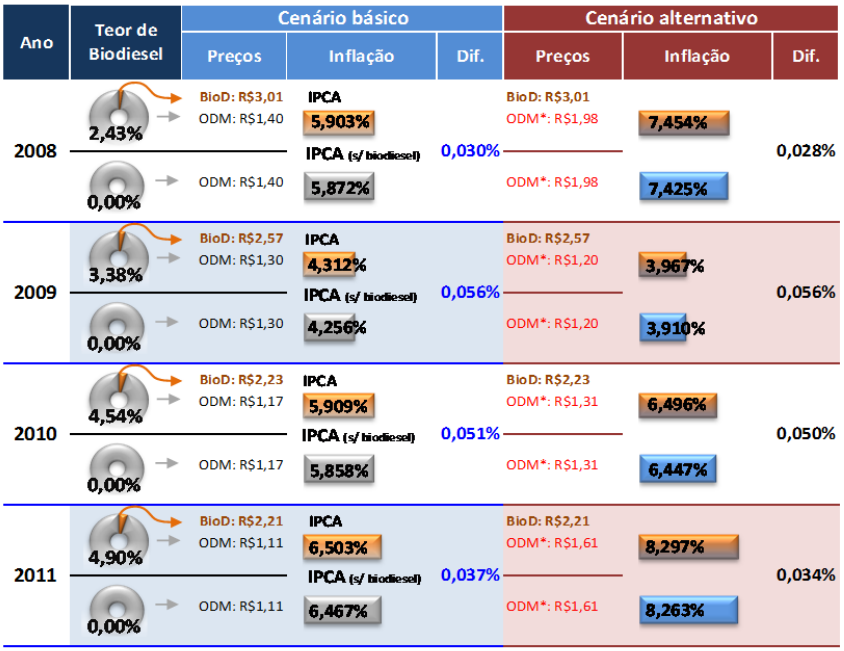


Neste contexto, ganhos e perdas associam-se à produção e a utilização do biodiesel em larga escala, por isso é necessário mensurar os impactos socioeconômicos provocados nos últimos anos, desde a inclusão da mistura.

Para tanto, este estudo embasa-se na Teoria de Insumo-Produto, juntamente com modelos de formação preços e um extenso trabalho de levantamento de dados, coeficiente técnicos e elasticidades preço-demanda. A metodologia considera todos os efeitos diretos e indiretos relativos às necessidades de fornecimento de insumos ao longo da cadeia produtiva em todos os setores da economia, solidificando os resultados das análises em torno do tema.

Para as estimativas dos efeitos sobre a inflação nos anos de 2008 a 2011, assumiu-se que o biodiesel produzido no Brasil reduziu a necessidade de importação de óleo diesel mineral, de tal modo que a produção de óleo diesel mineral doméstica manteve-se inalterada.

Duas estimativas foram obtidas: no primeiro caso, chamado de cenário básico, os cálculos foram realizados supondo-se o preço básico do óleo diesel mineral doméstico, como de fato ocorreu na economia e foi captado através do índice de inflação: IPCA-IBGE; no segundo caso, denominado como cenário alternativo, admitiu-se o preço básico do óleo diesel mineral doméstico como igual ao óleo diesel importado.



Os resultados do cenário básico demonstram que a inflação causada pelo biodiesel nos anos de 2008 a 2011 foram iguais a 0,030%, 0,056%, 0,051% e 0,037%, respectivamente. Estes resultados refletem os efeitos inflacionários isolados dos teores de biodiesel no IPCA de cada ano. No cenário alternativo, as estimativas para um novo IPCA foram, em geral, maiores, pois o preço médio do diesel importado é significativamente maior que o preço do nacional (cerca de 22%). Mas os resultados inerentes à inflação provocada pelo biodiesel foram ligeiramente inferiores, pois a diferença entre o preço do biodiesel em relação ao diesel mineral importado é inferior àquela observada no cenário básico. Embora pequenos, os efeitos inflacionários provocam o aumento geral dos preços e diminuição no consumo doméstico agregado, causando uma redução no PIB do País.

Impactos no PIB (em milhões de R$ de 2011) e no emprego (em equivalente/homem/ano), 2008 a 2011

Ano	Teor de Biodiesel	Aumento da inflação	Impacto da inflação no PIB	Redução da importação de ODM	Aumento da produção de farelo	Redução da de óleo de soja	**Efeito total no PIB**	**Empregos**
2008	2,43%	0,030%	-1.408	2.278	2.192	-635	**2.427**	**24.660**
2009	3,38%	0,056%	-2.417	1.991	1.360	-2.414	**-1.480**	**22.890**
2010	4,54%	0,051%	-2.563	3.099	4.654	-1.221	**3.969**	**60.130**
2011	4,90%	0,037%	-2.153	4.155	5.894	-736	**7.159**	**86.112**

Os impactos sobre o PIB foram avaliados, mensurando-se os benefícios do desenvolvimento agroindustrial. Os resultados para o ano de 2011 apontam um aumento do PIB de R$ 7,16 bilhões de reais, mesmo considerando-se os efeitos negativos da inflação de 0,037% e as variações da produção de óleo de soja destinada ao consumo alimentar doméstico ou para exportação. Ainda, neste mesmo ano, estimou-se um saldo positivo de 86 mil empregos gerados direta e indiretamente, por conta do biodiesel.

Além das análises retrospectivas, também foram simulados os mesmos efeitos na inflação, PIB e emprego, considerando os teores previstos de biodiesel (7,0%, 10,0% e 20,0%) na mistura com o óleo diesel mineral. Expressivas estimativas foram encontradas para os cenários. No caso do B20, o incremento do emprego pode chegar a 460 mil e o PIB ao redor de 50 bilhões.

Impactos no PIB (em milhões de R$ de 2011) e no emprego (em equivalente/homem/ano), 2013, 2015, 2020

Ano	Teor de Biodiesel	Aumento da inflação	Impacto da inflação no PIB	Redução da importação de ODM	Aumento da produção de farelo	Redução de óleo de soja	**Efeito total no PIB**	**Empregos**
2013	7,00%	0,053%	-3,316	6,398	10,374	-	**13,456**	**132.642**
2015	10,0%	0,075%	-5,113	9,863	15,972	-	**20,722**	**204.615**
2020	20,0%	0,161%	-12,316	23,064	38,303	-	**49,051**	**459.690**

Sobre outra ótica, foram realizadas análises a fim de avaliar os impactos, caso a alocação dos incentivos (redução de 50% do PIS/Cofins da aquisição de insumos) dados ao biodiesel pelo Governo fossem utilizados para: ou financiar as suas despesas correntes, ou adquirir o biodiesel, ou adquirir o óleo diesel mineral. A estimativa tributária que o Governo deixou de arrecadar em 2011 soma cerca de 250 milhões, que caso fossem alocados nas despesas correntes gerariam cerca de 5,1 mil empregos. Quando a alocação deste montante destina-se a compra de biodiesel ou diesel mineral, observa-se que o biodiesel é capaz de gerar 113% a mais de empregos e 35% a mais de PIB, em relação ao diesel mineral, tendo em vista que: um está associado com a produção rural e a agroindústria (fortes demandantes de mão-de-obra) e o outro, basicamente, com o refino de petróleo (definido como uma atividade capital-intensiva com baixo poder de empregabilidade).

Efeitos sobre as emissões de GEE - 2008 a 2011

Ano	**Teor de biodiesel**	**Produção de biodiesel** (ML)	**Emissões evitadas - óleo diesel** (Mt CO_2 eq)	**Emissões geradas do biodiesel** (Mt CO_2 eq)	**Redução das emissões de GEE** (Mt CO_2 eq)
2.008	2,43%	1.167	3,688	1,931	**1,757**
2.009	3,38%	1.608	5,083	2,660	**2,423**
2.010	4,54%	2.386	7,541	3,944	**3,597**
2.011	4,90%	2.673	8,446	4,417	**4,029**
Total	**3,86%**	**7.835**	**24,758**	**12,952**	**11,806**

Integrando as análises ambientais na contextualização socioeconômica, foram mensurados os impactos sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa, através da obtenção do balanço das emissões. Os resultados evidenciam que o País deixou de emitir 11,806 Mt CO_2 equivalente, no acumulado dos anos de 2008 a 2011.

Em linhas gerais, o aumento do teor do biodiesel no óleo diesel provoca impactos positivos e importantes sobre a economia nacional, superando substancialmente os efeitos negativos. Sua maior participação na matriz energética brasileira pode contribuir com as políticas de emprego, distribuição de renda, meio ambiente, desenvolvimento regional e tecnológico.

fipe
Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

1 INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel no Brasil tem início no ano de 2005, com um volume pouco inferior a 700 mil litros e atinge 2,67 bilhões de litros em 2011, transformando o país no 2º maior produtor mundial de biocombustível. Este ritmo foi apoiado na antecipação do calendário estabelecido pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, sendo a mistura B5 adotada a partir de janeiro de 2010 e vigente atualmente.

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) tem como principais diretrizes (i) implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social, (ii) garantir preços competitivos, qualidade e suprimento e (iii) produzir biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas (BRASIL, MME, 2011). Há que se mencionar, ainda, que ao longo da última década, as importações de óleo diesel mineral variaram entre 2,7 a 9,0 bilhões de litros, de tal modo sua substituição (ainda que parcial) pelo biodiesel nacional constitui-se em um importante elemento a ser considerado no contexto socioeconômico.

No Brasil, a soja tem respondido por mais de 80% da produção nacional de biodiesel; de acordo com a ANP, a capacidade nominal das plantas de biodiesel no país poderia dar conta de uma produção em torno do dobro produzido atualmente. Vários são os estudos que apontam que os custos de produção do biodiesel são superiores ao do óleo diesel obtido a partir do petróleo, mas trazendo, por outro lado, benefícios de natureza socioeconômica e ambiental, levando-se em consideração as diferenças entre as cadeias produtivas das duas fontes energéticas (biodiesel e óleo diesel mineral).

O presente estudo, no seu todo, tem como objetivo mensurar, quantitativamente, os impactos socioeconômicos da introdução do setor produtor de biodiesel no Brasil entre 2008 e 2011, bem como estimá-los através de cenários do aumento da mistura do biocombustível no diesel mineral nos anos de 2013, 2015 e 2020, supondo-se, respectivamente, as misturas B7, B10 e B20.

O estudo tem seu foco na principal matéria-prima usada no país – a soja. São avaliados os impactos socioeconômicos, levando-se em consideração todos os efeitos diretos e indiretos nas cadeias produtivas investigadas (incluindo a relativa ao óleo diesel do petróleo).

2 ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO E BASE DE DADOS

A presente seção expõe o modelo a ser utilizado nas simulações, assim como as suas hipóteses básicas.

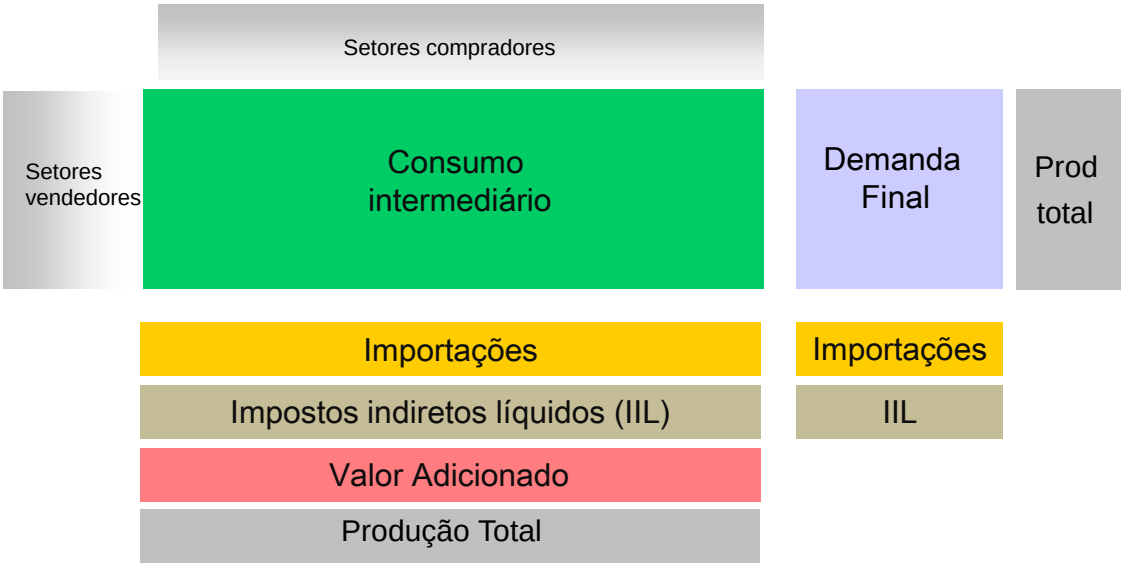
2.1 VISÃO GERAL

Uma economia funciona, em grande parte, para equacionar a demanda e a oferta dentro de uma vasta rede de atividades. O que o economista Wassily Leontief, que formulou as bases da análise de insumo-produto, conseguiu realizar foi a construção de uma "fotografia econômica" da própria economia; nesta fotografia, mostra-se como os setores estão relacionados entre si, ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quais. O resultado foi uma visão única e compreensível de como a economia funciona – como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

Esse sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimentos. Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza desta dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente.

Como pode ser observado de uma forma esquemática na Figura 1, as relações fundamentais de insumo-produto mostram que as vendas dos setores podem ser utilizadas dentro do processo produtivo pelos diversos setores compradores da economia ou podem ser consumidas pelos diversos componentes da demanda final (famílias, governo, investimento, exportações). Por outro lado, para se produzir são necessários insumos, impostos são pagos, importam-se produtos e gera-se valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital e da terra agrícola), além, é claro, de se gerar emprego.

Figura 1 – Relações fundamentais de Insumo-Produto

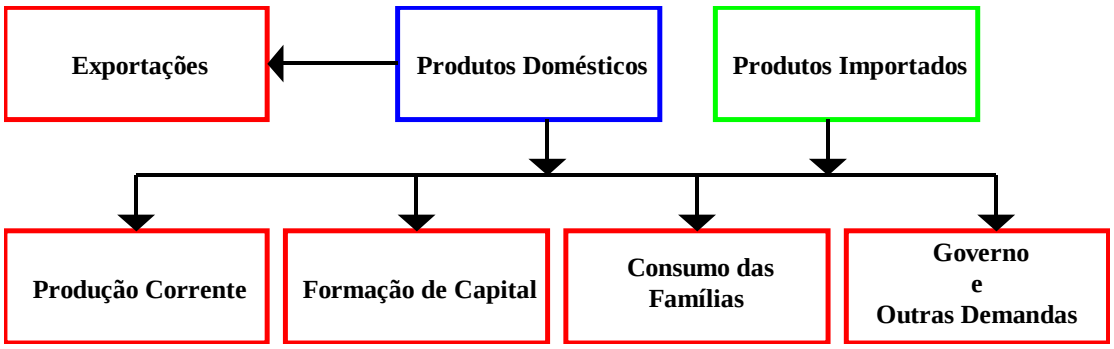


Fonte: Guilhoto (2011)[1]

A partir das Figuras 2 e 3, é possível se fazer um maior detalhamento de como o modelo apresentado na Figura 1 funciona. A Figura 2 mostra como é feita a utilização dos bens domésticos e importados, ou seja, como estes são utilizados na produção corrente de outros bens, na formação de capital, no consumo das famílias, pelo governo e outras demandas.

[1] Guilhoto, J.J.M. (2011). *Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos*. Livro em Elaboração. Departamento de Economia. FEA-USP. Versão Revisada.

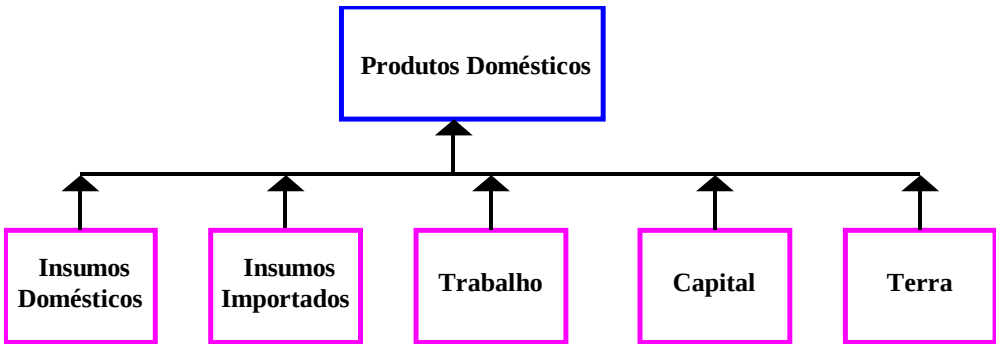
Figura 2 – Uso dos bens no modelo de Insumo-Produto



Fonte: Guilhoto (2011)

Do lado da produção, como mostra a Figura 3, os produtos domésticos utilizam uma combinação de insumos domésticos, insumos importados, trabalho, capital e terra (no caso dos produtos agrícolas) para serem produzidos.

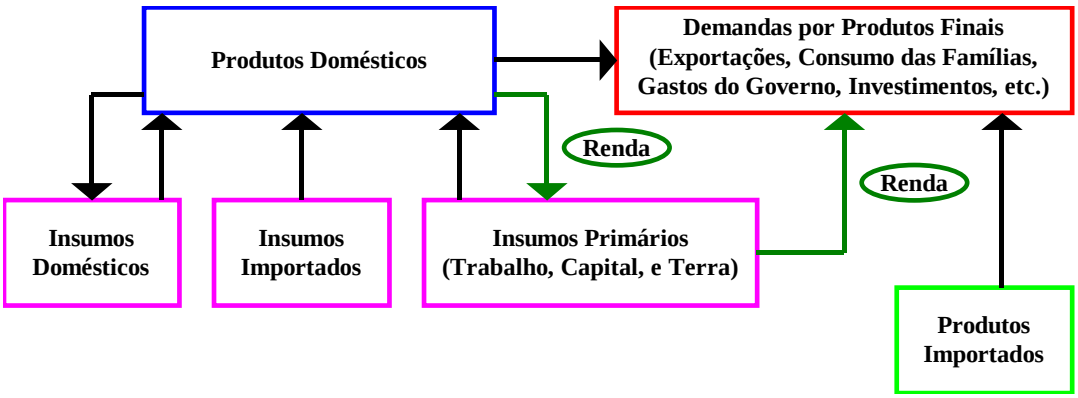
Figura 3 – Insumos utilizados no processo produtivo



Fonte: Guilhoto (2011)

Os fluxogramas mostrados nas Figuras 2 e 3 podem, então, ser combinados em um único, de modo a dar uma ideia de como o modelo funciona de uma maneira integrada. Veja a Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do modelo de Insumo-Produto



Fonte: Guilhoto (2011)

A partir da Figura 4 observa-se que são utilizados insumos domésticos (que foram obtidos por meio da produção doméstica), insumos importados e insumos primários (trabalho, capital e terra) para a produção de produtos domésticos. Os produtos domésticos são empregados pelas indústrias como insumos intermediários no processo produtivo ou consumidos como produtos finais (exportações, consumo das famílias, gastos do governo, investimentos etc.). As importações podem ser de insumos intermediários, que se destinam ao processo produtivo, ou de bens finais, que são diretamente consumidos pelos consumidores finais. A renda da economia, utilizada no consumo dos bens finais (sejam eles destinados ao consumo ou ao investimento), é gerada por meio da remuneração do trabalho, capital e terra agrícola. A receita do governo é obtida por meio do pagamento de impostos pelas empresas e pelos indivíduos. O modelo supõe que existe equilíbrio em todos os mercados da economia.

Considerando o seguinte exemplo, como forma ilustrativa do funcionamento do modelo de insumo-produto: o setor agrícola compra pouco do setor siderúrgico diretamente; as compras se realizam mais no tocante às máquinas agrícolas (tratores, colheitadeiras etc.); entretanto, o setor de máquinas agrícolas compra da indústria siderúrgica, quando da construção dos equipamentos.

Portanto, a agricultura está ligada indiretamente à siderurgia. Igualmente, a indústria siderúrgica compra pouco diretamente da agricultura. Entretanto, as vendas da agricultura para o setor de processamento de alimentos geram todos os tipos de demandas indiretas sobre a indústria siderúrgica – pela matéria-prima necessária para se construir os caminhões que transportam os produtos agrícolas para o beneficiamento, pela matéria-prima fundamental para as máquinas que processam os produtos agrícolas, e assim por diante. Outra vez, a indústria siderúrgica está indiretamente relacionada com a agricultura.

A intensidade dessas relações será, agora, o ponto principal da análise. Considerando um aumento da demanda por um produto específico, por exemplo, a demanda por automóveis fabricados no Brasil, tal crescimento é um sinal para os produtores de automóveis, que aumentam a sua produção. Ao mesmo tempo, todas as companhias de peças irão aumentar sua produção (pneus, vidros, transmissores, motores), o mesmo ocorrendo para os fornecedores da indústria de autopeças. Tal processo é conhecido como efeito multiplicador. É importante salientar que alguns setores da economia estão mais envolvidos nas compras – direta e indiretamente – de alguns setores do que outros, por isso, os efeitos multiplicadores gerados pelos aumentos na demanda por determinados produtos ocasionam impactos diferenciados na economia; em essência, cada setor possui um multiplicador diferente.

Este efeito multiplicador não se restringe apenas à demanda por insumos intermediários, pois do lado da demanda por insumos primários o processo também se repete, mas de uma forma um pouco diferente. Isto é, um aumento na demanda por mão-de-obra fará com que haja um aumento no poder aquisitivo das famílias, gerando uma elevação na demanda por produtos finais e novo incremento do nível de atividade dos setores que, por sua vez, irão aumentar a demanda pelos diversos tipos de insumos, inclusive mão-de-obra, causando um novo aumento no poder aquisitivo, desencadeando um novo ciclo de aumento da demanda. O processo se repete até que o sistema atinja o equilíbrio. O efeito multiplicador devido ao aumento na demanda do consumo das famílias é chamado de efeito induzido.

2.2 AS TABELAS DE INSUMO-PRODUTO

Com base no sistema ilustrado e explicado anteriormente, o Quadro 1, a seguir, apresenta de forma esquemática um exemplo de uma tabela de insumo-produto para uma economia com dois setores.

Quadro 1 – Exemplo de uma tabela de Insumo-Produto para uma economia com dois setores

	Setor 1	Setor 2	Consumo Famílias	Governo	Investimento	Exportações	Total
Setor 1	Z_{11}	Z_{12}	C_1	G_1	I_1	E_1	X_1
Setor 2	Z_{21}	Z_{22}	C_2	G_2	I_2	E_2	X_2
Importação	M_1	M_2	M_c	M_g	M_i		M
Impostos	T_1	T_2	T_c	T_g	T_i	T_e	T
Valor Adicionado	W_1	W_2					W
Total	X_1	X_2	C	G	I	E	

Fonte: Guilhoto (2011)

Sendo:

Z_{ij} o fluxo monetário entre os setores *i* e *j*;

C_i o consumo das famílias dos produtos do setor *i*;

G_i o gasto do governo junto ao setor *i*;

I_i a demanda por bens de investimento produzidos no setor *i*;

E_i o total exportado pelo setor *i*;

X_i o total de produção do setor *i*;

T_i o total de impostos indiretos líquidos pagos por *i*;

M_i a importação realizada pelo setor *i*;

W_i o valor adicionado gerado pelo setor *i*.

A tabela acima permite estabelecer a igualdade:

$$X_1 + X_2 + C + G + I + E = X_1 + X_2 + M + T + W \qquad (1)$$

Eliminando X_1 e X_2 de ambos os lados, tem-se:

$$C + G + I + E = M + T + W \tag{2}$$

Rearranjando:

$$C + G + I + (E - M) = T + W \tag{3}$$

Portanto, a tabela de insumo-produto preserva as identidades macroeconômicas.

A partir do Quadro 1 e equações (1), (2) e (3) apresentadas anteriormente, pode-se generalizar o sistema para o caso de n setores, obtendo-se:

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} z_{ij} + c_i + g_i + I_i + e_i \equiv x_i \\ &i = 1, 2, \ldots, n \end{aligned} \tag{4}$$

Sendo:

z_{ij} a produção do setor *i* que é utilizada como insumo intermediário pelo setor j;

c_i a produção do setor *i* que é consumida domesticamente pelas famílias;

g_i a produção do setor *i* que é consumida domesticamente pelo governo;

I_i a produção do setor *i* que é destinada ao investimento;

e_i a produção do setor *i* que é exportada;

x_i a produção doméstica total do setor *i*.

Assumindo-se que os fluxos intermediários por unidade do produto final são fixos, pode-se derivar o sistema aberto de Leontief, ou seja:

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + y_i = x_i \\ &i = 1, 2, \ldots, n \end{aligned} \tag{5}$$

Sendo:

a_{ij} o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor *j* e

y_i a demanda final por produtos do setor i, isto é, $c_i + g_i + I_i + e_i$.

Todas as outras variáveis da equação (5) já foram definidas anteriormente.

A equação (5) pode ser escrita em forma matricial como:

$$Ax + y = x \tag{6}$$

Sendo:

A a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem *(n x n)*

x e y vetores colunas de ordem *(n x 1)*

Resolvendo a equação (6) é possível se obter a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final, ou seja,

$$x = (I - A)^{-1} y \tag{7}$$

Sendo:

$(I - A)^{-1}$ a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief

Em $B = (I - A)^{-1}$, o elemento b_{ij} deve ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor *j*.

Para se calcular o efeito induzido é necessário endogeneizar o consumo e a renda das famílias no modelo de insumo-produto, dessa maneira, ao invés de usar a matriz *A* descrita acima, teríamos:

$$\overline{A} = \begin{bmatrix} A & H_c \\ H_r & 0 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Sendo $\overline{A}$ a nova matriz de coeficientes técnicos $(n + 1) \times (n + 1)$ contendo a renda (H_r) e o consumo (H_c) das famílias. Do mesmo modo, teríamos que os novos vetores de produção

total $\overline{X}$ ((*n*+1)×1), e de demanda final $\overline{Y}$ ((*n*+1) ×1) seriam representados respectivamente por

$$\overline{X} = \begin{bmatrix} X \\ X_{n+1} \end{bmatrix} \tag{9}$$

$$\overline{Y} = \begin{bmatrix} Y^* \\ Y^*_{n+1} \end{bmatrix} \tag{10}$$

Sendo que os novos componentes estão relacionados à endogeneização do consumo e da renda das famílias. Dessa maneira, o sistema de Leontief seria representado como:

$$\overline{X} = \overline{B}\overline{Y} \tag{11}$$

$$\overline{B} = (I - \overline{A})^{-1} \tag{12}$$

Do ponto de vista da álgebra matricial, não é difícil perceber a correção do método, mas pode-se entender mais de perto o significado econômico da matriz inversa de Leontief. Pós-multiplicando a matriz $(I - A)$ por $\left(I + A + A^2 + A^3 + ... + A^n\right)$, chega-se a:

$$\left(I - A^{n+1}\right)$$

Como todos os coeficientes técnicos da matriz A estão entre 0 e 1, fazendo n tender ao infinito, os valores do último termo se aproximam de zero e, dessa forma, pode-se considerar como resultado da multiplicação apenas o termo I (matriz identidade). Sendo assim, conclui-se que $\left(I + A + A^2 + A^3 + ... + A^n\right)$ passa a ser considerada como a matriz inversa de $(I - A)$ quando *n* assume valores altos.

Se houver um aumento da demanda por produtos de determinado setor *j*, o impacto inicial corresponderá exatamente ao aumento da produção deste setor. Esta variação está refletida no primeiro termo *I* do somatório $\left(I + A + A^2 + A^3 + ... + A^n\right)$. Mas para aumentar a produção, o setor *j* demandaria insumos dos demais setores, segundo a proporção

estabelecida pela coluna *j*. Pré-multiplicando o vetor da variação da demanda pela matriz $(I-A)^{-1}$ chega-se ao seguinte resultado: o setor *j* teria um aumento de produção correspondente à variação da demanda mais o valor necessário de insumo demandado pelo próprio setor em função do aumento da demanda final. Todos os demais setores que fornecem insumos ao setor *j* também teriam suas produções alteradas. O acréscimo seria correspondente à variação da demanda vezes o coeficiente técnico a_{ij}. Portanto, o termo A representa a necessidade de insumo do setor originalmente demandado e mede os efeitos da "primeira rodada". Mas a produção desses insumos demandará, por sua vez, outros insumos e o valor desta demanda será calculada por meio do termo A^2. Este encadeamento não tem fim e cada "rodada" é contemplada pela inclusão de mais um termo no somatório.

2.3 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DE INSUMO-PRODUTO

A teoria básica de insumo-produto apresentada anteriormente nem sempre é possível de ser aplicada nas matrizes que são divulgadas pelos órgãos responsáveis pela sua construção. Isto acontece porque uma das hipóteses da teoria de Leontief é a inexistência de produção conjunta ou subprodutos dentro do processo produtivo, isto é, cada produto é produzido por um único setor e cada setor produz um único produto.

No mundo real, entretanto, não é isto o que acontece. Por exemplo:

a) a indústria automobilística pode produzir carros e autopeças, da mesma forma que as autopeças também são produzidas no setor de autopeças;

b) uma fazenda que produz soja pode produzir como subproduto a milho e outra que produz milho pode produzir soja como subproduto; e assim sucessivamente. Dessa maneira, seguindo a metodologia das Nações Unidas para as Contas Nacionais, que considera a integração do sistema de insumo-produto, temos as tabelas de usos e recursos.

A matriz de produção informa o que cada indústria (setor) da economia produz de cada produto, enquanto que a matriz de usos fornece a quantidade de insumos que cada setor utiliza para realizar a sua produção, ou melhor, o seu conjunto de produtos. Torna-se necessário, então, uma forma de combinação destas duas informações, de modo que seja possível derivar um sistema de matrizes semelhante ao de Leontief, permitindo assim que se faça uma análise da economia em questão.

A seção seguinte discute o problema das várias formas de valoração das matrizes de insumo-produto.

2.3.1 As matrizes de produção e de usos

O Quadro 2 sumariza o sistema de insumo-produto em que são consideradas as matrizes de produção e de usos.

Quadro 2 – Esquema do sistema de Insumo-Produto com indústrias (setores) e produtos

	Produtos	**Setores**	**Demanda Final**	**Produção Total**
Produtos		***U***	***E***	***Q***
Setores	***V***	*Z*	*Y*	***X***
Importações		***M***		
Impostos Indiretos Líquidos		***T***		
Valor Adicionado		***W***		
Produção Total	***Q'***	***X'***		

Fonte: Guilhoto (2011)

Assumindo-se que existam n setores e m produtos na economia, tem-se que:

- *V* é a matriz de produção de dimensão *nxm*, onde o elemento v_{ij} corresponde ao bem *j* produzido pelo setor *i*;
- *U* é a matriz de uso de dimensão *mxn*, onde o elemento u_{ij} é o valor do produto *i* utilizado pelo setor *j* em seu processo de produção;

- Z é a matriz de uso de dimensão *nxn*, onde o elemento z_{ij} é o valor do setor *i* utilizado pelo setor *j* em seu processo de produção;
- E é o vetor de demanda final, por produto, de dimensão *mx1*;
- Y é o vetor de demanda final, por setor, de dimensão *nx1;*
- M é o vetor de importações totais realizadas em cada setor, de dimensão *1xn;*
- T é o vetor do total dos impostos indiretos líquidos pagos em cada setor, de dimensão *1xn;*
- W é vetor do total do valor adicionado à produção gerado em cada setor, de dimensão *1xn*;
- Q é o vetor de produção total, por produto, de dimensão *mx1*;
- X é o vetor de produção total, por setor, de dimensão *nx1*.

As matrizes Z, de consumo intermediário setor por setor, e *Y*, da demanda final por setor, definidas originalmente no sistema de Leontief, não são usualmente apresentadas pelos órgãos estatísticos, mas são aquelas que se pretende obter por meio de combinações das outras matrizes. É justamente a derivação destas matrizes que é o objeto de estudo da seção a seguir.

2.3.2 Tecnologia baseada no produto e na indústria

De forma a se obter o sistema de insumo-produto originalmente definido por Leontief, são utilizadas geralmente duas hipóteses com relação ao modo de produção e participação das indústrias no mercado de produtos. A tecnologia baseada na indústria assume que a composição da produção de um dado setor pode ser alterada, porém este setor mantém a sua participação constante no mercado dos bens que produz. Isto implica que o setor pode alterar a sua composição de produção de modo a manter a sua participação nos diversos mercados em que atua.

A tecnologia baseada no produto assume que o *mix* de produção de um dado setor não pode ser alterado, mas permite que a participação deste setor no mercado dos bens que produz se

altere. Tal hipótese implica que, caso um dado setor queira aumentar ou diminuir a produção de um produto, ele terá de fazer o mesmo com toda a sua linha de produção.

Dessa maneira, a hipótese da tecnologia baseada na indústria acaba ficando mais perto da realidade do que a tecnologia baseada no produto, que é mais restritiva e em geral aplicada a poucos setores da economia. No caso da tecnologia baseada na indústria, definem-se, inicialmente, as matrizes:

$$B = U\left(\hat{X}\right)^{-1} \tag{13}$$

$$D = V\left(\hat{Q}\right)^{-1} \tag{14}$$

Sendo os elementos de B, b_{ij}, e D, d_{ij}, são definidos como: $b_{ij} = \frac{u_{ij}}{X_j}$, $d_{ij} = \frac{v_{ij}}{Q_j}$

B representa a matriz de coeficientes técnicos de cada setor em relação a cada produto utilizado como insumo. *D* determina, por sua vez, a proporção, para cada produto, dos setores que o produzem. Esta proporção será fixa.

Pela definição de *D*, conclui-se que:

$$V = D\hat{Q} \tag{15}$$

Sabe-se que:

$$X = Vi \tag{16}$$

Sendo *i* um vetor coluna cujos elementos são todos iguais a *1*.

Substituindo-se a equação (15) em (16), tem-se:

$$X = D\hat{Q}i = DQ \tag{17}$$

Considerando-se a tabela anterior, temos que:

$$Q = Ui + E \tag{18}$$

E, ainda, segundo a equação (13), $U = BX$, logo:

$$Q = BX + E \tag{19}$$

Esta equação mostra a matriz que representa quanto cada setor utiliza de cada produto no seu processo de produção (B), pré-multiplicada pelo produto total por setor (X), somado à demanda final por produto, o que corresponde à produção total de cada produto.

Substituindo *X* por *DQ*:

$$Q = BDQ + E \tag{20}$$

$$Q - BDQ = E \tag{21}$$

$$Q = \left(I - BD\right)^{-1} E \tag{22}$$

Define-se acima o enfoque produto por produto com a tecnologia baseada na indústria. Note que o primeiro produto do enfoque refere-se ao vetor *Q* de produção total por produto e o segundo produto refere-se à demanda final por produto dada pelo vetor *E*.

Lembrando que a matriz *D*, assumindo a hipótese da tecnologia baseada na indústria, é uma matriz de proporções que redefine a produção por produto em produção por setor, por exemplo, a equação (22), tem-se que $Y = DE$, logo, $E = D^{-1}Y$, portanto o enfoque produto (Q) por setor (Y) na tecnologia baseada na indústria é dado por:

$$Q = \left(I - BD\right)^{-1} D^{-1}Y \tag{23}$$

Para se trabalhar com os setores, segue-se a mesma lógica. Como $X = DQ$ e $Q = \left(I - BD\right)^{-1} E$, tem-se que o enfoque setor (*X*) por produto (*Q*) é dado por:

$$X = D\left(I - BD\right)^{-1} E \tag{24}$$

Multiplicando-se ambos os lados da equação 24 por D^{-1} tem-se:

$$D^{-1}X = \left(I - BD\right)^{-1} E \tag{25}$$

$$\left(I - BD\right)D^{-1}X = E \tag{26}$$

$$\left(D^{-1} - B\right)X = E \tag{27}$$

$$D\left(D^{-1} - B\right)X = DE \tag{28}$$

$$\left(I - DB\right)X = DE \tag{29}$$

$$X = \left(I - DB\right)^{-1} DE \tag{30}$$

$$X = \left(I - DB\right)^{-1} Y \tag{31}$$

A equação (31) refere-se ao enfoque setor (X) por setor (Y) com a tecnologia baseada na indústria. Este enfoque, nesta tecnologia, é o que mais se aproxima do modelo original de Leontief e, portanto, é o padrão que se costuma utilizar para transformar as matrizes de produção e de usos e recursos no modelo de Leontief. Note que neste caso ter-se-ia que a matriz DB seria equivalente à matriz A de coeficientes técnicos de Leontief, e a matriz DU seria equivalente a matriz Z de consumo intermediário.

Na tecnologia baseada no produto, trabalha-se com a matriz C para se expressar a hipótese do *mix* fixo de produtos no processo produtivo, desse modo tem-se que:

$$C = V'\left(\hat{X}\right)^{-1} \tag{32}$$

Pós-multiplicando a equação (32) por $\hat{X}$ têm-se que:

$$V' = C\hat{X} \tag{33}$$

$$\hat{X} = C^{-1}V' \tag{34}$$

$$X = \hat{X}i = C^{-1}Vi' \tag{35}$$

Sabe-se que:

$$Q = Vi' \tag{36}$$

Logo:

$$X = C^{-1}Q \tag{37}$$

Dessa maneira, a inversa de C transforma o total por produtos em total por setores. Mais uma vez, conforme Quadro 2, exposto anteriormente, sabe-se que:

$$Q = Ui + E \tag{38}$$

Sendo *i* um vetor coluna cujos elementos são todos iguais a 1.

$$Q = BX + E \tag{39}$$

Então:

$$Q = BC^{-1}Q + E \tag{40}$$

$$Q - BC^{-1}Q = E \tag{41}$$

De (41) obtém-se o enfoque produto (*Q)* por produto (*E)* da tecnologia baseada no produto, isto é,

$$Q = \left(I - BC^{-1}\right)^{-1} E \tag{42}$$

Para relacionar produção total por setor e demanda final por setor, substitui-se, inicialmente *Q* por *CX*, obtendo-se:

$$CX = \left(I - BC^{-1}\right)^{-1} E \tag{43}$$

Com manipulações matriciais, chega-se ao enfoque setor (*X*) por setor (*Y)*, expresso na equação abaixo:

$$X = \left(I - C^{-1}B\right)Y \tag{44}$$

Para o enfoque setor (X) por produto (E), lembrando que a matriz C^{-1}, assumindo a hipótese da tecnologia baseada no produto, é uma matriz de proporções que redefine produção por produto em produção por setor, substitui-se Y por $C^{-1}E$ em (44) obtendo-se:

$$X = \left(I - C^{-1}B\right)C^{-1}E \tag{45}$$

Procedimento semelhante é utilizado para a obtenção do enfoque produto (Q) por setor (Y), onde o vetor de demanda final por produto, E, na equação (45), é substituído por CY, resultando em:

$$Q = \left(I - BC^{-1}\right)^{-1} CY \tag{46}$$

O Quadro 3 apresenta um resumo da tecnologia baseada na indústria e no produto e nos seus vários enfoques, isto é, produto por produto, produto por setor, setor por produto, e setor por setor. Em termos práticos, para se obter um sistema semelhante ao original de Leontief, na maior parte das vezes, utiliza-se a tecnologia baseada na indústria, enfoque setor por setor.

Quadro 3 – Resumo da tecnologia baseada na indústria e baseada no produto

	Tecnologia Baseada na Indústria	Tecnologia Baseada no Produto
Produto por Produto	$\left(I - BD\right)^{-1}$	$\left(I - BC^{-1}\right)^{-1}$
Produto por Setor	$\left(I - BD\right)^{-1} D^{-1}$ ou $D^{-1}\left(I - DB\right)^{-1}$	$\left(I - BC^{-1}\right)^{-1} C$ ou $C\left(I - C^{-1}B\right)^{-1}$
Setor por Produto	$D\left(I - BD\right)^{-1}$ ou $\left(I - DB\right)^{-1} D$	$C^{-1}\left(I - BC^{-1}\right)^{-1}$ ou $\left(I - C^{-1}B\right)^{-1} C^{-1}$
Setor por Setor	$\left(I - DB\right)^{-1}$	$\left(I - C^{-1}B\right)^{-1}$

Fonte: Guilhoto (2011)

2.3.3 Valoração

Quando as Matrizes de Insumo-Produto são divulgadas pelos órgãos estatísticos, um fato a ser considerado é a forma como os seus valores são apresentados. Tal consideração deve

ser feita devido aos diferentes tratamentos que são dados às importações, aos impostos indiretos líquidos (impostos sobre produtos) e aos vários tipos de margens de comércio e de transporte.

A primeira distinção a ser feita é entre oferta global e oferta nacional. Tem-se que:

OFERTA GLOBAL = OFERTA NACIONAL + IMPORTAÇÕES

Em seguida, deve-se considerar se a matriz é mensurada a preço de consumidor ou a preço básico. Tem-se que:

PREÇO CONSUMIDOR =

PREÇO BÁSICO +

IMPOSTOS INDIRETOS LÍQUIDOS +

MARGENS DE COMÉRCIO +

MARGENS DE TRANSPORTE

Em geral, as análises estruturais e de impacto que são realizadas com as matrizes de insumo-produto são feitas com as matrizes de oferta nacional a preço básico. As outras formas de mensuração e apresentação das matrizes são utilizadas em análises específicas e se constituem em informações imprescindíveis quando se trabalha com modelos aplicados de equilíbrio geral.

2.4 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PARA O ESTUDO

O desenvolvimento do modelo para quantificar os efeitos sobre a inflação (nesta fase do estudo) e os impactos socioeconômicos (a serem feitos nas etapas subsequentes) devido à mistura do biodiesel ao óleo diesel mineral no país foi feito usando-se como base os dados das contas nacionais referente ao ano de 2008, uma vez que aqueles efeitos foram estimados a partir deste ano.

Para a execução do trabalho foi necessário desagregar as seguintes atividades: (i) produção de biodiesel a partir do óleo de soja, esmagamento da soja para a produção de óleo soja e

farelo, produção de soja, produção de cana-de-açúcar e produção de óleo diesel mineral. A configuração tecnológica destes setores, que na ótica da análise de insumo-produto consiste em estimar seus coeficientes técnicos diretos, exigiu a busca por informações em literatura específica, como, por exemplo, a descrição dos principais insumos usados na etapa de transesterificação (Olivério et al, 2008), os dados das tabelas de recursos e usos no nível de agregação de 42 e 56 atividades (IBGE, 2012), as informações do Agrianual para a caracterização da produção de soja e cana-de-açúcar e, finalmente, os dados do Balanço Energético Nacional e da Agência Nacional de Petróleo (ANP) sobre a produção e importação de óleo diesel mineral e a produção de biodiesel no país.

2.5 EFEITOS DAS MUDANÇAS DE PREÇOS - MODELO DE EQUILÍBRIO

A adição de biodiesel ao óleo diesel na economia faz com que o preço do óleo diesel – admitido como a mistura de óleo diesel mineral doméstico, óleo diesel mineral importado e biodiesel – aumente, dado que o preço por litro do biocombustível é superior ao combustível fóssil. Pelo fato do óleo diesel ter grande importância no setor de transportes do país, que é largamente apoiado no transporte rodoviário, estes aumentos de preços acabam gerando, diretamente, aumento de preços no transporte de cargas e passageiros que, por sua vez, são transferidos (em menor intensidade) aos demais produtos consumidos na economia. Em resumo, a adição de biodiesel ao óleo diesel mineral desencadeia um aumento de preços em todos os setores e serviços, que são, naturalmente, de diferentes magnitudes.

Inicialmente, os aumentos de preços dos produtos e serviços têm efeito sobre a redução de sua demanda. Para cada setor da economia, admitiu-se que a variação percentual em sua demanda é proporcional à sua elasticidade preço multiplicada pela variação percentual de seu preço.

No âmbito deste estudo, para um teor de biodiesel na economia, as variações de preços inicialmente desencadeadas nos demais setores são acompanhadas pelas respectivas alterações na demanda final, que, por sua vez, desencadeiam um novo impacto no nível de

produção de cada setor levando-se em consideração todos os efeitos diretos e indiretos da cadeia produtiva. No modelo desenvolvido para este trabalho, estes ciclos são computados até que sejam encontrados os preços onde a demanda final para cada setor implique nos correspondentes valores da produção de tal modo que toda a oferta de produtos seja igual à demanda total, bem como todas as receitas obtidas pelas atividades econômicas sejam iguais a todas as suas despesas – incluindo, naturalmente, a remuneração sobre os fatores trabalho e capital.

2.6 PRINCIPAIS HIPÓTESES ASSUMIDAS

Para estimar os efeitos da adição de biodiesel sobre a inflação foram admitidas as seguintes hipóteses:

(i) como as quantidades produzidas de biodiesel em cada ano, de 2008 a 2011, foram inferiores ao óleo diesel mineral importado neste período, assumiu-se que o biodiesel deslocou somente a importação de óleo diesel, ou seja, em todos os cenários manteve-se a produção de óleo diesel doméstica inalterada;

(ii) como o biodiesel de óleo de soja representa mais de 80% do biodiesel no país, assumiu-se, no modelo, que o biodiesel é predominantemente proveniente desta matéria-prima;

(iii) assumiu-se como teor de biodiesel à participação do volume de biodiesel produzido em relação à soma da produção de biodiesel, da produção de óleo diesel mineral doméstico e à importação de óleo diesel;

(iv) no cenário básico, ou seja, aquele em que se admitiu o preço do óleo diesel mineral doméstico como observado na economia, os valores do IPCA de 2008 a 2011 foram calibrados no modelo com o teor de biodiesel observado neste período, ou seja, 2,43%, 3,38%, 4,54% e 4,90%, respectivamente;

(v) no cenário básico, a inflação gerada pelo biodiesel, em cada ano, corresponde à diferença entre o IPCA observado e as inflações que ocorreriam nestes anos se não

houvesse produção de biodiesel, ou seja, se aumentasse a importação de óleo diesel para suprir a ausência da produção de biodiesel;

(vi) no cenário alternativo, supondo-se que o preço do óleo diesel mineral doméstico fosse igual ao do óleo diesel importado, em cada ano, foram estimadas as novas inflações anuais nesta hipótese, e posteriormente foi estimado o impacto do biodiesel sobre a inflação.

3 IMPACTOS DO BIODIESEL SOBRE A INFLAÇÃO

Esta seção indica os primeiros resultados do modelo, referentes à mensuração do impacto dos efeitos sobre a inflação no Brasil devido à produção e à mistura de biodiesel ao óleo diesel mineral, considerando-se os anos de 2008, 2009, 2010 e 2011. Para a obtenção dos resultados, foram tratados dois cenários: i) no primeiro, chamado de cenário básico, os cálculos foram realizados supondo-se o preço básico do óleo diesel mineral doméstico como de fato foi observado na economia; e ii) no segundo, denominado como cenário alternativo, admitiu-se o preço básico do óleo diesel mineral doméstico como igual ao óleo diesel importado.

3.1 CENÁRIO BÁSICO

O cenário básico apresentado nesta seção supõe que o preço básico do óleo diesel mineral doméstico é de fato como o ocorrido na economia.

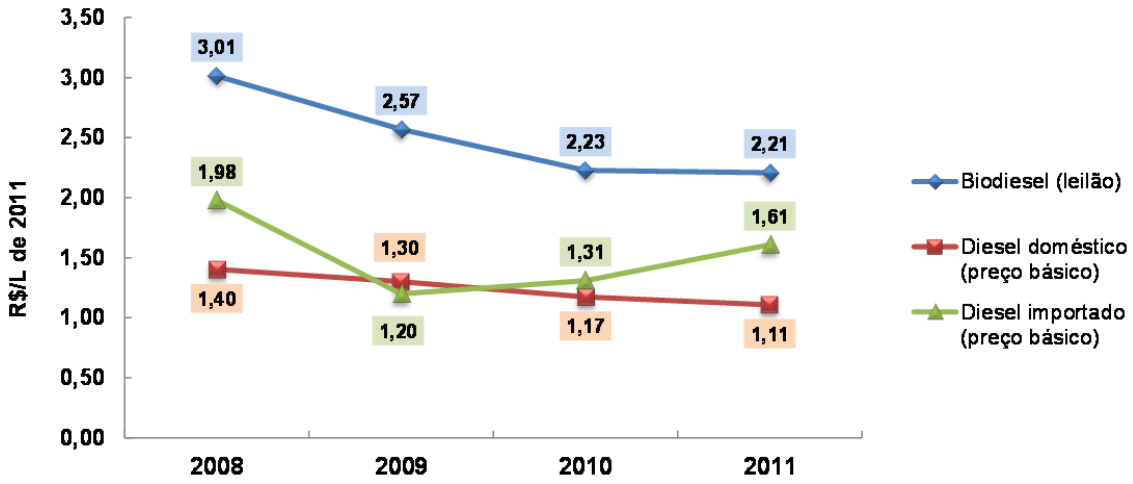
A Tabela 1 apresenta os teores de biodiesel e as inflações (IPCA) no país de 2008 a 2011, bem como os preços básicos do biodiesel, do óleo diesel mineral doméstico e óleo diesel importado a valores constantes de 2011 (Figura 5).

Tabela 1 – Teor do Biodiesel, IPCA, e Preços do Biodiesel, Diesel Doméstico e Diesel Importado, Brasil, 2008 a 2011

Ano	Teor do Biodiesel	IPCA	Preços R$/L de 2011		
			Biodiesel (leilão)	Diesel doméstico (preço básico)	Diesel importado (preço básico)
2.008	2,43%	5,9026%	3,013	1,403	1,977
2.009	3,38%	4,3117%	2,568	1,300	1,199
2.010	4,54%	5,9087%	2,227	1,173	1,310
2.011	4,90%	6,5034%	2,207	1,109	1,608

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 5 – Evolução dos preços do Biodiesel, Diesel Doméstico e Diesel Importado em R$/L (em valores de 2011)



Fonte: Dados da pesquisa.

Para os teores de biodiesel observados nestes anos, as inflações geradas somente por suas adições ao óleo diesel, considerando-se a substituição correspondente em volume do óleo diesel mineral importado, são apresentadas na Tabela 2 e na Figura 6, acompanhadas de suas participações em relação à inflação total (IPCA). Nesta tabela, é interessante notar que o efeito da adição do biodiesel na inflação a partir de 2010, mesmo com taxas maiores, são decrescentes, explicado pelo fato da redução do preço real do biodiesel em 2010 e 2011, em relação a 2009, bem como ao aumento real do preço do óleo diesel mineral importado neste mesmo período em relação a 2009. Ainda na Tabela 2, pode-se inferir que a adição de biodiesel, entre 2008 e 2011, foi responsável em pontos percentuais, por uma inflação de 0,0302% em 2008, 0,0559% em 2009, 0,0507% em 2010, e 0,0368% em 2011.

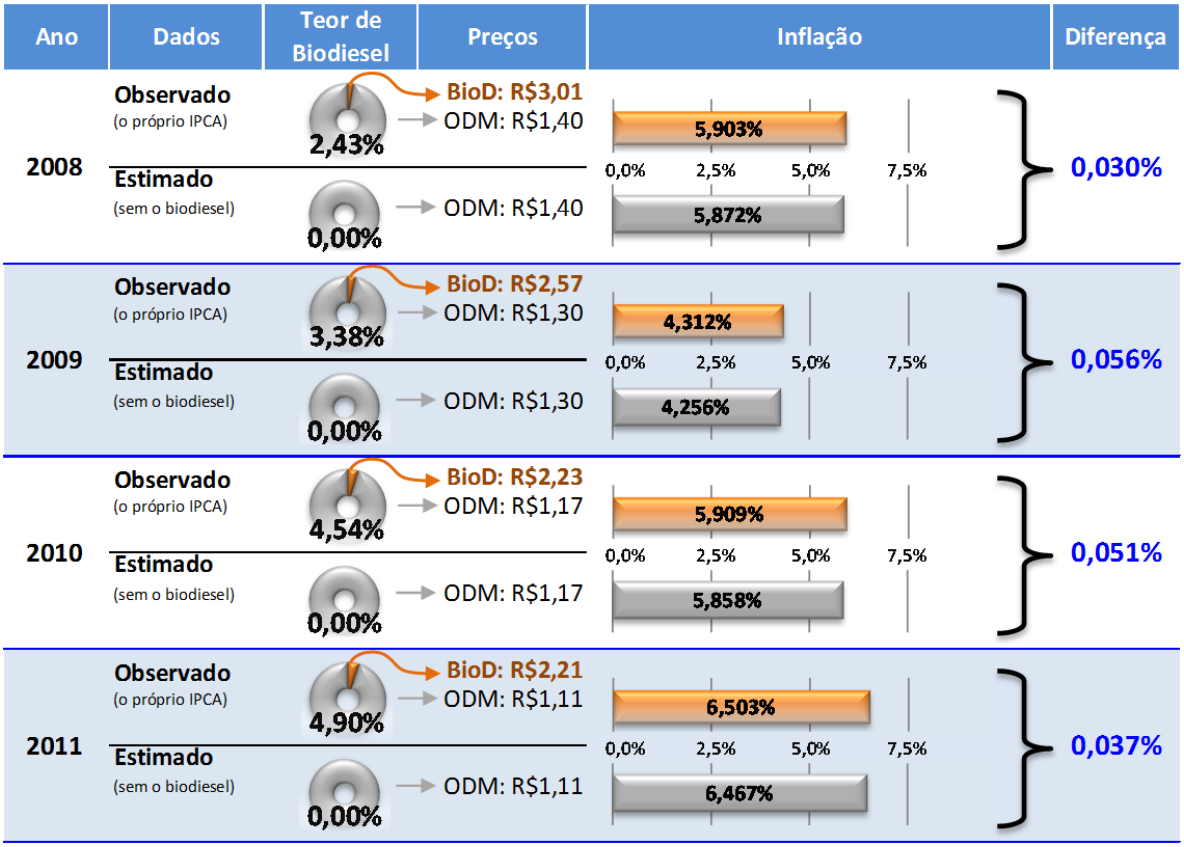
Ainda no cenário básico, a Figura 7 exibe o percentual de importações adicionais de óleo diesel evitadas na economia devido à adição de biodiesel nos teores observados no Brasil de 2008 a 2011, ou seja, num intervalo de 16,5% a 27,0%. Naturalmente, as respectivas quantidades evitadas de importação de óleo diesel se traduzem em uma contribuição positiva ao PIB; este aspecto será avaliado nas etapas subsequentes do estudo.

Tabela 2 – Inflação causada pelo biodiesel no cenário básico, 2008 a 2011

Ano	Teor do Biodiesel	IPCA sem efeito do biodiesel	Inflação causada pelo Biodiesel	IPCA (sem biodiesel + inflação biodisel)
2.008	2,43%	5,8724%	0,0302%	5,9026%
2.009	3,38%	4,2558%	0,0559%	4,3117%
2.010	4,54%	5,8580%	0,0507%	5,9087%
2.011	4,90%	6,4666%	0,0368%	6,5034%

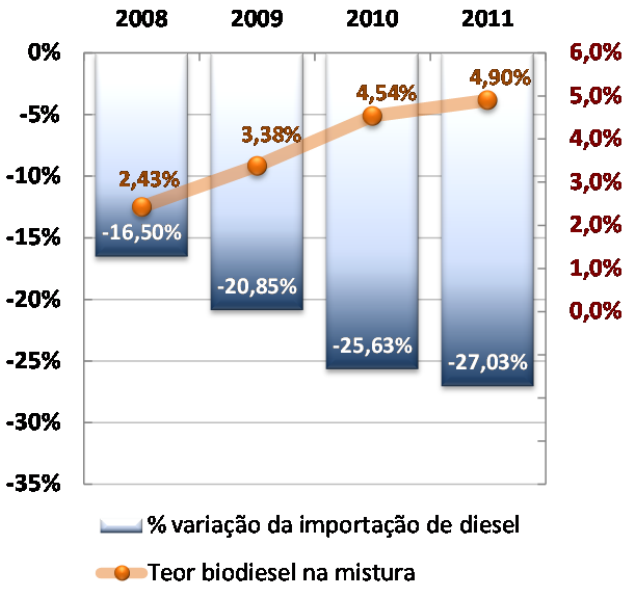
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 6 – Impacto do Biodiesel sobre a Inflação, Cenário Básico, 2008 a 2011



Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 7 – Percentual de óleo diesel importado evitado no cenário básico, 2008 a 2011



Fonte: Dados da pesquisa.

3.1 CENÁRIO ALTERNATIVO

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos com as simulações dentro do cenário alternativo, em que se assume que o preço básico do óleo diesel mineral doméstico seria igual ao do óleo diesel importado.

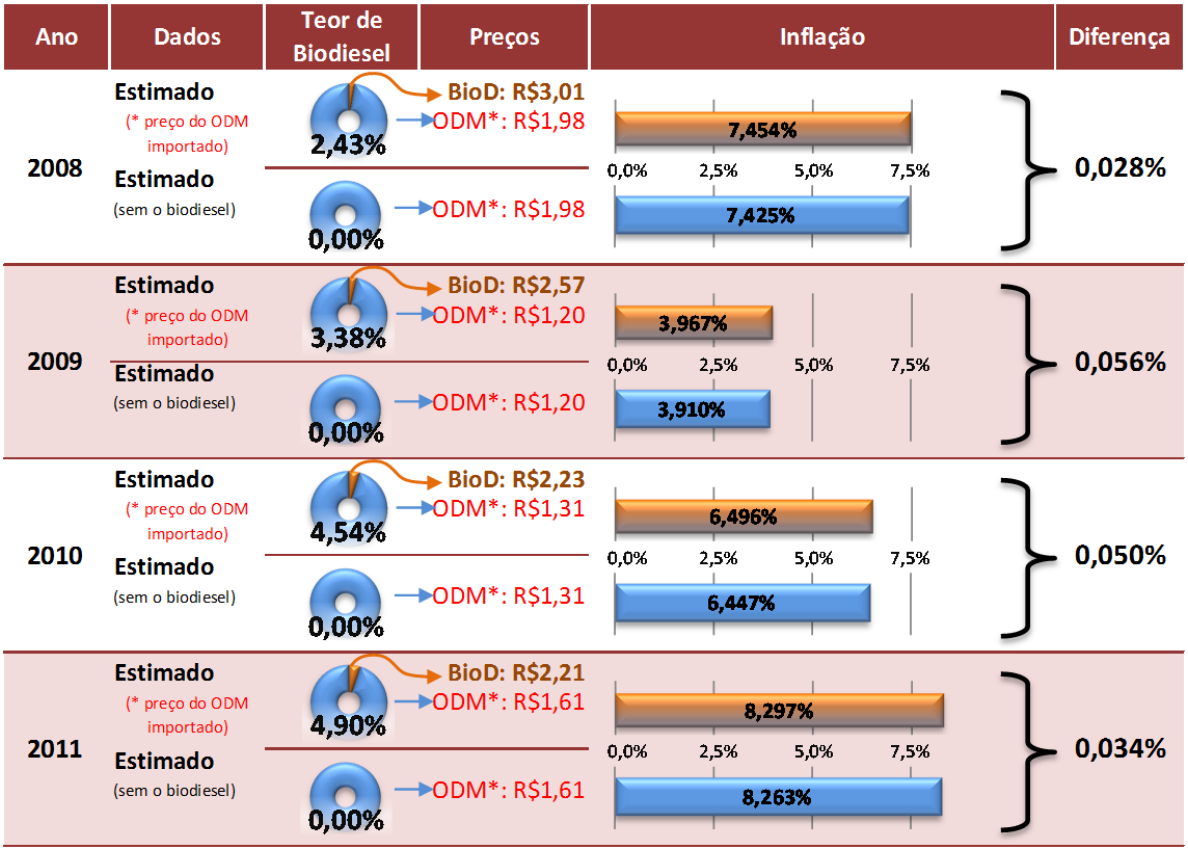
A Tabela 3 apresenta os teores de biodiesel, as inflações estimadas no país de 2008 a 2011 sem a adição de biodiesel, as inflações ocasionadas pelo biodiesel neste cenário (Figura 8), as inflações totais e as participações do efeito do biodiesel no total.

Tabela 3 – Inflação causada pelo biodiesel no cenário alternativo, 2008 a 2011

Ano	Teor do Biodiesel	Novo IPCA sem efeito do biodiesel	Inflação causada pelo Biodiesel	Novo IPCA (sem biodiesel + inflação biodisel)
2.008	2,43%	7,4251%	0,0284%	7,4536%
2.009	3,38%	3,9104%	0,0564%	3,9668%
2.010	4,54%	6,4465%	0,0496%	6,4961%
2.011	4,90%	8,2634%	0,0339%	8,2973%

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 8 – Impacto do Biodiesel sobre a Inflação, Cenário Alternativo, 2008 a 2011

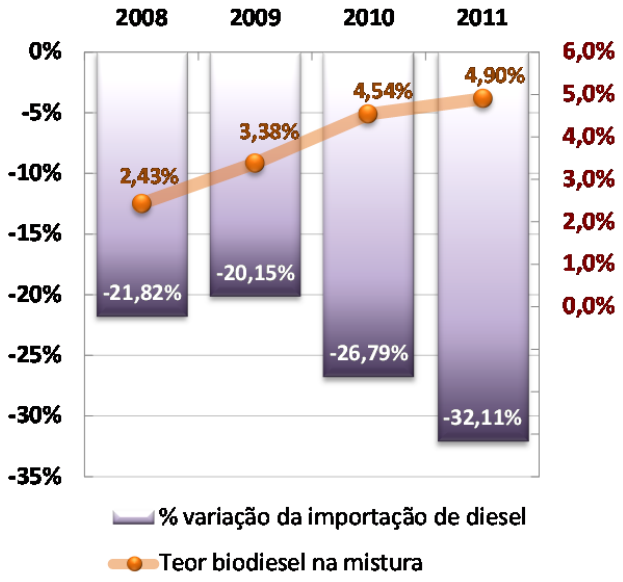


Fonte: Dados da pesquisa

Comparando-se os novos IPCAs, sem efeito do biodiesel no cenário alternativo com os correspondentes do cenário básico, percebe-se que a inflação aumentaria em todos os anos, exceto no ano de 2009, dado que neste ano o preço do óleo diesel importado foi inferior ao doméstico. Pela mesma razão, as inflações geradas pelo biodiesel seriam inferiores ao cenário básico em todos os anos, exceto, novamente, no ano de 2009. Ainda nesta condição, a contribuição biodiesel seria responsável em pontos percentuais, por uma inflação de 0,0284% em 2008, 0,0564% em 2009, 0,0496% em 2010, e 0,0339% em 2011.

Finalmente, na Figura 9, observa-se o percentual de óleo diesel importado adicional que seria evitado na economia caso não houvesse a adição de biodiesel nos teores observados no Brasil de 2008 a 2011, que estaria entre 20,2% e 32,11%. Em geral, em relação ao cenário básico, estas reduções percentuais seriam maiores porque a quantidade consumida de óleo diesel mineral importado sem a produção de biodiesel seria menor, dados os preços maiores do óleo diesel neste cenário que trariam uma retração da atividade econômica.

Figura 9 – Percentual de óleo diesel importado evitado no cenário alternativo, 2008 a 2011



Fonte: Dados da pesquisa.

4 IMPACTOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DA SOJA

Devido à introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, diferentes efeitos estruturais aconteceram na economia brasileira, alguns positivos e outros negativos, porém, como será apresentado abaixo, o efeito final global se mostra extremamente favorável à utilização do biodiesel. A produção e utilização do biodiesel reduz a necessidade de importação de óleo diesel mineral, como visto anteriormente, bem como traz efeitos positivos na produção dos produtos da cadeia da soja, como por exemplo, o aumento na produção e exportação do farelo de soja.

Visando estudar alguns dos aspectos da produção e utilização do biodiesel, esta seção do estudo é dedicada à mensuração dos impactos sobre o PIB, levando-se em consideração a importação do diesel e a exportação das matérias-primas de biodiesel (soja e derivados, por exemplo).

4.1 ESTIMATIVA DA SOJA PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A soja tem se constituído como a matéria-prima principal (em torno de 80%) usada na produção de biodiesel no país. O óleo de soja necessário para a produção do biodiesel pode ser proveniente da combinação:

(i) da retração de parte das exportações de soja (gerando mais farelo de soja);

(ii) da expansão da produção de soja (gerando, também, a produção adicional de farelo de soja); ou

(iii) da redução das exportações de óleo de soja. Estas três possibilidades têm implicações diferentes em relação aos impactos sobre o PIB em decorrência da produção do biodiesel de soja.

A situação correspondente à retração das exportações de soja traz um impacto adicional positivo no PIB, uma vez que se aumenta a oferta de um produto com maior valor adicionado (farelo) com a redução de outro de menor valor (soja); no segundo caso, a

produção adicional de soja traz um aumento no PIB ainda maior em relação à primeira situação devido ao aumento da produção de farelo sem haver necessidade de se reduzir as exportações de soja. No terceiro caso, em termos do uso de matéria-prima, a retração da oferta de óleo de soja traz uma redução do PIB.

O impacto total sobre o PIB devido à adição de biodiesel ao óleo diesel pode ser decomposto em quatro efeitos:

1. A pequena inflação gerada pela adição de biodiesel traz uma redução do consumo doméstico agregado, resultando em uma redução no PIB;
2. A redução das importações de óleo diesel traz um aumento no PIB;
3. O esmagamento adicional de soja traz um aumento no PIB, devido ao aumento da oferta de farelo de soja;
4. A redução da oferta de óleo de soja traz uma redução do PIB.

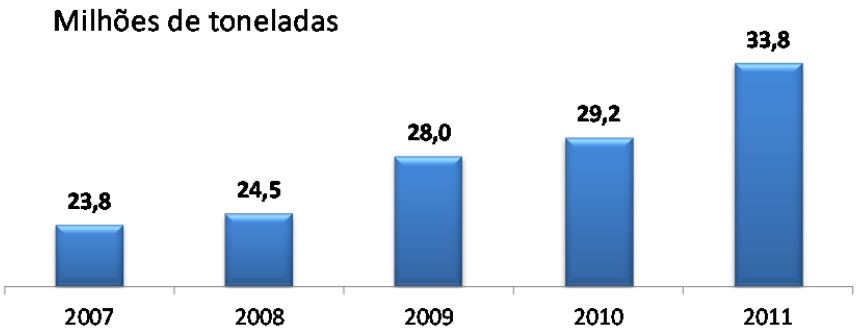
A Tabela 4 abaixo ilustra cada um dos 4 efeitos citados acima.

Tabela 4 – Efeitos sobre o PIB devido à produção de biodiesel de soja

Item	PIB
Inflação	▼
Redução da importação de óleo diesel	▲
Mais esmagamento de soja (mais farelo)	▲
Redução do óleo de soja	▼
Efeito total	Soma dos 4 efeitos

Pela discussão apresentada, é essencial avaliar, entre os anos de 2008 e 2011, a procedência do óleo de soja usado na produção de biodiesel. A Figura 10 mostra que, entre 2007 e 2011, as exportações de soja aumentaram de ano para ano; portanto, o óleo de soja usado na produção de biodiesel não tem origem na redução de exportações de soja.

Figura 10 – Evolução das exportações brasileiras de soja entre 2007 e 2011

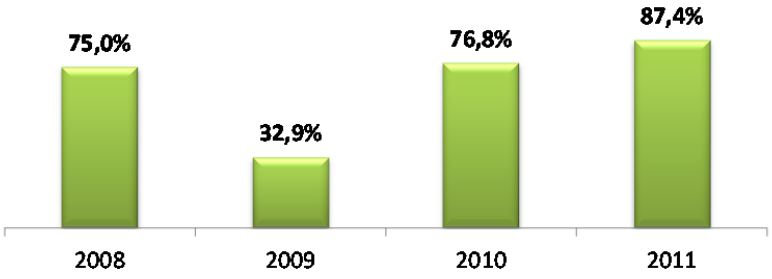


Fonte: ABIOVE

Para estimar, de 2008 a 2011, a parcela do óleo de soja necessário à produção de biodiesel em cada ano proveniente de esmagamento adicional de soja, avaliou-se a evolução da soja processada (soja esmagada para produção de óleo e farelo) de 2004 a 2011, com aquela que deveria ser processada para que todo o óleo necessário tivesse origem somente na expansão da produção da soja; a diferença entre estes valores, ano a ano, foi admitida como parcela equivalente de óleo de soja que é subtraída do mercado para exportação.

O ano de 2004 foi tomado como referência dos cálculos porque é o último ano que antecede o início da produção de biodiesel no país. A Figura 11 mostra o percentual do óleo de soja, para a produção de biodiesel, que tem origem na expansão de produção de soja e que gera, assim, oferta adicional de farelo no mercado.

Figura 11 – Parcela do óleo de soja na produção de biodiesel que tem origem na expansão da soja, 2008 a 2011



Fonte: Dados da pesquisa

4.2 IMPACTOS SOBRE O PIB

A Tabela 5 exibe os impactos sobre o PIB devido à adição de biodiesel ao óleo diesel mineral no Brasil entre os anos de 2008 a 2011, decompostos nos quatro feitos discutidos no tópico anterior.

O impacto acumulado nestes quatro anos foi estimado em R$ 12,076 bilhões (valores de 2011); somente em 2009 o impacto foi negativo, pois, neste ano, houve uma redução do esmagamento de soja de 1,116 milhão de toneladas, fazendo com que somente 32,9% do óleo vegetal necessário à produção de biodiesel no ano tivessem origem na expansão da produção de soja ou, visto de outro modo, que 67,1% (100,0% - 32,9%) deste óleo tivessem origem na redução de sua oferta para o mercado.

Tabela 5 – Impactos sobre o PIB devido ao Biodiesel em R$ Milhões de 2011, 2008 a 2011

Ano	Devido ao aumento da Inflação	Devido à redução da importação óleo diesel	Devido à redução do óleo de soja	Devido à produção de farelo	Efeito Total
2.008	-1.407,5	2.278	-635,3	2.192,0	2.426,6
2.009	-2.417,3	1.991	-2.413,5	1.360,4	-1.479,6
2.010	-2.562,9	3.099	-1.221,0	4.654,2	3.969,4
2.011	-2.153,5	4.155	-736,1	5.893,9	7.159,3
Total	**-8.541,2**	**11.522**	**-5.005,9**	**14.100,4**	**12.075,7**

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram, também, que, exceto em 2009, os impactos positivos no PIB devido à redução das importações de óleo diesel superam a redução causada pela inflação.

5 IMPACTO SOBRE O EMPREGO DECORRENTE DA ADIÇÃO DE BIODIESEL

Entre 2008 e 2011 foram quantificados, para cada ano, os empregos totais gerados na economia com e sem as respectivas produções de biodiesel. As diferenças entre as situações com biodiesel (caso real) e sem biodiesel são apresentadas na Tabela 6, sendo interpretadas como os impactos decorrentes da adição de biodiesel no país.

Para facilitar a análise combinada dos valores, a Tabela 6 apresenta novamente o impacto total resultante sobre o PIB (visto no tópico anterior), bem como os resultados sobre os empregos gerados em função da adição de biodiesel ao óleo diesel mineral, entre 2008 e 2011.

A tabela também contabiliza, na última coluna à direita, o acréscimo do Valor Bruto de Produção nos anos correspondentes, apenas referindo-se à atividade do setor de fabricação do Biodiesel.

Tabela 6 – Impactos sobre empregos e PIB devido à adição de biodiesel ao óleo diesel mineral no Brasil, 2008 a 2011

Ano	Teores de biodiesel	Empregos	PIB (R$ mi de 2011)	Valor da produção de biodiesel (R$ mi de 2011)
2.008	2,43%	24.660	2.427	3.517
2.009	3,38%	22.890	-1.480	4.259
2.010	4,54%	60.130	3.969	5.026
2.011	4,90%	86.112	7.159	5.394

Fonte: Dados da pesquisa.

A adição crescente de biodiesel à matriz energética do país resultou, em 2011, em um aumento líquido do PIB em R$ 7,16 bilhões e na criação líquida de 86.112 empregos. Estes efeitos são decorrentes dos benefícios positivos gerados na cadeia produtiva do biodiesel e dos impactos da baixa redução do consumo agregado em função da pequena inflação causada pela adição de biodiesel ao óleo diesel mineral (0,0368% em 2011).

De 2008 para 2009 há uma redução relativa no número de empregos gerados, mesmo com o aumento da adição de biodiesel, pois os impactos na inflação causados pelo biodiesel são maiores em 2009, em decorrência do aumento do preço relativo do biocombustível comparado ao óleo diesel importado. Em 2010 e 2011 observa-se o contrário, ou seja, os empregos gerados e o aumento do PIB são maiores, explicados porque o preço do biodiesel relativo ao óleo diesel importado experimentou duas quedas sucessivas de 20,7% e 19,2%, respectivamente (ver Tabela 1).

6 IMPACTOS SOBRE A INFLAÇÃO DEVIDO AOS IMPOSTOS INCIDENTES SOBRE O DIESEL E O BIODIESEL

Seguindo o padrão de formação de preços do diesel na bomba, conforme a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, apresentado no Quadro 4, e as estimativas feitas na Tabela 7, é possível se estimar que os impostos incidentes sobre o óleo diesel mineral correspondem, em média, a 50,4% do custo do produtor, e para o biodiesel, este valor representa ao redor de 12,5%.

Tabela 7 – Carga tributária média do óleo diesel, Brasil

Composição do Preço do "Óleo Diesel"	Participação
Preço (Postos)	100,00%
Custo (produtor-Diesel)	53,90%
Custo (produtor-Biodiesel)	3,80%
PIS/Cofins	6,70%
CIDE	3,20%
ICMS - produtor	12,70%
PIS/COFINS - Biodiesel	0,40%
ICMS ST - Distribuição/Postos	4,00%
Margem da revenda	15,30%

Fonte: Rezende A. J., Nakao S. H., Abrão G. (2011) " Estudo sobre a Carga Tributária dos combustíveis". Núcleo de Estudos em Controladoria e Contabilidade Tributária, FEA - USP Ribeirão Preto.

Quadro 4 - Cálculo do Preço do Diesel na Bomba de Acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)

Composição do preço do óleo diesel (sem a mistura de biodiesel) no produtor ou importador
A. Preço de realização (1)
B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (3)
C. PIS/PASEP e Cofins (4)
D. Preço de faturamento sem ICMS D = A + B + C
E. ICMS produtor E = [(D / (1 - ICMS%)] - D (6)
F. Preço de faturamento com ICMS (sem o ICMS da Substituição Tributária) F = D + E
G. (i) ICMS da Substituição Tributária (com PMPF) G (i) = (PMPF x ICMS% / (1 - MIX (9)) - E (7)
ou
(ii) ICMS da Substituição Tributária (na ausência do PMPF) G (ii) = % MVA x ICMS% (8)
H. Preço de faturamento do produtor (ex refinaria) com ICMS H = F + G (i) ou G (ii)

Composição do preço do biodiesel (B100), a ser misturado ao óleo diesel (a partir do produtor de óleo diesel)
I. Preço do biodiesel a ser adquirido, pela distribuidora, do produtor de óleo diesel (1)
J. PIS/Pasep e Cofins (5)
K. Preço de faturamento do produtor de óleo diesel sem ICMS K = I + J

Composição do preço do diesel BX (mistura de diesel com biodiesel - B100) a partir da distribuidora
L. Frete do óleo diesel até a base de distribuição (2)
M. Frete do biodiesel até a base de distribuição (Frete de coleta usina) (2)
N. Custo de aquisição da distribuidora N = (H x (1- MIX (9)) + (K x MIX (9)) + L + M
O. Margem da distribuidora
P. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
Q. Preço de faturamento da distribuidora Q = N + O + P

Composição do preço final de venda do diesel BX no posto revendedor
R. Custo de aquisição do posto revendedor R = Q
S. Margem da revenda
T. Preço bomba do diesel T = S + R

Observações:

(1) Preço FOB (sem fretes e tributos)
(2) Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente)
(3) Lei n° 10.336, de 12/12/01, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04, e suas alterações
(4) Lei nº 10.865, de 30/04/04, e suas alterações, combinada com o Decreto n° 5.059, de 30/04/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
(5) Lei nº 11.116, de 18/05/05, e suas alterações, combinada com o Decreto n° 5.297, de 06/12/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
(6) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF
(7) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe / MVA (apenas na ausência do PMPF) (7)
(8) MIX: Lei n° 11.097, de 14/01/05, combinada com a Resolução CNPE que define o percentual (%) de mistura obrigatória de biodiesel (B100) ao diesel

Fonte: ANP

Para estimar a inflação causada devido aos impostos cobrados sobre o óleo diesel mineral e o biodiesel, foram deduzidas de seus preços as respectivas parcelas destes impostos, de tal modo que a redução de preço da mistura levasse a uma redução geral de preços na economia, ou seja, uma deflação. Este procedimento foi adotado separadamente para o óleo diesel mineral, para o biodiesel e depois em conjunto, para que se pudessem estimar suas importâncias separadamente e em conjunto[2], a análise foi feita para os anos de 2008 a 2011.

Por exemplo, em 2008 estimou-se que a deflação causada pela ausência de impostos no óleo diesel mineral e no biodiesel seria de 0,8038%; portanto, a inflação causada por estes impostos foi calculada em relação à situação (hipotética) em que a economia estaria operando na situação de deflação. Para 2008, a inflação causada pelos impostos cobrados sobre o óleo diesel mineral e o biodiesel é, portanto, dada por:

$$i = \frac{1}{1 - 0{,}8038\%} - 1 = 0{,}8103\%$$

A Tabela 8 mostra os efeitos sobre a inflação devido aos impostos cobrados sobre o óleo diesel mineral e o biodiesel no país entre os anos de 2008 a 2011.

Tabela 8 – Efeitos sobre a inflação devido aos impostos sobre óleo diesel mineral e sobre biodiesel, 2008 a 2011

Ano	Teores de biodiesel	Inflação devida aos impostos sobre óleo diesel mineral	Inflação devida aos impostos sobre biodiesel	Inflação total devida aos impostos sobre óleo diesel mineral e biodiesel
2.008	2,43%	0,8000%	0,0099%	0,8103%
2.009	3,38%	0,8097%	0,0100%	0,8202%
2.010	4,54%	0,8004%	0,0099%	0,8107%
2.011	4,90%	0,7935%	0,0098%	0,8038%

Fonte: Dados da pesquisa.

[2] Devido ao efeito cumulativo e interativo da inflação, o resultado da inflação conjunta do óleo diesel mineral e do biodiesel é maior do que a simples soma dos dois efeitos individuais.

Em relação ao biodiesel, os impactos sobre a inflação causados pelos impostos cobrados sobre o óleo diesel mineral são maiores porque seus impostos são proporcionalmente maiores, além do fato do biodiesel representar, no máximo, 5% da mistura no período em consideração.

A contribuição da parcela referente ao biodiesel tem um pequeno aumento de 2008 para 2009 porque o preço relativo do biodiesel ao óleo diesel mineral importado aumentou neste período; em 2010 e 2011 foram obtidas reduções sucessivas porque nestes anos houve uma queda dos preços relativos do biodiesel em relação ao óleo diesel importado. É importante salientar que, no modelo usado, supôs-se que o biodiesel substitui a parcela correspondente de óleo diesel importado.

7 APLICAÇÕES DE RECURSOS EQUIVALENTES AOS INCENTIVOS DADOS AO BIODIESEL

Neste tópico duas análises foram realizadas a fim de avaliar os impactos sobre o emprego e PIB caso a alocação de um montante equivalente aos incentivos dados ao biodiesel, através da redução de alíquota tributária, fossem utilizados para:

- financiar as despesas correntes do Governo;
- adquirir parte da produção nacional de Biodiesel ou Óleo Diesel Mineral.

7.1 ALOCAÇÃO EQUIVALENTE DOS INCENTIVOS NAS DESPESAS CORRENTES DO GOVERNO

Este tópico avalia os impactos sobre o emprego e PIB caso a alocação dos incentivos dados ao biodiesel pelo governo fossem utilizados para financiar as suas despesas correntes, 2008 a 2011.

Nesta simulação, devido às políticas de incentivo do governo ao longo do tempo variarem e para poder se ter uma padronização e comparação dos resultados nos anos considerados no estudo, assumiu-se que os produtores de biodiesel teriam um incentivo de 50% do crédito de Programa de Integração Social (PIS) e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (Cofins) na compra dos seus insumos, desta forma a carga tributária original do PIS/Cofins, passaria a gerar um incentivo referente a 4,62% sobre o valor da aquisição dos insumos, valor este que foi o valor usado como referência nos resultados da simulação aqui apresentada.

Na simulação realizada e cujos resultados são apresentados na Tabela 9, estimou-se que se o governo não desses estes incentivos, estes recursos seriam arrecadados pelo governo, devido ao consumo de diesel se manter na economia, independentemente de existir ou não o programa de biodiesel. Neste caso, temos que se o governo federal utilizasse estes recursos para financiar as suas despesas correntes, em 2011, teríamos um impacto de

aumento do emprego em 5.118 pessoas e no PIB de R$ 239,8 milhões. Comparando com os resultados obtidos com a atividade de produção do biodiesel apresentados acima, o incentivo do governo ao programa do biodiesel, que permitiu a sua existência, teve um impacto positivo 15,3 vezes maior em termos de emprego e 13,5 vezes maior em termos de PIB, do que se estes recursos tivessem sido utilizados pelo governo para custear os seus gastos correntes.

Tabela 9 – Impactos sobre o emprego e o PIB caso a alocação dos incentivos fossem utilizados para financiar as despesas correntes do Governo

Ano	Valor da Produção (R$ mi de 2011)	Empregos	PIB (R$ mi de 2011)	Incentivo à produção de biodiesel (R$ mi de 2011)
2.008	242,1	3.337	156,3	162,5
2.009	293,2	4.041	189,4	196,8
2.010	345,9	4.768	223,4	232,2
2.011	371,3	5.118	239,8	249,2

Fonte: Dados da pesquisa.

7.2 COMPARAÇÃO DE IMPACTOS, CONSIDERANDO AQUISIÇÕES DO BIODIESEL OU DO ÓLEO DIESEL MINERAL, 2008 A 2011

Este tópico compara os impactos no PIB e Emprego resultantes, caso os incentivos dados pelo governo ao biodiesel fossem utilizados na aquisição do biodiesel ou do óleo diesel mineral, 2008 a 2011.

De forma a complementar a análise feita na seção anterior, assume-se agora que se ao invés do governo utilizar os recursos dos incentivos dado ao programa do biodiesel, os mesmos fossem utilizados para a aquisição direta ou do diesel ou do biodiesel. Calcula-se desta forma quais seriam os impactos sobre a economia causados por um aumento da produção de biodiesel e de óleo diesel mineral, correspondentes aos incentivos dados pelo governo para cada ano, entre 2008 e 2011. As estimativas foram feitas usando-se as matrizes de insumo-produto obtidas a partir do equilíbrio da economia em cada um destes anos.

A Tabela 10 apresenta os impactos se os incentivos dados pelo governo à produção de biodiesel fossem direcionados a aumentar a produção de óleo diesel mineral no país. Em 2011, se os R$ 249,2 milhões de reais fossem aplicados para aumentar a produção do combustível fóssil, haveria um aumento no valor da produção de todos os setores da economia de R$ 539,4 milhões, gerando 2.497 empregos e aumento do PIB em mais R$ 157,1 milhões.

Tabela 10 – Impactos resultantes se os incentivos dados pelo governo ao biodiesel fossem utilizados na aquisição do óleo diesel mineral, 2008 a 2011

Ano	Valor da Produção (R$ mi de 2011)	Empregos	PIB (R$ mi de 2011)	Incentivo à produção de biodiesel (R$ mi de 2011)
2.008	348,9	1.286	115,0	162,5
2.009	423,4	1.681	134,9	196,8
2.010	501,4	2.199	151,2	232,2
2.011	539,4	2.497	157,1	249,2

Fonte: Dados da pesquisa.

Por outro lado, se os incentivos fossem utilizados em aquisição de biodiesel, Tabela 11, teríamos em 2011 um impacto sobre o valor da produção de todos os setores de R$ 782,5 milhões, acompanhados da criação de 5.337 empregos e de um acréscimo no PIB no valor de R$ 212,8 milhões.

Tabela 11 – Impactos resultantes se os incentivos dados pelo governo ao biodiesel fossem utilizados na aquisição do biodiesel, 2008 a 2011

Ano	Valor da Produção (R$ mi de 2011)	Empregos	PIB (R$ mi de 2011)	Incentivo à produção de biodiesel (R$ mi de 2011)
2.008	509,6	2.546	144,9	162,5
2.009	618,5	3.619	172,4	196,8
2.010	730,3	4.928	198,9	232,2
2.011	782,5	5.337	212,8	249,2

Fonte: Dados da pesquisa.

A comparação dos resultados da Tabela 10 com os respectivos valores da Tabela 11, e que são apresentados na Tabela 12, mostram que os impactos dos incentivos dados à produção de biodiesel são sempre superiores aos que seriam obtidos se fossem aplicados para aumentar a produção de óleo diesel mineral; em relação ao valor da produção, os resultados são superiores entre 45,1% a 46,1%, no que tange aos empregos, os impactos são entre 98,0% a 124,0% maiores e, finalmente, no que diz respeito ao PIB, os resultados são entre 26,1% a 35,4% superiores.

Tabela 12 – Comparativo percentual dos resultados se os incentivos dados fossem utilizados na aquisição do biodiesel ou do óleo diesel mineral, 2008 A 2011

Ano	Valor da Produção (R$ mi de 2011)	Empregos	PIB (R$ mi de 2011)
2.008	46,1%	98,0%	26,1%
2.009	46,1%	115,3%	27,8%
2.010	45,7%	124,0%	31,6%
2.011	45,1%	113,7%	35,4%

Fonte: Dados da pesquisa.

8 IMPACTOS SOBRE O SOBRE BALANÇO DAS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

Prosseguindo a análise acerca de aspectos da produção e utilização do biodiesel, esta seção do estudo é dedicada à estimação do efeito positivo do biodiesel no balanço das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) na economia brasileira.

As estimativas das emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram feitas levando-se em consideração os três principais gases causadores deste fenômeno: a) o CO_2 (dióxido de carbono); b) o CH_4 (metano); e c) o N_2O (óxido nitroso). Os resultados finais destas emissões são convertidos em CO_2 equivalente (CO_2 eq).

Para a quantificação do balanço de emissões, calculou-se as emissões de GEE associadas à produção e uso do óleo diesel mineral e do biodiesel de óleo de soja, sempre considerando-se os efeitos diretos e indiretos para a produção dos dois combustíveis. A técnica usada nesta fase do trabalho fez uso da análise de insumo-produto, usando dados do Balanço Energético Nacional (BEN) e da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Os indicadores de emissões obtidos para o óleo diesel mineral e para o biodiesel[3] são, respectivamente, de 3,160 kg CO_2 eq/litro e 1,656 kg CO_2 eq/litro. Na Tabela 13 são apresentados os resultados dos balanços de emissões totais de 2008 a 2011.

[3] O indicador de emissões de 1,656 kg CO_2 eq por litro de biodiesel de óleo de soja diz respeito à sua produção considerando-se uso de óleo diesel mineral em toda a economia. Se o óleo diesel usado na produção de soja tem adição de biodiesel, este indicador terá um valor menor. Este efeito foi levado em consideração nos balanços de emissões estimados de 2008 a 2011.

Tabela 13 – Efeitos sobre as emissões de GEE devido à introdução do biodiesel no país entre 2008 e 2011

Ano	Teor de biodiesel	Produção de biodiesel (ML)	Emissões evitadas - óleo diesel (Mt CO_2eq)	Emissões geradas do biodiesel (Mt CO_2 eq)	Redução das emissões de GEE (Mt CO_2 eq)
2.008	2,43%	1.167,128	3,688	1,931	1,757
2.009	3,38%	1.608,448	5,083	2,660	2,423
2.010	4,54%	2.386,399	7,541	3,944	3,597
2.011	4,90%	2.672,760	8,446	4,417	4,029
Total	**3,86%**	**7.834,735**	**24,758**	**12,952**	**11,806**

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela mostra as emissões evitadas de GEE pela redução do consumo de óleo diesel mineral (terceira coluna da direita para a esquerda), as emissões geradas pela produção do biodiesel de óleo de soja (segunda coluna da direita para a esquerda) e as reduções das emissões totais (última coluna da direita), que são, naturalmente, as correspondentes diferenças entre as emissões evitadas do diesel mineral e as emissões do biodiesel.

Os resultados mostram que a redução total, entre 2008 e 2011, foi de 11,806 Mt CO_2 eq; estas reduções são crescentes de 2008 a 2011, explicadas, pelo aumento da produção e uso de biodiesel nestes anos.

9 AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS PROSPECTIVOS, SUPONDO AUMENTOS NO PERCENTUAL DE BIODIESEL NA MISTURA COM O DIESEL

Nesta seção do trabalho foram realizadas as estimativas dos impactos sobre o Produto Interno Bruto (PIB), a geração de empregos, e a inflação, em função de cenários prospectivos do aumento dos teores de biodiesel no óleo diesel para os anos de 2013, 2015 e 2020. Para estes anos foram supostos, respectivamente, teores de 7% (B7), 10% (B10) e 20% (B20).

Os resultados foram obtidos supondo-se que o biodiesel é produzido a partir da soja; como as simulações dizem respeito a cenários futuros, foram usados os preços de óleo diesel doméstico, óleo diesel importado e biodiesel do ano de 2011, pois trata-se dos valores mais recentes quando este estudo foi realizado. Cabe aqui a observação de que no provável caso que os preços do óleo diesel importado e nacional aumentem, os impactos sobre a inflação atribuídos ao biodiesel seriam menores.

As próximas subseções apresentam e analisam os resultados, assim como são apresentados os comentários finais.

9.1 ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS SOBRE O PIB

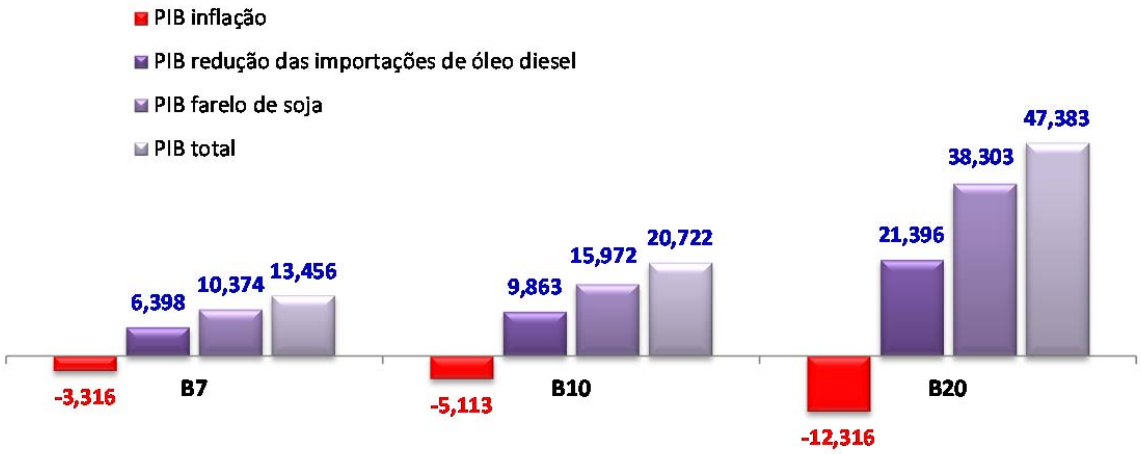
Como discutido no Tópico 4, os impactos sobre o PIB devido ao aumento da adição de biodiesel de soja ao óleo diesel mineral são causados por quatro efeitos: (i) o aumento da inflação traz uma redução no PIB devido à queda na demanda agregada, (ii) a redução das importações de óleo diesel por biodiesel trazem um aumento no PIB, (iii) o esmagamento adicional de soja com a produção de farelo traz um aumento no PIB e (iv) uma redução de óleo de soja no mercado para produção de biodiesel traz uma redução no PIB.

Nos cenários B7, B10 e B20 para 2013, 2015 e 2020, respectivamente, admitiu-se que todo o óleo de soja necessário à produção de biodiesel tem origem em uma produção adicional de soja, produzindo, assim, mais farelo de soja e não causando a redução de óleo de soja no

mercado (interno ou externo). A Figura 12 mostra os resultados estimados para cada cenário.

O impacto total no cenário B10 é praticamente proporcional ao cenário B7; entretanto, não se observa a mesma proporcionalidade no cenário B20, pois, com este teor, as importações de óleo diesel seriam totalmente evitadas e parte do biodiesel substituiria a produção correspondente de óleo diesel doméstico. Os efeitos totais sobre o PIB seriam de R$ 13,456 bilhões no cenário B7, R$ 20,722 bilhões no cenário B10 e R$ 47,383 bilhões no cenário B20.

Figura 12 – Efeitos sobre o PIB em cenários do aumento do teor de biodiesel de soja



Fonte: Dados da pesquisa.

É importante notar que se o PIB, decorrente da produção de farelo de soja, fosse desconsiderado, ainda assim seriam observados acréscimos no PIB nos valores de R$ 3,082 bilhões, R$ 4,751 bilhões e R$ 9,080 bilhões, respectivamente, para os cenários B7, B10 e B20.

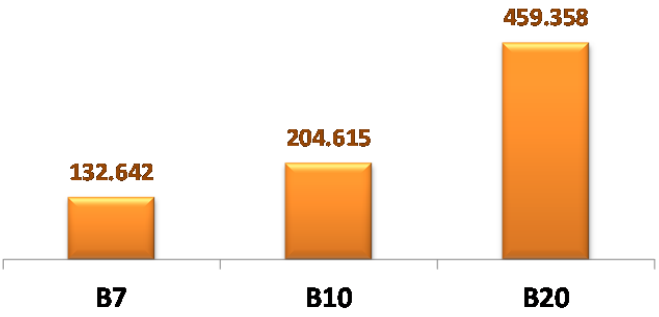
Do ponto de vista econômico, pode-se afirmar que os acréscimos de biodiesel trazem um pequeno efeito na redução do consumo agregado devido à inflação causada pelo biocombustível, e que os aumentos no PIB são decorrentes das reduções das importações de

óleo diesel e da produção adicional de farelo de soja quando o óleo de soja necessário à produção de biodiesel tem origem no esmagamento adicional de soja.

9.2 ESTIMATIVA DOS IMPACTOS SOBRE OS EMPREGOS

Os impactos sobre os empregos também são influenciados pelos efeitos da inflação e pela produção adicional de soja para atender à demanda de óleo vegetal para o biodiesel em cada cenário. Neste sentido, dado que o aumento de preços traz uma redução do consumo agregado, este resultaria em uma redução do número de postos de trabalho; por outro lado, o aumento da produção de soja traz um aumento no nível de empregos. A Figura 13 apresenta o balanço total dos empregos em cada cenário.

Figura 13 – Efeitos sobre os empregos gerados em cenários do aumento do teor de biodiesel de soja



Fonte: Dados da pesquisa.

No cenário B7 o balanço total de empregos corresponde a um aumento de 132.642 postos de trabalho; no cenário B10 são estimados mais 204.615 empregos e, no cenário B20, são estimados mais 459.358 empregos.

Em relação aos empregos nota-se, também, que não há proporcionalidade entre os cenários B7 e B20; isto ocorre devido ao aumento da inflação que não é linear e, principalmente, porque no cenário B20 parte do biodiesel substitui a parcela correspondente da produção de óleo diesel doméstico, trazendo uma redução adicional de empregos nesta atividade.

9.3 ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS SOBRE A INFLAÇÃO

O aumento do teor de biodiesel ao óleo diesel mineral traz aumento no nível de preços porque supõe-se que o preço do biodiesel é superior ao óleo diesel mineral doméstico e ao óleo diesel mineral importado, dado que foram tomados como base os preços relativos de 2011. Os preços de produtor usados para as estimativas, no ano de 2011 foram de R$ 1,88 por litro de biodiesel, R$ 0,94 por litro de óleo diesel doméstico e R$ 1,37 por litro de óleo diesel importado. Cabe aqui a observação de que no provável caso que os preços do óleo diesel importado e nacional aumentem, os impactos sobre a inflação atribuídos ao biodiesel seriam menores.

A Figura 14 mostra os impactos sobre a inflação para os cenários de mistura B7, B10 e B20, apresentando, ainda, as inflações sobre transporte rodoviário e sobre alimentos e bebidas. Os resultados devem ser interpretados em relação à situação em que não existisse a adição de biodiesel, ou seja, supondo-se que o biodiesel correspondente fosse substituído por óleo diesel mineral importado.

No cenário B7 a inflação causada pelo biodiesel seria de 0,0525%, sendo de 0,5276% a inflação sobre o setor de transporte rodoviário e de 0,0634% a inflação sobre alimentos e bebidas. Naturalmente, o impacto sobre o setor de transporte rodoviário é muito superior aos demais setores porque esta atividade é a que mais depende, em termos de custos, do preço do óleo diesel.

Observando-se os impactos sobre a inflação nos três cenários nota-se, em geral, que a inflação sobre transporte rodoviário é da ordem de dez vezes a inflação total, e que a inflação sobre alimentos e bebidas é da mesma ordem da inflação total.

Figura 14 – Impactos sobre a inflação causada pelo aumento do teor de biodiesel

Fonte: Dados da pesquisa

Outro efeito interessante notado é que a inflação causada pelo biodiesel, a partir de 2011, é diretamente proporcional ao seu teor no óleo diesel até a mistura B10, e aumenta mais que proporcionalmente na mistura B20. Isto é explicado, essencialmente, porque nas simulações, até a mistura B12 o biodiesel substitui o óleo diesel importado, cujo preço é mais próximo do biodiesel do que o óleo diesel doméstico; na mistura B20, o biodiesel passa a substituir, em parte, o óleo diesel mineral doméstico.

Os resultados obtidos com o modelo desenvolvido para este trabalho permitem obter uma equação para estimar o impacto sobre a inflação para uma mistura entre B5 a B100; a equação é a seguinte:

$$\mathbf{Inf = 0{,}0000461.B^2 + 0{,}0070666.B + 0{,}0005872} \qquad (47)$$

Por exemplo, para se estimar o impacto sobre a inflação em um cenário B15, basta substituir **B** na Equação (47) por 15, obtendo-se **Inf** igual a 0,1170, ou seja, a inflação seria 0,1170%. No limite, em um cenário hipotético B100, a inflação causada pelo biodiesel seria de 1,1682%; naturalmente, neste caso algumas observações devem ser feitas: a) um estudo muito mais cuidadoso deveria ser feito para se avaliar se o setor agrícola poderia suprir a

matéria-prima necessária para produzir o óleo vegetal; e b) nas estimativas destes parâmetros foram considerados os preços relativos de 2011, como explicado acima.

10 COMENTÁRIOS FINAIS

Observa-se pelos resultados apresentados que a alta carga tributária incidente sobre os combustíveis no Brasil, e em especial sobre o diesel mineral e o biodiesel, acarreta um efeito inflacionário ao redor de 0,81 ponto percentual na inflação, tendo desta forma um efeito negativo sobre a atividade econômica do país.

Por outro lado, apesar do pequeno efeito inflacionário inicial causado pela adição do biodiesel ao diesel mineral, observa-se um impacto positivo sobre o emprego e o PIB devido ao programa de biodiesel. Como já indicado, este impacto inflacionário inicial tende a se reduzir na medida em que a produção do biodiesel, de um lado, através de ganho de escalas na sua produção, tende a ser o seu preço reduzido, e de outro lado, caso o governo venha a adotar uma política de preço do diesel baseada em preços internacionais, a competividade do biodiesel tende a aumentar ainda mais.

Observa-se também que o biodiesel vis-à-vis ao diesel mineral possui uma capacidade de gerar emprego, no período analisado, em torno de 113% maior e em termos de PIB 35% maior.

Assim, tem-se que a introdução e a ampliação do uso do biodiesel na matriz energética brasileira têm gerado resultados positivos tanto do ponto de vista econômico como ambiental. O impacto final sobre o PIB no período de 2008 a 2011 foi positivo em R$ 12,076 bilhões, enquanto que a redução total dos gases de efeito estufa foi de 11,806 Mt CO2 eq. Não estão contabilizados aqui os efeitos positivos advindos, entre outros: a) do saldo positivo do comércio exterior (redução das importações e aumento das exportações); b) do ganho em saúde da população e do consequente aumento da sua produtividade; c) da redução dos gastos com tratamentos médico e hospitalar; e d) da redução dos impactos sobre o meio ambiente.

Considerando-se os preços relativos do biodiesel, do diesel nacional e do diesel importado de 2011, que não foram favoráveis ao biodiesel, percebe-se que os possíveis efeitos negativos sobre a inflação mais do que são compensados por um aumento na atividade

econômica (PIB) do país e no total de pessoas empregadas na economia. No caso de um teor B20 haveria um aumento do PIB de R$ 47,38 bilhões, em valores de 2011, e seriam gerados quase 460.000 novos postos de trabalho. Isso demonstra que a ampliação do uso do biodiesel na matriz energética brasileira tem potencial para gerar resultados ainda mais destacados para o país.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira.** 2008. FNP Consultoria e Comércio, São Paulo, Brasil.

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE). 2012 (www.abiove.com.br)

BIODIESELBR. **Anuário da Indústria de Biodiesel no Brasil 2004 – 2009.** Grupo BiodieselBR, Curitiba – PR, 2010.

BRASIL, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. Boletim Mensal do Biodiesel. Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Balanço Energético Nacional, ano base 2010. Rio de Janeiro, 2011. (www.mme.gov.br)

FEIJÓ, et al., **Contabilidade Social: O Novo Sistema de Contas Nacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001

GUILHOTO, J. J. M. Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos. Livro em elaboração. Departamento de Economia. FEA-USP. Versão Revisada. 2011. Disponível em: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/32566/

GUILHOTO, J. J. M., & SESSO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. 2010. Disponível em SSRN: http://ssrn.com/abstract=1836495

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). "Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2009", 2011 (www.ibge.gov.br)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). "Produção Agrícola Municipal (PAM)", 2011 (www.ibge.gov.br)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). "Tabelas de Recursos e Usos de 2008 - Contas Nacionais", 2012 (www.ibge.gov.br)

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS – IPEA. "IPEADATA", 2012 (www.ipeadata.gov.br)

KNOTHE, G., GERPEN, J. V., KRAHL, J., RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 2006

MILLER, R. E., E BLAIR, P. D. **Input-output analysis: Foundations and Extensions**. Second Edition. Cambridge University Press, New York, 2009.

OLIVÉRIO, J.L., BARREIRA, S.T., RANGEL, S.C.P. Integrated Biodiesel Production In Barralcool Sugar And Alcohol Mill. **Zuckerindustrie**, v. 133, n. 2, p. 94-100, Feb 2008.

RAMOS, R.L.O. Metodologias para o cálculo de coeficientes técnicos diretos em um modelo de insumo-produto. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Pesquisas, 1996.

SIMON, C. P., BLUME, L. **Matemática para Economistas**. São Paulo. Editora Bookman, 2004.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro. Projetos. Outubro 2010.