

Efeito da produção de biodiesel na economia e no emprego formal na agricultura¹

Erivelton de Souza Nunes²
Wellington Ribeiro Justo³
Rômulo Eufrosino de Alencar Rodrigues⁴

Resumo – O biodiesel vem destacando-se em relação aos demais combustíveis renováveis na luta a favor da sustentabilidade. Com a relevada importância do biodiesel como fonte energética, o governo federal lançou em 2005 o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) com o objetivo de inclusão social voltada para a agricultura familiar, principalmente em regiões mais carentes, como o Norte e Nordeste. Dessa forma, o presente estudo averiguou o efeito da produção de biodiesel na economia dos municípios contemplados com essa política, bem como no emprego formal na agricultura. Para isso, usaram-se estimações de modelos econométricos com dados em painel. Os dados são do Ministério do Desenvolvimento Agrário, do período de 2005 a 2010, e da ANP. Os resultados das estimações apontam para um efeito positivo robusto do programa de biodiesel no PIB dos municípios, embora essa magnitude seja maior nos maiores municípios e nos municípios localizados fora do Nordeste. Já o efeito do programa de biodiesel no emprego formal na agricultura depende do modelo estimado. Dessa forma, pode-se inferir que, em acordo com a literatura, o aumento da produção de biodiesel impacta positivamente a economia dos municípios beneficiados e a geração de emprego formal na agricultura, embora de forma menos intensa na região Nordeste, fugindo, assim, de um dos objetivos iniciais do programa.

Palavras-chave: dados em painel, Nordeste brasileiro.

Effect of biodiesel production in the economy and in formal employment in agriculture

Abstract – Biodiesel has stood out, when compared to other renewable fuels, in the struggle for sustainability. Considering the increasing importance of biodiesel as an energy source, the Brazilian

¹ Original recebido em 16/11/2013 e aprovado em 28/1/2014.

² Graduando em Economia pela Urca, bolsista de Iniciação Científica. E-mail: erivelton.s.n@hotmail.com

³ Engenheiro-agrônomo, economista, mestre em Economia Rural, doutor em Economia, professor associado do curso de Economia da Urca. E-mail: justowr@yahoo.com.br

⁴ Graduando em Economia pela Urca, bolsista de Iniciação Científica. E-mail: romulo-iron@hotmail.com

federal government, in 2005, launched the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB) aiming at social inclusion focused on family farming, especially in poorer regions, such as the North and the Northeast Regions of Brazil. Thus, this study investigated the effect of biodiesel production in the economy of the municipalities covered by this policy, as well as in formal employment in agriculture. With this purpose, estimation of econometric models with panel data was used. Data are from the Brazilian Ministry of Agrarian Development, covering the period of 2005–2010, and from the Brazilian National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP). The estimation results indicate a robust positive effect of the biodiesel program in the GDP of the municipalities, although this magnitude is greater in larger municipalities and in those located outside the Northeast Region. The effect of the biodiesel program in formal employment in agriculture depends on the estimated model. It can be inferred that, in accordance with literature data, the increase in biodiesel production has a positive impact on the economy of the municipalities covered by the policy, and on the generation of formal employment in agriculture, although it has a lower impact on the Northeast Region, thus, not meeting one of the initial objectives of the program.

Keywords: panel data, Northeast Regions of Brazil.

Introdução

A crescente preocupação internacional com o meio ambiente e com as disparidades sociais, ligada aos esforços sociais, acadêmicos e governamentais, tem viabilizado alternativas para uma questão amplamente discutida atualmente na sociedade, o desenvolvimento sustentável, cuja proposta é a priorização da vida e a conservação da sustentabilidade (PLAZA et al., 2009).

Conforme Garcia (2007), três fatores contribuíram fortemente para a busca de estudos e da própria formulação de políticas públicas voltadas à produção, comercialização e uso de fontes renováveis de energia, particularmente o biodiesel: a retomada do aumento do preço de petróleo; as perspectivas de esgotamento do produto no mercado internacional; e a intensificação dos debates, iniciados na segunda metade do século 20, acerca dos impactos ambientais resultantes da queima de combustíveis fósseis.

Segundo Garcia (2007), tendo em vista a preocupação com o meio ambiente, alguns países da Europa, os Estados Unidos e o Brasil passaram a acreditar fortemente na possível produção de energias renováveis como forma de assegurar o abastecimento autônomo, com regularidade, baixo custo e danos ambientais mínimos.

Para Lima (2004), a denominação genérica do biodiesel é a de combustível e aditivo derivado de fontes renováveis. Ademais, Hirakuri et al. (2010) sinalizam que existem várias espécies vegetais que possuem utilidade suficiente para abastecer a produção do biodiesel. Walton (1938) aponta 20 tipos de óleos que podem ser usados para tal fim: de mamona, sementes de uva, milho, camelina, sementes de abóbora, sementes de bétula, colza, lupin, ervilha, semente de papoula, amendoim, cânhamo, linhaça, amêndoa, semente de girassol, palma (dendê), azeitona, soja, caroço de algodão e manteiga de cacau. Além disso, o biodiesel pode ser produzido com outros tipos de matérias graxas, como a gordura de frango e o sebo bovino.

Para Benevides (2011), comparado ao diesel de petróleo, o biodiesel é um combustível ambientalmente limpo, tendo em vista que diminui as emissões de gases poluentes, é atóxico, por não conter compostos sulfurados e aromáticos, além de ser biodegradável. Adicionalmente, Silva e Lino (2008) apontam que o biodiesel pode ser um importante produto para a exportação e possui potencial para tornar a nação independente energeticamente. Plaza et al. (2009) reforçam que a produção de biodiesel é estratégica para o Brasil, podendo significar uma revolução no setor primário, gerando emprego,

renda e conseqüentemente proporcionando o desenvolvimento do País.

O biodiesel apresenta vantagens importantes: é essencialmente alifático, ou seja, diferentemente das substâncias aromáticas do diesel de petróleo que aumentam de forma significativa as emissões de material particulado e compostos nitrogenados; é um combustível renovável, biodegradável e atóxico; sua combustão gera quantidades insignificantes de compostos com enxofre; possui propriedades lubrificantes; permite a redução da importação de óleo diesel; benefícios socioeconômicos. Ademais, seu transporte é mais seguro do que o do diesel, pois seu ponto de combustão é superior: 300 °F – o do diesel é de 125 °F (LIMA, 2004).

Boccardo (2004) aponta algumas desvantagens da utilização do biodiesel: maior emissão de gás nitrogênio do que o diesel; crescimento da produção de glicerina; elevado preço do biodiesel, dados os altos custos de produção; maior solubilidade em água do que o diesel; e maior desgaste por conta do metanol e da glicerina livre.

Dada a importância da produção de biodiesel e sua relevância para o País, principalmente para o setor agrícola, com a finalidade de incentivar sua produção e uso, o governo brasileiro criou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), cuja principal finalidade é a garantia da produção do biocombustível no âmbito do desenvolvimento regional e a inclusão social voltada à agricultura familiar. Com isso, as regiões Norte e Nordeste se destacariam por duas razões: possuem grande população agrícola no contexto familiar e grande quantidade de plantas oleaginosas (GARCIA, 2007).

Entretanto, Kaercher et al. (2010) mostram que o desenvolvimento de um programa desse âmbito de inclusão social enfrenta dificuldades, principalmente no Nordeste, por alguns fatores apontados por Carmélio (2008): o baixo nível organizacional dos agricultores familiares; a baixa qualidade dos solos do Semiárido, tanto pela baixa compactação de matéria orgânica quanto pela acidez elevada; o baixo rendimento finan-

ceiro das culturas oleaginosas; pouca utilização de tecnologias agropecuárias e de boas práticas agrícolas e pouco acesso a elas; assistência técnica deficiente, principalmente nos aspectos tecnológicos e organizacionais.

Vários são os motivos das fragilidades socioeconômicas da região Nordeste. Entre os motivos mais interligados com a agricultura familiar, estão: baixa capacitação e motivação para o cooperativismo; pouca produtividade agrícola, especialmente da mamona – por conta de fatores climáticos, solos esgotados, sem matéria orgânica e ácidos, pouca disponibilidade de sementes de alto padrão genético, falta de crédito para adoção das técnicas agrícolas corretas e incapacidade dos técnicos envolvidos –; dispersão dos agricultores familiares, especialmente no Semiárido; e baixa disponibilidade de terra, principalmente no Semiárido (KAERCHER et al., 2010).

O Ministério do Desenvolvimento Agrário (BRASIL, 2013a) mostra que na safra 2011–2012 a venda de matéria-prima movimentou aproximadamente 2 bilhões de reais para a agricultura familiar no Brasil. Salienta-se que esse número corresponde às transações efetuadas por meio do PNPB. Ademais, acrescenta-se que o levantamento da coordenação do programa, nesse mesmo período, mostra que cerca de dois milhões de toneladas de matérias-primas obtidas na agricultura familiar foram direcionadas à produção de biodiesel. Dada essa contextualização, evidencia-se a importância dos produtores familiares na produção do combustível.

No entanto, dada a heterogeneidade da agricultura familiar, como verificado em vários estudos, como o de Savoldi e Cunha (2010), a inclusão dos agricultores familiares na produção do biodiesel acaba exigindo do PNPB abordagens regionais específicas. Segundo Garcia (2007), o que se vê é um tratamento igualitário, seja no tocante à oferta de crédito, seja no fornecimento de capacitação e assistência aos agricultores.

Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP – (2012) revelam que a maior parte das matérias-primas

utilizadas na produção de biodiesel concentra-se na Região Centro-Sul, com destaque para o óleo de soja. Dessa forma, apesar dos claros objetivos da PNPB, de inclusão social, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, percebe-se que pouca quantidade de matérias-primas geradas nessas regiões é utilizada em tal atividade.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa consiste em mostrar o efeito da produção de biodiesel na agricultura familiar. Especificamente, pretende-se analisar o efeito da produção de biodiesel no PIB municipal e o efeito da produção de biodiesel no emprego formal na agricultura familiar.

Além desta introdução, o estudo é composto por quatro seções. Na sessão “Revisão de literatura”, são contemplados os fundamentos teóricos concernentes à contextualização do biodiesel no Brasil, uma breve exposição da agricultura familiar e a relação das oleaginosas e agricultura familiar com a produção de biodiesel. Os procedimentos metodológicos e a descrição das variáveis são apresentados na seção “Metodologia”. Em “resultados e discussão”, faz-se a análise dos resultados; e, finalmente, as conclusões são expostas na última seção.

Revisão de literatura

Contextualização do biodiesel no Brasil

De acordo com Mattei (2007), o processo de produção de óleo biodiesel acontece há mais de 100 anos. O ano de 1900 é considerado o marco de seu possível uso comercial, com os primeiros testes realizados pelo pesquisador alemão Rudolf Diesel. Esses testes eram realizados em carros que possuíam motores movidos à base de óleo vegetal. Dessa forma, o biodiesel surgiu como boa alternativa ao óleo derivado do petróleo, pois não contém enxofre nem proporciona níveis altos de poluição em meio ao processo de produção industrial.

Conforme Amorim (2005), as primeiras informações quanto ao biodiesel no Brasil provêm da década de 1960, quando as empresas Matarazzo realizaram experimentos com o óleo comestível de café. A experiência teve como consequência um fenômeno na reação do óleo de café com o álcool de cana, tendo resultado no éster etílico, também chamado de biodiesel. Reitera, ainda, que a PI 8007957 foi a primeira patente em nível internacional de biodiesel e querosene vegetal de avaliação, criada na década de 1980 pelo professor Expedito Parente, da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Desde a década de 1920, pesquisas sobre os combustíveis renováveis e alternativos são desenvolvidas no Brasil pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT). A implantação de programas que visam ao incentivo à produção de combustíveis renováveis foi motivada pelos problemas concernentes ao petróleo, especialmente nas décadas de 1970 e 1980. Surgiu, em 1970, o Proálcool, cuja finalidade era a produção de combustíveis renováveis por meio da cana-de-açúcar para uni-los à gasolina, ou utilizá-los exclusivamente. Entretanto, a complexidade na estrutura do programa de produção, do processo produtivo e da distribuição do combustível renovável sinalizou uma crise (BENEVIDES, 2011).

Segundo Lima (2004), entre acertos e erros, o Proálcool acabou apresentando um saldo positivo. Embora ambiciosas, as metas foram alcançadas e superadas, mostrando o grande potencial do Brasil na utilização da biomassa para geração de energia.

No decorrer da década de 1970, mantiveram-se as pesquisas nacionais direcionadas ao uso de óleos vegetais como fonte de energia alternativa ao óleo diesel. O governo brasileiro se utilizou dessas pesquisas e, por meio da aceitação da Comissão Nacional de Energia (CNE), formulou em 1980 o Programa Nacional de Óleos Vegetais (Pró-Óleo), que tinha a finalidade de utilizar oleaginosas nesse processo, bem como buscar competitividade comparável à do óleo diesel. Tinha-se a pretensão do uso de até 30% de oleaginosas no óleo diesel, e existiam

grandes expectativas de utilização completa de óleos vegetais em um futuro distante; no entanto, o programa não obteve êxito: sequer começou a produção de biodiesel em nível comercial (GARCIA, 2007).

Em 1980 foi criado, em Fortaleza, o Prodiel, subprograma do Pró-Óleo e, de acordo com Parente (2003), era concebido como sucedâneo vegetal do óleo diesel de petróleo. Com a finalidade de acelerar a produção desse novo combustível, foi criada uma empresa que se estabeleceu em Fortaleza, denominada Produtora de Sistemas Energéticos Ltda. – Proerg – (PARENTE, 2003).

Com o estímulo gerado pelo aumento no preço do barril de petróleo em 1981, o governo brasileiro criou o Programa de Óleos Vegetais (Oveg) em 1983. Nesse programa, testou-se o uso de biodiesel e mesclas de combustíveis em veículos movidos a óleo diesel. Essas misturas ocorriam nas proporções B30 e B70, que correspondem a 30% e 70%, respectivamente, de biodiesel no óleo diesel. Além disso, o biodiesel puro B100 (GARCIA, 2007).

Porém, nem o Prodiel nem o Oveg chegaram a alcançar produção em nível comercial, mas realizada apenas com intenção política, e, na maioria das vezes, os testes eram realizados isoladamente. Reitera-se ainda que isso se deveu, em boa medida, à redução no preço do barril de petróleo iniciada a partir da segunda metade da década de 1980. Nesse contexto, todas as pesquisas voltadas para a produção e utilização do biodiesel pararam (GARCIA, 2007).

De acordo com Mattei (2007), em 1983, em parceria com a Aeronáutica, a Proerg desenvolveu o Prosene, que buscou a substituição do querosene de avião. No mesmo ano, foi realizado o primeiro voo com combustível não derivado do petróleo. Contudo, o programa entrou em decadência por causa da queda no preço do petróleo. Consequentemente, dada a extinção do Proerg, o Prosene foi desativado.

O biodiesel foi introduzido na matriz energética do Brasil com a publicação da Lei nº 11.097, divulgada em 13 de janeiro de 2005,

segundo a qual a adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel, vendido aos consumidores no País, era obrigatória (MARTINS; FAVARETO, 2010).

Para Benevides (2011), além da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, essa lei caracteriza a criação do PNPB. Ademais, acrescenta que a Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005, determinou as regras tributárias. Trentini e Saes (2010, p. 3) indicam que a Lei nº 11.097/95 inseriu a definição do biodiesel como

[...] combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, obtido por fonte renovável e biodegradável que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil, e que atenda à especificação técnica definida pela Agência Nacional do Petróleo.

A fabricação de biodiesel foi retomada com a obrigatoriedade, a partir de 2008, do acréscimo de 2% de biodiesel puro (B100) no óleo diesel. De julho de 2008 a junho de 2009, o acréscimo passou a ser de 3%, e de julho a dezembro de 2009, de 4%. A partir de janeiro de 2010, a adição de biodiesel puro, em volume, ao óleo diesel passou a ser de 5%.

Com o surgimento do PNPB, em dezembro de 2004, programa lançado pelo governo federal, o biodiesel avançou de forma significativa, e transformou-se em uma ferramenta de geração de riqueza e inclusão social (BRASIL, 2003b).

Conforme BRASIL (2003b), as premissas do PNPB são:

- Não compete ao Brasil privilegiar rotas tecnológicas, matérias-primas e escalas de produção agrícola e agroindustrial, diante da ampla variedade de opções que se pode explorar.
- Obriga-se a incorporar o biodiesel à agenda oficial do governo, sendo necessário mostrá-lo como opção política e socioeconômica do País.

- A premissa básica de orientação das ações da política precisa ser a de inclusão social.
- As regiões Norte e Nordeste, por serem regiões mais carentes, precisam ser privilegiadas.
- A agricultura familiar deve ser incorporada na cadeia de produção do biodiesel, como fator determinante para seu fortalecimento, e ser apoiada com assistência técnica e financiamento.
- A promoção e o fortalecimento de uma rede nacional de pesquisa e desenvolvimento se fazem necessários, com ajuda dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia.
- Deve-se promover a redução da compra de óleo diesel.

Conforme Souza e Paulillo (2010), o Selo de Combustível Social (SCS) é uma ferramenta com a qual o governo federal prepara as empresas para que elas participem dos leilões de compra do biodiesel feitos pela ANP para receberem facilidades de acesso ao crédito para as usinas e produtores rurais. No entanto, essa obrigatoriedade do selo para participação dos leilões tem sido flexibilizada: o volume total de biodiesel vendido é separado em dois lotes – no primeiro, sempre é exigido que as empresas possuam o SCS, enquanto o segundo ignora a obrigatoriedade para aquelas empresas que tenham interesse em vender sua produção de biodiesel. O órgão responsável pela concessão do SCS é o Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Para que a empresa detenha o selo social, faz-se necessária a comprovação da aquisição de uma parcela das matérias-primas provenientes da agricultura familiar que correspondam à parte de sua produção de biodiesel. A parcela de compra de matérias-primas depende da região onde a empresa está instalada. No Nordeste, para que a empresa obtenha o selo social, é necessário que 50% das matérias-primas sejam de origem da agricultura familiar. As empresas do Sul e Sudeste precisam adquirir 30%, enquanto

no Norte e Centro-Oeste precisam adquirir 10% (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

A decadência da então (em 2008) maior empresa brasileira de biodiesel, Brasil Ecodiesel, possuidora de seis usinas em território nacional, desmobilizou completamente os planos nacionais do PNPB nesse ano. O governo federal acreditava firmemente na empresa para a manutenção e inclusão de agricultores familiares no projeto de obtenção de matéria-prima, principalmente na região Nordeste. No entanto, com sua iminente crise, ela não conseguiu atingir os percentuais mínimos para deter os benefícios fiscais e privilégios nos leilões que o selo social lhe proporcionaria. A empresa perdeu o selo social, o que causou impactos diretos nos números totais de agricultores pertencentes ao programa: redução de 31% das famílias beneficiadas de 2006 a 2008.

Atualmente, a produção de biodiesel B100 está em ascensão, como pode ser observado na Figura 1.

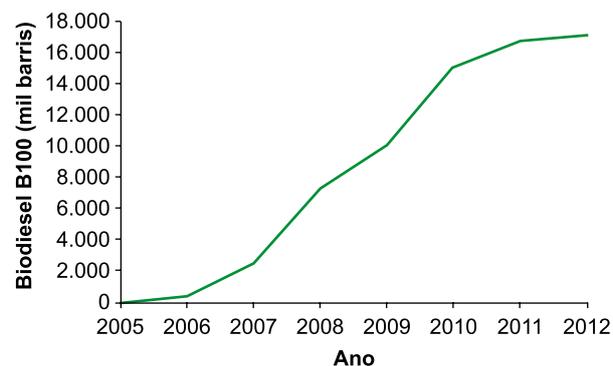


Figura 1. Produção anual de biodiesel B100 no Brasil (mil barris).

Fonte: elaborado com base nos dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2013).

Enquanto em 2009, a produção de biodiesel B100 no Brasil foi de 10.116.800 barris, em 2012 ela atingiu 17.092.489 barris.

Oleaginosas e agricultura familiar versus produção de biodiesel

Segundo Beltrão e Oliveira (2008), o Brasil possui potencial para produzir mais de 60% da demanda mundial de bioenergia para substituir o petróleo e seus derivados. O País possui o maior potencial mundial em relação às perspectivas para a produção de oleaginosas como matéria-prima para biodiesel. Qualquer tipo de óleo vegetal pode ser empregado como alternativa ao combustível para motores a diesel. No entanto, alguns possuem melhor performance em virtude de suas propriedades físico-químicas. Vários estudos de desempenho e emissão em motores de ignição de compressão, munidos com biodiesel puro ou outro combustível em mistura com biodiesel, foram demonstrados e são descritos na literatura. Cada óleo possui características únicas. Muitas vezes, algumas características são positivas em alguns critérios, como matéria-prima para produção de biodiesel, mas outras não são satisfatórias. A mamona possui teor de óleo elevado, mas este é muito denso e viscoso, tendo como consequência, se utilizado em grande concentração, a formação de acúmulos de carbono nos bicos injetores e nos anéis de pistões. Já o da soja oxida com muita facilidade, envelhecendo mais rápido que os demais. O óleo do dendê possui um fator limitante, que é sua solidificação a 15 °C positivos, o que dificulta sua utilização em regiões de clima ameno, como o Sul, e frequentemente tem alto índice de acidez. Já o óleo de girassol possui ceras e baixo equilíbrio de oxidação. O de algodão possui gossipol, que ocasiona problemas no processo de seu refino, e o óleo de pinhão-manso contém ésteres de forbol. Entretanto, os óleos de algodão e pinhão-manso não possuem enxofre em sua composição – o biodiesel, então, não possui esse composto, sendo limpo e distinto do biodiesel mineral, que possui esse elemento causador de efeitos negativos no meio ambiente (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2008).

O biodiesel é um biocombustível renovável e biodegradável, podendo ser obtido por procedimentos químicos, como craqueamento

e transesterificação. Este último é o mais aplicado; a matéria-prima é levada a um processo de neutralização e secagem, e a acidez é reduzida por uma purificação com solução alcalina de hidróxido de sódio ou potássio. Para a retirada da glicerina, é utilizado metanol ou etanol (PARENTE, 2003).

A vasta territorialidade brasileira, que possui grande diversificação de topografia, relevo, solo, capacidade hídrica e clima, predominando principalmente o clima tropical, reúne as condições que facilitam o cultivo de espécies oleaginosas: coco, algodão, girassol, palma (dendê), amendoim, canola, soja, mamona, babaçu, pinhão-manso, etc. Todas as regiões do País possuem suas potencialidades. Nelas, o critério fundamental de escolha da melhor matéria-prima para cada produção são os fatores geográficos. Segundo Campos (2003), os destaques para a região Norte são a palma, o babaçu e a soja. Na região Nordeste, são o babaçu, a soja, a mamona, a palma (dendê), o algodão e o coco. No Centro-Oeste, destacam-se soja, mamona, algodão, girassol e dendê; no Sul, soja, canola, girassol e algodão; e no Sudeste, soja, mamona, algodão e girassol.

O Semiárido brasileiro é rico em oleaginosas, que na maioria das vezes são cultivadas unicamente para fins alimentícios. Há grande potencialidade a ser explorada, e muitas dessas culturas são de grande significância não só para a indústria de alimentos, mas também como matérias-primas na produção de biodiesel (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

No lançamento do PNPB, em 2004, seus principais objetivos eram a inclusão social e a redução das desigualdades regionais. A criação de uma política federal diferenciada por tipo de agricultura, por região de aquisição da matéria-prima e por tipo de oleaginosa enseja maior destaque e maiores vantagens para segmentos da agricultura familiar, que dificilmente teriam condições de competir no agronegócio, no ingresso à produção do biodiesel nas regiões Norte e Nordeste do País, especialmente no Semiárido (BRASIL, 2003a).

Mesmo com tanta variabilidade de áreas agricultáveis e tantas culturas a serem exploradas, segundo Cargnin (2007), a oferta de matéria-prima ainda é um dos principais empecilhos para a implementação de uma política de produção ampla de biodiesel no Brasil. Atualmente, a cultura mais utilizada para a fabricação do óleo é a soja, que representa 90% dos seis milhões de toneladas de óleo vegetal produzido anualmente. A soja é produzida em maior escala nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do País. Outras culturas exploradas para a fabricação de óleo, como mamona, algodão, girassol, canola, amendoim e dendê, não possuem participação expressiva. Justamente uma das regiões com baixa produção de óleo é o Nordeste, com mais de 50% dos estabelecimentos pertencentes à agricultura familiar brasileira (BRASIL, 2007). Essa categoria é a forma de arranjo produtivo mais numerosa do setor agrícola do Semiárido (BRASIL, 2003a).

De acordo com Monteiro (2007), a introdução de agricultores familiares na cadeia de produção do biodiesel traz alguns benefícios significativos, como a chance de diversificar e organizar o processo de produção, proporcionar a geração de emprego e, conseqüentemente, possibilitar a geração de renda. Dessa forma, essa inserção é uma alternativa para o aprimoramento da capacidade de adaptação desses agentes econômicos.

O mercado de biodiesel possui uma tendência a intensificar a demanda por oleaginosas e criar as condições ideais para o fortalecimento da agricultura familiar. O Brasil possui mercado consumidor interno com amplo potencial e perspectivas para viabilizar definitivamente a cultura das oleaginosas no Semiárido, gerando assim oportunidade para o crescimento da produção agrícola familiar. O retorno econômico da produção é muito dependente do preço de mercado e da tecnologia utilizada. Entretanto, a atratividade econômica para o cultivo da maioria das oleaginosas adaptadas ao Semiárido ainda depende do crescimento desse mercado e de

maior incentivo das políticas governamentais à utilização da bioenergia.

A maioria das oleaginosas é plantada em pequena escala no Semiárido, com exceções para o algodão e a mamona, por exemplo. Esta última possui fomentos do governo federal (Selo Combustível Social), e alguns programas estaduais de biodiesel incentivam o plantio da mamona pela distribuição de sementes e outros estímulos, que minimizam o custo de produção. O Programa Biodiesel do Ceará, por exemplo, incentiva agricultores familiares a cultivar mamona com a distribuição gratuita de sementes. Pelo Programa Hora de Plantar, há assistência técnica, extensão rural e garantia de compra da produção pela Petrobras, com pagamento de R\$ 150,00 por hectare plantado, limite de três hectares e acréscimo de R\$ 0,14 ao preço por quilo da baga, elevando o preço mínimo do produto para R\$ 0,70 por quilo. O custo final para esses fins produtivos, para a maioria das oleaginosas, ainda é caracterizado por alto custo de aprendizagem, e suas produtividades refletem o baixo nível tecnológico praticado pelos agricultores familiares do Semiárido (MONTEIRO, 2007).

Nesse mesmo contexto, Santana (2010) ressalta que tais projetos buscam manter o agricultor em sua terra, trabalhando com sua família para sua própria sustentação, tirando dela o máximo possível. Porém, não têm como foco unicamente a subsistência das famílias, mas também a capacidade de o agricultor familiar ter uma produção significativa a ser comercializada para, assim, ser incluso na sociedade, tendo condições de acesso a outros produtos por meio da venda daqueles produzidos em sua terra – grãos, leite, queijos e tudo o mais que for capaz de extrair do negócio rural –, apoiado sempre pelos programas governamentais, cooperativas e associações, para que possa viver no campo mesmo diante de todas as adversidades.

Metodologia

Conforme Lima (2007), os dados em painel são bastante comuns e dizem respeito à

combinação de dados acerca de unidades econômicas distintas (empresas, famílias, regiões, países, etc.), coletados em períodos de tempo divergentes (dias, semanas, meses, anos, etc.).

Com base em Anderson e Hsiao (1982), muitos estudos surgiram e utilizaram esse instrumento metodológico, como os trabalhos de Baltagi e Griffin (1984), Maddala (1993), Ronchetti e Krishnakumar (2000), Lee (2002), Hsiao (2003), Frees (2004), Baltagi (2005) e Dalmarco (2013).

Wooldridge (2006) sinaliza que o uso desse modelo é importante para a análise de decisões governamentais, principalmente para avaliar o desempenho de programas de políticas públicas.

Segundo Gujarati (2006), os dados em painel possibilitam, ao combinar séries temporais com dados de corte transversal, “dados mais informativos, mais variabilidade e menos riscos de colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência”. Ademais, os dados em painel possibilitam detectar e mensurar, de melhor forma, os efeitos quando comparados às análises de corte transversal ou série temporal pura, e permitem estudos de modelos mais complexos.

Para Greene (2008), a estrutura básica de um modelo linear com dados em painel pode ser representada, em notação matricial, desta forma:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_{it}\alpha + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

O indivíduo e o tempo são denotados, respectivamente, pelos subscritos i e t . A matriz de variáveis explicativas que variam no decorrer do tempo e em meio às unidades de *cross section* é representada por x'_{it} . O efeito individual é simbolizado por z'_{it} , pois se relaciona individualmente com as unidades de *cross section*. O termo de erro aleatório ligado a cada unidade de painel é representado por ε_{it} .

Conforme Rocha (2012), ao contemplar o modelo econométrico com dados em painel, geralmente são utilizados dois tipos de efeitos

para captar a individualidade e a dinâmica intertemporal das variáveis estudadas: efeitos fixos (EF) e efeitos aleatórios (EA).

A abordagem de efeitos fixos leva em consideração a natureza específica de cada empresa. Gujarati (2006) sinaliza que fazer variar o intercepto para as unidades de modo individual, considerando os coeficientes angulares constantes, é uma forma de levar em consideração a individualidade de cada unidade de corte transversal.

Silva (2012) acrescenta que a premissa de que as distinções entre as unidades de *cross section* podem ser capturadas por meio do termo de intercepto, considerando-se essas distinções constantes no decorrer do tempo considerado, deve ser admitida para a formulação de modelos de efeitos fixos. A inserção de variáveis *dummies* no modelo a ser estimado é responsável por essa diferenciação do intercepto.

O modelo de efeitos fixos parte da premissa de que $\text{cov}(x_{it}, \alpha_i) \neq 0$. A simbologia α_i é considerada um parâmetro que não se conhece, estimado pela equação

$$y_i = x_i\beta + i\alpha_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

em que i é um vetor coluna cujas entradas são iguais a 1; no caso, $T \times 1$; y_i e x_i representam as T observações de modo individual nas i seções cruzadas; o vetor de erros é mostrado por meio do ε_i .

O modelo de efeitos aleatórios diverge do modelo de efeitos fixos por tomar cada α_{it} como elemento variável aleatório que representa uma população maior, isto é, α_{it} não é tratado como fixo; supõe-se que ele é uma variável aleatória que mostra um valor mediano α_{1t} , da seguinte maneira:

$$\delta 1_t = \delta 1 + \alpha_i$$

em que $\delta 1$ representa a média de heterogeneidade não observada; e o termo de heterogeneidade

aleatória específica para cada seção cruzada e sem variação ao longo do tempo é representado por α_i . Dessa forma, a simbologia é modificada para uma variável resultante de um processo aleatório.

Hausman (1978) propôs um dos instrumentos mais usados para sinalizar qual modelo considerar: o teste de Hausman. Para sua realização, faz-se necessário, inicialmente, achar os estimadores esperados pelo modelo de efeitos fixos, bem como pelo modelo de efeitos aleatórios. Silva (2012) aponta a seguinte notação:

$$H = (\hat{\beta}_{EA} - \hat{\beta}_{EF})' (\Sigma_{EF} - \Sigma_{EA})^{-1} (\hat{\beta}_{EA} - \hat{\beta}_{EF})$$

A hipótese nula desse teste denota que o modelo adequado é o modelo de efeito aleatório. A hipótese alternativa aponta que o modelo adequado é o de efeito fixo.

Modelo analítico e variáveis

Neste estudo, buscou-se identificar a existência ou não de parâmetros significativos que indicassem os impactos da produção de biodiesel na agricultura familiar em cada uma das variáveis escolhidas para este trabalho, e se os sinais dos parâmetros estão de acordo com a teoria apresentada. Para cumprir esses objetivos, foram realizadas duas regressões lineares múltiplas, nas quais as variáveis PIB municipal e emprego formal da agricultura familiar são definidas como dependentes, e as demais variáveis, como explicativas. Ademais, foram contempladas duas variáveis *dummies*. A seguir está a descrição de todas as variáveis usadas na estimação.

- LN EMP: logaritmo do número de empregos formais na agricultura.
- LNPIB: logaritmo do PIB municipal.
- LNBIO: logaritmo da produção do biodiesel com certificação.
- Dpequeno: *dummy* que indica se o município é pequeno ou grande.

- DNE: *dummy* que indica se o município é nordestino.

Como todas as regressões foram especificadas como log-log, os coeficientes relacionados às variáveis explicativas BIO e BF representam a elasticidade parcial da variável dependente em relação a essas variáveis anteriormente mencionadas. Os dados usados para análise empírica do modelo foram retirados da ANP para o período de 2006 a 2010. Os dados de emprego e PIB municipal foram obtidos do Ministério do Desenvolvimento Agrário. Os dados foram empilhados na forma de dados em painel (*unbalanced panel data*).

Resultados e discussão

Como este estudo está voltado para o efeito da produção de biodiesel na agricultura familiar, foram consideradas as empresas que possuem o SCS, tendo em vista que elas utilizam matérias-primas da agricultura familiar. A evolução do número dessas empresas, de 2006 a 2010, por região, é apresentada na Figura 2.

Em 2006 havia nove empresas contempladas com o SCS, e em 2010 esse número passou para 39. O Centro-Oeste foi a região que apresentou o maior acréscimo, seguida da região Sul. Isso ocorreu pela mudança de produto

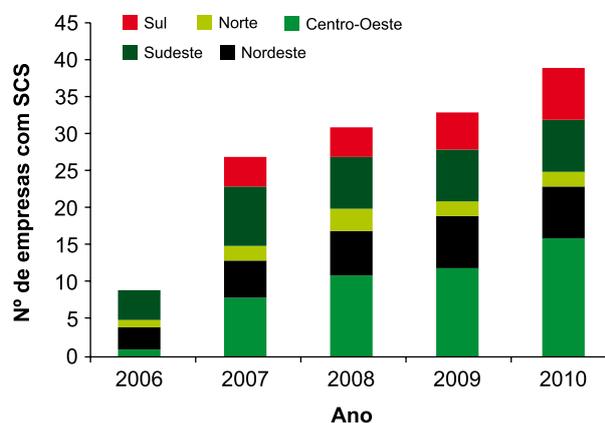


Figura 2. Número de empresas que possuem SCS, por região, em 2006–2010.

Fonte: elaborado com base nos dados de Brasil (2013b).

utilizado. A tão sonhada produção de biodiesel de mamona não evoluiu no Nordeste, e as empresas tiveram de produzir o biodiesel da soja, cuja maior produção está justamente nas regiões Centro-Oeste e Sul.

Com o crescente número de empresas associadas ao SCS, há também o avanço da evolução do número de famílias contempladas pelo PNPB. Diferentemente do esperado, em virtude da concentração das empresas no Sudeste, Centro-Oeste e Sul, e das baixas quantidades delas nas demais regiões, há um grande número de famílias alcançadas pela política governamental no Nordeste, como mostra a Figura 3.

Em 2005, houve grande impacto nas unidades familiares nordestinas que estão inseridas no modelo do PNPB. Do total de 16,33 mil famílias abrangidas, mais de 14 mil pertenciam a essa região. No período seguinte, o número de famílias cresceu 148,6% – passou a ser 40,595 mil. Nesse caso, mais de 30 mil estavam no Norte e Nordeste. Em 2007, houve redução, 36,75 mil famílias beneficiadas, tendo havido uma inversão, ou seja, a região Sul tomou a vanguarda depois de grande declínio do número de agricultores familiares contemplados pelo selo social no Nordeste. A Figura 3 mostra que em 2008 houve novamente decréscimo do número de famílias beneficiadas, ou seja, apenas 27,81 mil foram

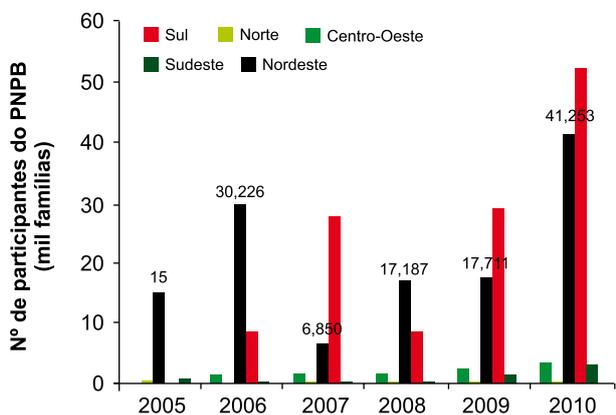


Figura 3. Evolução do número de famílias participantes do PNPB, por região, em 2005–2010.

Fonte: Brasil (2013b).

beneficiadas – houve recuperação no Nordeste e redução no Sul. Em 2009, depois de dois períodos seguidos, o número de famílias cuja produção de oleaginosas foi comprada pelas empresas cresceu principalmente no Sul, que chegou a quase 30 mil. No Nordeste, esse número não se alterou significativamente. Até então, depois da criação do PNPB e com a aplicabilidade do SCS, esse foi o ano de maior quantidade de beneficiários, 51,05 mil famílias. Por fim, em 2010 houve evolução de 96,6% nas unidades familiares beneficiadas, que totalizaram 100,4 mil. Mais uma vez as regiões Sul e Nordeste se destacaram pelo maior número de famílias participantes do PNPB.

A Figura 4 traz a distribuição das receitas provenientes de compras, pelo programa de biodiesel, da produção da agricultura familiar entre as macrorregiões brasileiras.

Em 2008, a renda alcançada com a aquisição de oleaginosas pelas empresas que possuem o SCS foi de R\$ 276,54 milhões. Em relação a esse montante, o Nordeste participou com R\$ 4,67 milhões, e o Sudeste e o Norte também contribuíram pouco; já o Centro-Oeste e o Sul foram os destaques, ambos com mais de R\$ 120 milhões. No período seguinte, o programa comprou o equivalente a R\$ 677,34 milhões,

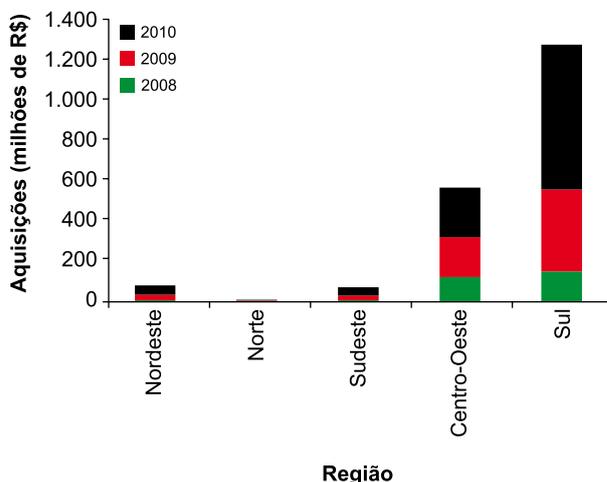


Figura 4. Evolução das aquisições totais de oleaginosas da agricultura familiar (milhões de reais), por região, em 2008–2010.

Fonte: Brasil (2013b).

aumento de 144,93% em comparação com o ano anterior. As compras no Nordeste foram de R\$ 26,68 milhões, enquanto as do Centro-Oeste e Sul continuaram superiores, principalmente no Sul, onde superaram os R\$ 400 milhões. Em 2010, a renda gerada ultrapassou R\$ 1 bilhão, o que representou aumento de 56,3%. Os agricultores familiares da região Nordeste venderam o equivalente a R\$ 46,62 milhões; já o Centro-Oeste e o Sul continuaram com sua supremacia, pois os agricultores familiares da região Sul venderam o equivalente a R\$ 700 milhões. Como se observa, houve forte concentração da renda gerada pela venda de oleaginosas para a produção de biodiesel na região Sul, contrariando a ideia inicial de concentrar a produção nas regiões Norte e Nordeste. Isso se deveu à falta de planejamento na produção das oleaginosas nessas regiões.

Análise descritiva das variáveis

Os dados trabalhados no estudo correspondem às variáveis PIB municipal, emprego formal na agricultura e biodiesel.

Inicialmente, foi realizada uma abordagem descritiva das variáveis. Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins foram contemplados no trabalho, por possuírem empresas produtoras de biodiesel com o selo social. Foram utilizadas as mesmas estatísticas para essas variáveis por estado. Salienta-se que os dados referentes aos estados foram representados pelos municípios onde há a presença de empresas produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP, como mencionado anteriormente.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva das variáveis. A amostra engloba municípios com PIB anual de pouco mais de R\$ 30 mil até municípios com PIB anual de R\$ 180 milhões. A variável emprego formal na agricultura varia de 20 até 3.251 trabalhadores.

Já a variável produção municipal de biodiesel foi de 0 até 1,49 milhão de barris. Na

Tabela 1, ressalta-se que 50,34% dos municípios são pequenos, e 13,79% são da região Nordeste.

A produção média anual de biodiesel, em barris, foi de 175.594,8. Verificou-se que em alguns municípios não houve produção em determinados anos, daí os dados estarem na forma de painel desbalanceado. A produção de biodiesel foi representada pela produção em barris, e houve variação de 0 a 1.494.053. Apenas Rio Grande do Sul e Goiás apresentaram produções acima da média.

A média do produto interno bruto foi de R\$ 2.726.616,00. O valor mínimo do PIB municipal foi de R\$ 30.170,00; já o valor máximo foi de R\$ 180.000.000,00, sendo evidenciada grande dispersão entre as Unidades da Federação. Dessa forma, o estado que apresentou a maior média em relação ao PIB foi o Pará, com aproximadamente R\$ 152.000.000. Minas Gerais aparece com a menor média, R\$ 322.911,00. O Mato Grosso mostrou-se com o menor PIB nesse período. Os municípios de São Paulo mostraram-se com maior heterogeneidade, dado o maior valor do desvio padrão. O Mato Grosso apresentou o maior coeficiente de variação, aproximadamente 1,7 – tal variação pode ser explicada pelo fato de o estado possuir a maior quantidade de empresas no período considerado. Em contrapartida, o Rio de Janeiro não apresentou variação porque possuía uma única empresa.

Com relação aos empregos formais na agricultura familiar, os municípios cearenses apresentaram a maior média, e o Rio de Janeiro apresentou a menor.

Resultados das estimações

Para estimação adequada da influência da produção de biodiesel na agricultura familiar, foram calculados os coeficientes por meio do modelo de regressão de efeitos fixos. O ponto favorável desse modelo é criar a possibilidade de verificar como se comportam as variáveis explicativas, tendo em vista a variância das variáveis que se mantêm constantes no decorrer do período (raça, sexo e religião, por exemplo)

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis.

Variável	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.	C.V.
PIB	2.726.616	4.097.404	30.170	180.000.000	1,5027
Empformagri	950,42	901,684	20	3.251	0,9487
Biodiesel	175.594,80	285.537,1	0	1.494.053	1,6261
Dpequeno	0,5034	0,5017	0	1	0,9965
DNE	0,1379	0,3460	0	1	2,5086

e das demais variáveis não observáveis, que, de certa forma, podem influenciar a relação entre a variável dependente e as variáveis explicativas.

Foram definidos dois grupos de estimações. No primeiro, a variável dependente é o logaritmo do PIB municipal; no segundo, é o logaritmo do emprego formal na agricultura familiar. Em cada caso, foram estimados quatro modelos de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, em que foram acrescentadas a variável *dummy* geográfica e a variável de tamanho isoladamente, e finalmente estimou-se o modelo com todas as variáveis explicativas⁵.

A análise do impacto da produção do biodiesel na agricultura familiar desmembrou-se em duas partes, levando-se em conta o efeito da produção de biodiesel e do Programa Bolsa Família no PIB municipal das empresas produtoras de biodiesel que possuem o SCS, e o efeito da produção de biodiesel sobre o emprego formal na agricultura familiar. Os resultados são expostos na sequência.

Primeiramente, considerou-se o PIB como variável dependente. Aplicou-se o teste de Hausman em cada modelo e constatou-se que ele rejeita a hipótese nula, ou seja, o modelo de efeitos fixos despontou como mais adequado para as regressões. Utilizaram-se 112 observações em cada modelo.

O coeficiente de determinação (R^2) para as quatro regressões variou de 0,57 a 0,87, o que demonstra a existência de outros fatores

que explicam a variação do PIB nos municípios selecionados, a qual também é explicada pela produção de biodiesel, pelo Programa Bolsa Família e pelo fato de esses municípios possuírem PIB abaixo da mediana e estarem localizados no Nordeste.

Na Tabela 2 são apresentados os modelos estimados de acordo com a equação 2. Aqui se pretende mensurar os determinantes do crescimento do PIB municipal nos municípios onde há produção de biodiesel. O modelo 1 refere-se ao modelo com efeito fixo, tendo como variável explicativa o logaritmo da produção de biodiesel. No modelo 2 é acrescentada a *dummy* de tamanho. No modelo 3 é acrescentada a *dummy* geográfica, e, finalmente, no modelo 4 tem-se todas as variáveis explicativas.

O teste de Hausman indicou que o modelo de efeito fixo é o mais adequado; ou seja, há fatores inerentes aos municípios, invariantes no tempo, que afetam o PIB municipal. Dessa forma, o foco será nos modelos de efeitos fixos.

Todos os coeficientes, nos quatro modelos, são significantes a 1% e apresentam os sinais esperados. Como a forma funcional dos modelos é log-log, os coeficientes das variáveis explicativas medem as elasticidades parciais delas no PIB municipal. No modelo 1, sem as *dummies*, um aumento de 10% na produção municipal de biodiesel eleva o PIB municipal em 1,11%. O modelo explica 41% da variação

⁵ Para não sobrecarregar as Tabelas e confundir o leitor, são apresentadas apenas as estimações dos modelos de efeito fixo adequadamente escolhidos pelo teste de Hausman.

do PIB municipal, conforme o grau de ajuste do modelo validado pelo teste F.

No modelo 2, no qual é incluída a variável *dummy* de tamanho, um aumento de 10% na produção anual de biodiesel eleva o PIB municipal em apenas 0,46%. Esses resultados indicam que o efeito relativo da produção de biodiesel diminui quando se controla o tamanho dos municípios. Municípios pequenos têm, em média, PIB aproximadamente 252% menor que o PIB médio dos maiores municípios. Nesse caso, o modelo explica 79% da variação do PIB municipal.

No modelo 3, acrescenta-se, em relação ao primeiro modelo, a *dummy* geográfica. Aqui, como no modelo 2, os efeitos do programa de produção de biodiesel diminuem. Isto é, um aumento de 10% na produção de biodiesel eleva o PIB municipal em 0,4%. Há outros fatores que fazem com que o PIB dos municípios nordestinos sejam aproximadamente 15% menores que os das outras regiões. Esse modelo explica 78% da variação do PIB municipal.

Finalmente, tem-se o modelo 4, com todas as variáveis explicativas. Nesse caso, um aumento de 10% na produção do biodiesel eleva em aproximadamente 0,45% o PIB municipal. A média do PIB dos municípios menores é aproximadamente 252% menor que a média dos maiores municípios, enquanto a média do PIB dos municípios nordestinos é aproximadamente 16% menor que a média do PIB dos municípios das demais macrorregiões. Esse modelo explica 81% da variação do PIB municipal.

A Tabela 3 traz as estimações dos modelos de efeito fixo, em que a variável dependente é o logaritmo do emprego formal na agricultura. Inicialmente, estimou-se o modelo com a variável explicativa logaritmo da produção de biodiesel – modelo 1. Em seguida, acrescentou-se a variável *dummy* de tamanho – modelo 2. Depois se acrescentou a *dummy* geográfica, no modelo 3, e, finalmente, no modelo 4 tem-se o modelo completo. Aqui se tem, também, a forma funcional log-log, o que faz dos coeficientes das

Tabela 2. Efeito da produção de biodiesel no PIB dos municípios.

	Variável dependente LNPIB			
	1	2	3	4
Constante	12,6945* (0,7053)	15,2565* (0,5268)	12,8119* (0,6568)	15,2615* (0,5137)
LNPIO	0,11130* (0,058)	0,0213 (0,026)	0,0396* (0,0032)	0,0455* (0,0243)
Dpequeno		-2,5202* (0,1894)		-2,5217* (0,1887)
DNE			-0,159* (0,0044)	-0,1507* (0,0172)
	F(1,106) = 6,46 (0,040)	F(2,105) = 100,85 (0)	F(2,105) = 70,00 (0)	F(3,104) = 67,73 (0)
N	112	112	112	112
R ²	0,41	0,79	0,78	0,81

Nota: desvio padrão entre parêntesis.

*: significante a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Efeito de políticas sociais no emprego formal na agricultura.

Variável dependente LN EMP				
	EF	EF	EF	EF
Constante	6,1255*	7,2117*	6,0691**	7,1070*
	(0,8688)	(1,0135)	(0,6698)	(0,5357)
LN BIO	0,0134	-0,0252	0,0434***	0,0441**
	(0,0518)	(0,0514)	(0,0381)	(0,0139)
Dpequeno		-1,1291*		-1,0778*
		(0,2439)		(0,2094)
DNE			-1,66327*	-1,6193*
			(0,2696)	(0,2768)
	F(1,106) = 7,81	F(2,105) = 10,59	F(2,105) = 40,84	F(3,104) = 21,93
	(0)	(0)	(0)	(0)
N	112	112	112	112
R ²	0,10	0,19	0,40	0,43

*, ** e ***: significante a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

variáveis explicativas as elasticidades parciais do emprego formal na agricultura.

No modelo 1, o coeficiente da variável LN BIO não é significativo. Nesse caso, o resultado aponta que a produção de biodiesel não tem efeito no número de empregados formais na agricultura desses municípios.

No modelo 2, novamente o coeficiente da variável LN BIO não é significativo. Os demais são significantes a 1%. Contudo, tem-se um efeito negativo do emprego formal na agricultura caso o município seja pequeno. O emprego formal na agricultura é, na média, aproximadamente 112% menor nos menores municípios.

No terceiro modelo, o coeficiente da variável LN BIO passa a ser significativo a 10%, enquanto os demais são significantes a 1%; ou seja, quando se acrescenta a *dummy* geográfica, tem-se um efeito positivo da produção de biodiesel no emprego formal na agricultura. Dito de outra forma, um acréscimo de 10% na produção de biodiesel eleva o número de trabalhadores formais na agricultura em 0,4%. O fato de o município produtor de biodiesel localizar-se no

Nordeste reduz em aproximadamente 166% o número de trabalhadores formais na agricultura. Esse resultado pode ser explicado em parte pela precariedade do mercado de trabalho no Nordeste ou pela maior participação de emprego familiar nessa atividade em relação às demais regiões. A inclusão da *dummy* geográfica eleva substancialmente o grau de ajuste do modelo, isto é, esse modelo explica 40% da variação da variável dependente.

Finalmente, o modelo 4 traz todas as variáveis. Nesse caso, o coeficiente da variável LN BIO é significativo a 5%, e os demais coeficientes são significantes a 1%. No modelo completo, uma elevação de 10% na produção do biodiesel eleva em 0,44% o número de trabalhadores formais empregados na agricultura. O fato de o município ser pequeno reduz em aproximadamente 100,7% o emprego formal na agricultura, enquanto o fato de estar localizado no Nordeste reduz em aproximadamente 161% esse emprego. O modelo explica 43% da variação do emprego formal.

Conclusão

Em virtude do agravamento dos efeitos da poluição do meio ambiente, sobretudo da emissão de gases poluentes pelo uso de combustíveis fósseis, o Brasil implantou a política de produção do biodiesel para ser misturado ao diesel derivado do petróleo. A produção anual de biodiesel no Brasil cresceu de forma exponencial de 2005 a 2012, tendo passado de menos de 500 mil barris para mais de 17 milhões de barris. Contudo, o número de agricultores familiares incorporados ao programa, além da renda gerada por eles, apresenta disparidade regional. Embora o programa tivesse como foco principal os agricultores familiares das regiões Norte e Nordeste, com o passar dos anos não ocorreu exatamente o previsto.

A região com maior parcela de agricultores familiares beneficiados pelo programa de biodiesel é o Centro-Oeste, seguido do Nordeste. Já a receita da venda de oleaginosas para o programa está fortemente concentrada nas regiões Sul e Centro-Oeste, com mais de 70% do total. Provavelmente em virtude da falta de planejamento da produção de oleaginosas, principalmente no Nordeste, voltada para a produção de biodiesel, as empresas que receberam incentivos por meio do Selo de Biodiesel Social não conseguiram atender às metas exigidas e, para não perderem os benefícios, deslocaram-se para outras regiões, notadamente o Sul e Centro-Oeste. Houve também mudança da matéria-prima utilizada, isto é, inicialmente o programa deveria incentivar a produção de mamona, principalmente no Nordeste. Por falta de matéria-prima, as empresas passaram a utilizar a soja; daí, algumas migraram justamente para as regiões mais produtoras, ou seja, Sul e Centro-Oeste.

Os resultados das estimações apontam para um efeito robusto do programa de biodiesel no PIB dos municípios contemplados. Contudo, a magnitude desse efeito varia quando se controlam o tamanho dos municípios e sua localização. Dito de outra forma, uma elevação de 10% na produção de biodiesel aumenta o PIB municipal em cerca de 0,4% quando se acrescenta a

dummy para os municípios nordestinos, enquanto esse efeito é de 11,0% quando o controle é retirado. Os municípios nordestinos apresentam, em média, PIB menor que o dos municípios das demais regiões.

O impacto do aumento da produção do biodiesel no emprego formal na agricultura não é tão robusto, isto é, apenas nos modelos com a inclusão da *dummy* geográfica e de porte dos municípios houve efeito significativo e positivo de pequena magnitude. Com a elevação de 10% na produção do biodiesel, haveria um aumento de cerca de 0,4% no emprego formal na agricultura. Nos menores municípios, há em média menos trabalhadores com emprego formal na agricultura, bem como nos municípios nordestinos.

Dessa forma, os resultados sugerem que o programa de biodiesel, apesar de ter apresentado forte crescimento no período analisado, não conseguiu atingir um dos objetivos iniciais, de fortalecer a economia dos menores municípios nordestinos, onde se concentra maior parcela de agricultores familiares. Ao contrário, os maiores efeitos estão ocorrendo na economia dos municípios das demais regiões, notadamente do Sul e Centro-Oeste.

Referências

- ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados do biodiesel:** parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. São Paulo: USP, 2007. Relatório de pesquisa.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Dados estatísticos.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=548>>. Acesso em: 26 maio 2013.
- AMORIM, P. Q. R. de. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da Teoria dos Custos de Transação.** 2005. 94 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Departamento de Economia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ANDERSON, T. W.; HSIAO, C. Formulation and estimation of dynamic models using panel data. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 47-82, Jan. 1982.

- BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. 320 p.
- BALTAGI, B. H.; GRIFFIN, J. M. Short and long run effects in pooled models. **International Economic Review**, Philadelphia, v. 25, n. 3, p. 631-645, 1984.
- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Oleaginosas e seus óleos: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 28 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 201).
- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Oleaginosas potenciais do Nordeste para a produção de biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 177).
- BENEVIDES, M. de S. L. **Estudo sobre a produção de biodiesel a partir das oleaginosas e análise de modelos cinéticos do processo de transesterificação via catálise homogênea**. 2011. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos.
- BOCCARDO, R. C. **Panorama atual do biodiesel**. 2004. 82 f. Monografia (Especialista em Motores e Combustíveis) - Departamento do Programa Brasileiro de Formação em Motores e Combustíveis, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Contribuição da “Nova Sudene” para o Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional: Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2003a. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para a Reconstrução da Nova Sudene.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia**. 2003b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/Publicacoes.html>>. Acesso em: 5 de jun. 2013.
- BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Agrário**. 2007. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acesso em: 27 maio 2013.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Balanco Selo Combustível Social**. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/biodisel/Balan%C3%A7o_Selo_Combust%C3%ADvel_Social.pdf>. Acesso em: 25 maio 2013a.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Empresas com Selo Combustível Social**. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/file?file_id=9166966&show_all_versions_p=f%20%3E>. Acesso em: 25 maio 2013b.
- CAMPOS, I. Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil. **Revista Eco 21**, Rio de Janeiro, ano 13, edição 80, jul. 2003.
- CARGNIN, A. Oleaginosas potenciais para produção de biodiesel: necessidade de cultivares melhoradas. **Agrosoft Brasil**, 2007. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/26295.htm>>. Acesso em: 5 jun. 2013.
- CARMÉLIO, E. de C. **Produção e utilização de biodiesel em pequena escala**. [S.l.: s.n.], 2008. Oficina Regional Para America Latina Y El Caribe – RLC.
- DALMARCO, L. S. **Impacto dos fatores climáticos nas vendas do varejo no brasil: uma abordagem com dados de painel com efeito fixo**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Macroeconomia Financeira) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo.
- FREES, E. W. **Longitudinal and panel data: analysis and applications in the social sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 467 p.
- GARCIA, J. R. **O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel Brasileiro e a agricultura familiar na região Nordeste**. 2007. 200 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2008.
- GUJARATI, D. **Econometria Básica**. Tradução Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. Tradução de: Basic econometrics, 4th ed.
- HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1251-1271, Nov. 1978.
- HIRAKURI, M. H. ; LAZZAROTTO, J. J. ; AVILA, M. T. de . Avaliação da relação entre soja e produção de biodiesel. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Tecnologias, desenvolvimento e integração social: anais**. Campo Grande, MS: SOBER, 2010. 18 p.
- HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 366 p. (Econometric Society Monographs, 34).
- KAERCHER, A. L. N.; AMORIM PIZZANI, M.; SANTOS FILHO, H. dos. Programa Nacional da produção de biodiesel x cooperativas: um estudo de caso da cooperativa de produtores da agricultura familiar - COOPAF. **Diálogos & Ciências**, Feira de Santana, ano 8, n. 24, p. 1-15, dez. 2010.

- LEE, M. J. **Panel data econometrics: methods-of-moments and limited dependent variables.** San Diego: Academic Press, 2002.
- LIMA, G. A. S. F. de. **Utilização da teoria da divulgação para avaliação da relação do nível de disclosure com o custo da dívida das empresas brasileiras.** 2007. 108 f. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social.** Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2004. 35 p. (Estudo). Consultoria Legislativa - Área XII - Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos.
- MADDALA, G. S. **The econometrics for panel data.** Brookfield: Elgar, 1993.
- MARTINS, R.; FAVARETO, A. Biodiesel de pinhão-manso? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Tecnologias, desenvolvimento e integração social:** anais. Campo Grande, MS: SOBER, 2010. 16 p.
- MATTEI, L. F. **Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel no Brasil (PNPB): trajetória, situação e desafios.** Florianópolis, 2007, 12 p. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/79.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2013.
- MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007. 302 p.
- PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Fortaleza: Tecbio, 2003. 68 p.
- PLAZA, C. de A.; SANTOS, N. dos; SANTOS, M. de O. O Brasil no âmbito das energias renováveis: biocombustíveis e suas celeumas socioambientais. **Prismas: Direito, Políticas Públicas e Mundialização**, Brasília, DF, v. 6, n. 2, p. 305-328, jul./dez. 2009.
- RONCHETTI, E.; KRISHNAKUMAR, J. (Ed.). **Panel data econometrics: future directions: papers in honour of professor Pietro Balestra.** Amsterdam: Elsevier, 2000. 332 p.
- SANTANA, O. V. de. A agricultura familiar e a produção de biodiesel: potencialidades e limitações. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão Social e Energia:** anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 311-315.
- SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 25-45, jan./jun. 2010.
- SILVA, N. G. A.; LINO, A. de. Mamona e biodiesel: oportunidade para o semi-árido. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco, AC. **Anais...** Rio Branco, AC: SOBER, 2008.
- SILVA, S. P. **Políticas públicas, agricultura familiar e desenvolvimento territorial:** uma análise dos impactos socioeconômicos do PRONAF no Território Médio Jequitinhonha - MG. Brasília, DF: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, 1693).
- SOUZA, J. D. F. ; PAULILLO, L. F. O. E. . O biodiesel brasileiro: matérias-primas, agroindústrias e a agricultura familiar. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Tecnologias, desenvolvimento e integração social:** anais. Campo Grande, MS: SOBER, 2010. 17 p.
- TRENTINI, F.; SAES, M. Avaliação da sustentabilidade do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: análise comparativa polo Quixadá (CE) x polo Central (RS). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Tecnologias, desenvolvimento e integração social:** anais. Campo Grande, MS: SOBER, 2010. 21 p.
- WALTON, J. The Fuel Possibilities of Vegetable Oils. **Gas and Oil Power**, London, v. 33, p. 167-168, July 1938.
- WOOLDRIDGE, J. **Introdução à econometria:** uma abordagem moderna. São Paulo: Pioneira, 2006.