

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA MAMONA – IMPACTOS NA ÁREA CULTIVADA COM CULTURAS DE SUBSISTÊNCIA NO BR

FELIPE ALVES REIS; MARIA IVONEIDE VITAL RODRIGUES; PATRÍCIA VERONICA PINHEIRO SALES LIMA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA, FORTALEZA, CE, BRASIL.

pvpslima@gmail.com

APRESENTAÇÃO ORAL

SISTEMAS AGROALIMENTARES E CADEIAS AGROINDUSTRIAIS

Produção de biodiesel a partir da mamona – Impactos na área cultivada com culturas de subsistência no Brasil

Grupo de Pesquisa: Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais

Resumo

A mamona vem despontando como uma promissora fonte de combustível, tendo em vista a crise do petróleo e a necessidade urgente de se buscar alternativas substitutas e compatíveis. Assim, esse artigo propôs - se a analisar se está ocorrendo alguma mudança na estrutura produtiva do campo decorrente da proposta de implantação de uma nova matriz energética através de biocombustíveis provenientes de vegetais que produzem frutos ou sementes oleaginosas, no caso a mamona. Pretendeu-se analisar se está ocorrendo uma substituição de solos cultiváveis destinados à produção de culturas de subsistência. Para a produção de mamona. A escolha da mamona deveu-se ao fato de ser o vegetal que protagonizou a produção de biocombustíveis a partir de plantas oleaginosas no Brasil. Utilizou-se a metodologia *shift-share* que permitiu mensurar os efeitos de modificações da cultura da mamona sobre o comportamento das outras culturas de subsistências selecionadas (milho, feijão, arroz e mandioca), buscou-se verificar a importância relativa do cultivo da mamona sobre a área, rendimento e preço. Os estados brasileiros selecionados para análise foram os estados produtores de mamona no período compreendido entre 1996 a 2005. Os resultados indicam que as culturas de subsistência tiveram comportamento semelhante para os diversos efeitos analisados e, comparando-se com os efeitos da mamona, apesar do seu efeito área sofrer retração, a mamona apresentou elevações substanciais no rendimento, preço e localização geográfica incentivando, assim, os agricultores ao plantio dessa cultura. Com relação à análise estadual, percebeu-se que

todos os estados apresentaram efeito-substituição negativo, ou seja, cederam área para o cultivo da mamona. Esses resultados indicaram que, ao elaborar programas que incentivem a produção de culturas comerciais, deve-se fazer um estudo minucioso sobre a área disponível e a capacidade suporte de cada região para que não haja o esgotamento dos solos férteis destinados à produção de culturas de subsistência.

Palavras-chaves: Biocombustíveis, modelo *shift-share*, desenvolvimento agrícola.

Abstract

In view of the crisis of the oil and the urgent necessity of if searching substitute and compatible alternatives to this fuel, this article is considered to analyze it if, with the implantation of a new energy matrix through biocombustíveis proceeding from vegetables that produce fruits or oleaginosas seeds, it is using cultivating ground destined to the production of subsistence cultures. Initially, an analysis of the oleaginosas and its application to the diverse existing climates in Brazil became. After, the culture of mamona was selected had its compatibility with the Brazilian climate, beyond, of being the vegetable that carried out the production of biocombustíveis from oleaginosas plants in

Brazil. Using the methodology *shift-share* or differential-structural model that allows to mensurar the effect of modifications of the culture of mamona on the behavior of the other cultures of selected subsistences (maize, beans, rice and cassava), searched to verify the relative importance of the culture of mamona on the area, income and price. The selected Brazilian states for analysis had been the producing states of mamona in the understood period enter 1996 the 2005. The results indicate that the individual analysis allowed to observe that the subsistence cultures had had similar behavior for diverse analyzed effect e, comparing itself with the effect of mamona, although its effect area to suffer retraction, mamona presented substantial rises in the income, price and geographic localization stimulating, thus, the agriculturists to the plantation of this culture. With regard to the state analysis, it was perceived that all the states had presented negative effect-substitution, that is, had yielded area for the culture of mamona or, possibly, for other cultures not analyzed in the research. These results had indicated that, when elaborating programs that stimulate the production of commercial cultures, a minute study must be made on ground and its capacity has supported of each region so that does not have the exhaustion of fertile ground destined to the production of subsistence cultures.

Key Words: Vegetal fuel, model *shift-share*, agricultural development.

1. Introdução

Desde 1980, Índia, China e Brasil são os três principais países produtores em área e produção de mamona em baga. Em 2001, foram responsáveis por 89% da área e 94% da produção mundial. A Alemanha e Tailândia são os principais países importadores, tendo sido responsáveis, em 2000, por 91% das importações mundiais de mamona em baga (FAO, 2002).

Em termos de óleo de mamona os três maiores produtores mundiais são a Índia, a China e o Brasil com uma participação, em 2001, de 92% da produção mundial. Os

três maiores importadores mundiais são a França, os Estados Unidos e a China. O Brasil aparece como segundo maior exportador mundial, mas a uma grande distância da Índia que, em 2001, participou com 85% das exportações mundiais. Atualmente, a Bahia é o maior produtor de mamona do Brasil, seguido do Ceará e Minas Gerais, estes estados foram responsáveis por 132.324 toneladas, 7.358 toneladas e 5.826 toneladas, respectivamente, da produção nacional no ano de 2005 (IBGE, 2005).

Na década de 1970, o Brasil foi o maior produtor de mamona e o maior exportador de seu óleo. Desde então, a produção nacional entrou em decadência e esta perda de competitividade no mercado mundial tem sido relacionada à incapacidade do agricultor brasileiro de fazer uso de melhores recursos tecnológicos na cadeia produtiva, aos problemas no transporte dos insumos para a área de plantio (como das sementes para a planta de esmagamento), entre outros (Globo rural, 2005).

A Tabela 1 mostra uma série histórica da produtividade da mamona no Brasil.

Tabela 1: Série histórica da produtividade da mamona no Brasil (1996 a 2005).

| Brasil e Região Geográfica | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Brasil | 41.346 | 97.445 | 16.683 | 33.357 | 116.017 | 99.950 | 75.961 | 83.682 | 138.745 | 168.802 |
| Norte | - | - | 36 | 45 | - | - | - | - | - | - |
| Nordeste | 39.508 | 93.775 | 13.145 | 28.108 | 90.886 | 73.368 | 67.016 | 75.669 | 126.662 | 154.018 |
| Sudeste | 1.444 | 1.176 | 998 | 2.892 | 13.351 | 6.709 | 2.731 | 2.331 | 2.530 | 8.935 |
| Sul | 86 | 34 | 19 | 64 | 992 | 1.105 | 399 | 454 | 1.049 | 1.127 |
| Centro-Oeste | 308 | 2.460 | 2.485 | 2.248 | 10.788 | 18.768 | 5.815 | 5.228 | 8.504 | 4.722 |

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007).

A produção de mamona é realizada no âmbito da agricultura familiar, com muita dificuldade, pois o pouco investimento em tecnologia e a baixa produtividade ocasionam perda de lavouras devido a doenças e pragas. Um dos principais fatores para a produção de mamona no Nordeste brasileiro é que a mamoneira é uma planta resistente à seca e exigente em calor e luminosidade. Durante a fase vegetativa a planta necessita de água e, na maturação dos frutos, um clima seco. A mamoneira requer poucos adubos porque, segundo Amorim Neto *et al.* (2001), desenvolve-se e produz bem em qualquer tipo de solo, com exceção do solo argiloso, logo o semi-árido nordestino se enquadra muito bem neste perfil.

Algumas tentativas vêm sendo realizadas com o intuito de recuperar o agronegócio da mamona e torná-la uma melhor fonte de renda para o pequeno produtor. Uma destas tentativas ocorreu em 1999 na Bahia, com o Protocolo da Mamona (SEAGRI, 1999), quando o Estado colheu 85% da produção brasileira de mamona em baga. No Ceará, Segundo Barboza Filho *et al.* (2006), o programa de desenvolvimento do Agronegócio de Agricultura do Sequeiro visa estimular e desenvolver cultivos sustentáveis no semi-árido do Ceará e tem proporcionado uma elevação do desenvolvimento da cultura da mamona no Estado, que passou de 1.937 hectares em 2003 para 10.397 em 2006, com

créscimento de 464,63% de área plantada no período. A produção que era de 1.638 toneladas em 2003 passou para 12.936 em 2006, com incremento de 689,64% no período.

Diante do notório estímulo que vem sendo dado à produção da mamona com vistas especialmente à produção de biocombustível e por ser esta uma cultura explorada principalmente pela agricultura familiar, conforme já ressaltado, questiona-se até que ponto não haverá um prejuízo para as culturas de subsistência. Assim, este estudo tem como principal objetivo analisar se está ocorrendo uma substituição de solos cultiváveis destinados à produção de culturas de subsistência pela cultura da mamona.

2. A crise do petróleo

Até a década de 1970, o petróleo era a base energética para todas as atividades econômicas. Segundo Aranha (2006), não seria possível imaginar o funcionamento das grandes metrópoles sem esse combustível, pois, a economia poderia entrar em colapso.

Em 1973, desencadeou a primeira crise mundial desse combustível tão essencial à vida. A partir de então, a comunidade científica começou a pensar em uma nova alternativa para a base energética mundial ocorrendo o auge desse pensamento após a promulgação do Protocolo de Kioto em que vários países signatários sentiram a necessidade de desenvolver tecnologias de energia limpa.

Conforme Sachs (2005), a busca dessa nova base energética é explicada pela conjunção de três fatores:

- O pico da produção mundial vai acontecer dentro de dez a vinte anos;
- Os altos custos que os Estados Unidos e seus aliados terão para manutenção das linhas de abastecimento a partir do Médio Oriente;
- O sério problema ambiental na emissão de gases de efeito estufa que esses combustíveis proporcionam.

Percebe-se, então, que os problemas advindos da crise petrolífera não são apenas econômicos, mas, também, ambientais e sociais.

Diante do exposto, uma das alternativas encontradas tem sido a utilização de biocombustíveis¹. Aranha (2006) relata que esses biocombustíveis serão uma solução que poderá mitigar o efeito poluidor dos derivados de petróleo, pois,

- Sua queima não provoca a emissão de óxidos de enxofre, um dos principais poluentes do ar;
- Seu ciclo é fechado, ou seja, apesar de emitirem gases-estufa, quando nova safra é plantada, o gás é reabsorvido da atmosfera pelas plantas que o utilizam para fazer fotossíntese.

Porém, diante desses benefícios, Sachs (2005) demonstra uma preocupação ao investir em biocombustíveis de maneira a substituir parcial ou totalmente a civilização do

¹ São fontes de energias renováveis, derivados de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, plantas oleaginosas, biomassa florestal e outras fontes de matéria orgânica; podem ser usados tanto isoladamente, como adicionados aos combustíveis convencionais. Exemplos de biocombustíveis: etanol, biodiesel, metanol e outros (Abranches, 2006).

petróleo, então, propõe que, antes de haver um alto investimento, é necessário analisar as seguintes questões:

- Saber o quanto de solos cultiváveis serão dispostos à plantação das oleaginosas para não faltar solos cultiváveis para produzir os alimentos para a humanidade;
- Solucionar o problema do desenvolvimento rural e a questão de emprego e de trabalho decente para essa população.

Buscar soluções viáveis para essas questões torna-se fundamental para se estabelecer a sustentabilidade da implantação da nova matriz energética e, conseqüentemente, garantir a redução da dependência econômica do petróleo e dos sérios problemas ambientais ocasionados pela queima desses combustíveis fósseis.

3. Surgimento de uma nova matriz energética

Com a crise petrolífera, os países em desenvolvimento foram fortemente afetados tornando-se, praticamente, os pioneiros na busca de novas fontes de energia. No Brasil, segundo Paraizo *et al* (2005), a saída para essa crise surgiu em 1975 com o lançamento do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL). Porém, Aranha (2006) relata que, ao final da década de 1980, com o corte de subsídios governamentais para a indústria sucroalcooleira e com a queda de preços do petróleo, o preço do álcool tornou-se muito baixo, conseqüentemente, houve a primeira crise nessa nova matriz energética.

Assim, surgem novos investimentos para a obtenção dos biocombustíveis. Dessa vez, os cientistas buscam nas sementes oleaginosas (soja, mamona, girassol, dendê, algodão e outras) a matéria-prima para o surgimento de uma nova matriz energética. Em 2005, segundo o Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira era assim composta (Tabela 2):

Tabela 2: Matriz energética brasileira, 2005.

| Fonte Energética | % |
|----------------------------|------|
| Derivados do petróleo | 38,4 |
| Hidroeletricidade | 15,0 |
| Cana-de-açúcar | 13,9 |
| Madeira e outras biomassas | 13,1 |
| Gás natural | 9,3 |
| Carvão mineral | 6,4 |
| Urânio | 1,2 |
| Outras fontes renováveis | 2,7 |

Fonte: Ministério das Minas e Energia, 2005.

Percebe-se, ainda, a predominância do petróleo na base da economia brasileira. Então, na tentativa de minimizar essa dependência, o governo brasileiro, a partir de 2002, reiniciou os estudos sobre um novo biocombustível – o biodiesel².

Atualmente, o Brasil se destaca na produção de biocombustíveis e, segundo Sachs (2005), esse destaque é devido a alguns fatores que se tornaram predominantes no cultivo da cana-de-açúcar e de oleaginosas:

- Climas favoráveis;
- Dotação de recursos hídricos;
- Existência de pesquisas agrônômicas e biológicas nessas culturas;
- Capacidade de produção de equipamentos para a produção de etanol e para a produção de biodiesel.

Para Bilich & DaSilva (2006), o Brasil se destaca pela sua grande diversidade e produtividade de grãos que podem ser utilizados na fabricação de óleos vegetais, apresentando, nesse sentido, uma grande abertura para uma nova alternativa energética. Parente (2003) acrescenta à vocação brasileira aos biocombustíveis as diversidades sociais, econômicas e ambientais que podem gerar distintas motivações regionais para a produção e consumo desses combustíveis.

4. As oleaginosas

As oleaginosas são plantas que possuem óleos e gorduras que podem ser extraídos através de processos adequados. Os óleos extraídos são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), que na temperatura de 20°C exibem aspecto líquido. As gorduras distinguem-se dos óleos por apresentar um aspecto sólido à temperatura de 20°C. As oleaginosas constituem um dos grandes grupos de cultivo de maior produção, investigação, experimentação e comercialização mundial: precisamente por serem plantas úteis, cujas

sementes, grãos e frutos tem uma alta porcentagem de ácidos graxos e proteínas de alta qualidade.

Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil das quais se pode produzir o biodiesel, entre elas a mamona, dendê, girassol, babaçu, soja e algodão. A soja é a mais importante oleaginosa no mundo, cujos teores de óleo e proteína nos grãos podem chegar a, aproximadamente, 20% e 40%, respectivamente (Roessing & Guedes, 1993). A safra brasileira de 2006/07 será a maior da história do País, a produção é estimada em 54,717 milhões de toneladas, com crescimento de 2,4% na comparação à safra passada, quando a produção foi de 53,4 milhões de toneladas (Estadão – Agronegócios, 08/12/2006).

A Tabela 3 retrata as principais características de alguns vegetais com potencial para a produção do biodiesel:

² É um combustível renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (Paraizo, 2005).

Tabela 3: Características de alguns vegetais com potencial para produção de biodiesel, 2005.

| Espécie | Origem do óleo | Conteúdo de óleo (%) | Meses de colheita | Rendimento em óleo (t/ha) |
|---------------------------------------|----------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| Dendê (<i>Elaeis guineensis</i> N.) | Amêndoa | 26 | 12 | 3,0-6,0 |
| Babaçu (<i>Attalea speciosa</i> M.) | Amêndoa | 66 | 12 | 0,4-0,8 |
| Girassol (<i>Helianthus annuus</i>) | Grão | 38-48 | 3 | 0,5-1,5 |
| Mamona (<i>Ricinus communis</i>) | Grão | 43-45 | 3 | 0,5-1,0 |
| Amendoim (<i>Arachis hipogaea</i>) | Grão | 40-50 | 3 | 0,6-0,8 |
| Soja (<i>Glycine Max</i>) | Grão | 17 | 3 | 0,2-0,6 |

Fonte: Cadernos Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (Cadernos NAE), 2005.

Parente (2003) identifica cada região brasileira com suas motivações e matérias-primas utilizadas para a produção de biocombustível conforme se verifica no Quadro 1.

Quadro 1: Regiões brasileiras, principais motivações e matérias-primas para a produção de biocombustíveis.

| Regiões | Principais motivações | Matérias-primas |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Amazônia | <ul style="list-style-type: none"> Ilhas energéticas: pequenas produções que conferem auto-suficiência local; A maior parte da energia utilizada nesta região provém do óleo diesel. | Palma, soja e oleaginosas características da região. |
| Pré-Amazônia | <ul style="list-style-type: none"> Aproveitamento de todos os constituintes do coco de babaçu; Alta produtividade de óleo a partir do coco. | Babaçu, amendoim, mamona, girassol e outras oleaginosas da região. |
| Nordeste | <ul style="list-style-type: none"> Fator de ocupação e geração de renda, podendo inverter o fluxo migratório; Possibilidade de produção sequeira (sem irrigação) de oleaginosas. | Babaçu, soja, mamona, algodão, palma, girassol entre outros. |
| Centro Sul e Centro Oeste | <ul style="list-style-type: none"> Estabilização no preço da soja devido ao consumo na produção de óleo; Melhoria na qualidade na | Soja, mamona, algodão, girassol e colza. |

| | | |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | emissão de gases poluentes provenientes de veículos. | |
| Todas as regiões | <ul style="list-style-type: none"> Melhor aproveitamento de resíduos. | Óleos e gorduras de frituras provenientes de lanchonetes, restaurantes, lixo doméstico entre outros. |

Fonte: Parente (2003).

5. Metodologia

O método de análise usado para determinar o efeito de cada cultura de subsistência escolhida (arroz, feijão, milho e mandioca) sobre o cultivo da mamona foi o *shift-share* ou *modelo diferencial-estrutural*.

Segundo Curtis (1972) *apud* Martins (2004),

[...] o modelo shift-share permite medir as fontes de crescimento dos agregados econômicos com enfoque regional [...] e a modificação desse modelo decorre da inclusão da variável preço, o que permite maior consistência nos resultados, uma vez que essa variável é de extrema importância para a decisão do produtor em relação ao que, quanto e como (composição dos insumos – fertilizantes, defensivos, crédito, máquinas etc) plantar.

Para Pires *et al.* (2007), a metodologia *shift-share* permite mensurar os efeitos de modificações de determinadas variáveis sobre o comportamento de uma outra variável.

No caso analisado, procurou-se verificar a importância relativa do cultivo da mamona sobre a área, rendimento e preço das demais culturas de subsistência selecionadas.

O período de análise da pesquisa compreendeu os anos de 1996 a 2005 e todos os dados foram secundários e com origem no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As cinco culturas selecionadas foram arroz, feijão, milho e mandioca – consideradas de **mercado interno** – e a mamona – considerada de **mercado externo**. A seleção dos Estados brasileiros foi feita considerando os estados produtores de mamona no período analisado, ou seja, os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

O período de 1996 a 2005 foi assim dividido:

1º período: compreendendo o intervalo de 1996 a 2000 e foi considerado como sendo o “ano zero”;

2º período: compreendendo o intervalo de 2001 a 2005 e foi considerado como sendo o ano final ou “ano t”.

Optou-se por utilizar uma média quinquenal para evitar vieses provocados por possíveis irregularidades ocorridas em um determinado ano.

Para cada período foram observados os seguintes aspectos:

- Variações na área plantada (efeito área);
- Variações no rendimento das lavouras selecionadas (efeito rendimento);

- Variações na localização geográfica entre os estados (efeito localização geográfica);
- Variações no preço sobre o valor da produção (efeito preço).

Vale ressaltar que, para Yokoyama & Igreja (1992), a área onde determinado produto é cultivado pode se alterar de um período para outro e essas modificações são devido a dois motivos:

- Quando há um avanço ou retração da área total do sistema de produção, o qual é denominado "*efeito escala*";
- Deve-se ao grau em que cada cultura substitui ou é substituída por outra dentro do sistema, sendo denominado "*efeito substituição*".

* Modelo matemático do modelo de *shift-share*

A seguir um breve resumo sobre o modelo *shift-share*.³

Segundo Yokoyama & Igreja (1992), o valor da produção regional agregada, a preços constantes, no período t, é definido como:

$$V_t = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ijt} \alpha_{it} A_t R_{ijt} P_j \quad (1)$$

Onde:

β_{ijt} : é a proporção da área cultivada com a *j*-ésima cultura no *i*-ésimo estado;

α_{it} : proporção na área total cultivada no Brasil da área total cultivada no *i*-ésimo estado;

A_t : área total cultivada;

R_{ijt} : rendimento da *j*-ésima cultura no *i*-ésimo estado do Brasil;

P_j : preço médio para o *i*-ésimo estado da *j*-ésima cultura.

Se a partir do período inicial, fosse alterada apenas a área cultivada, o valor da produção no período t seria:

$$V_t^A = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij0} \alpha_{i0} A_t R_{ij0} P_j \quad (2)$$

Alterando-se, também, o rendimento das culturas em cada estado, o valor da produção passaria a ser:

$$V_t^{A,R} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij0} \alpha_{i0} A_t R_{ijt} P_j \quad (3)$$

Modificando-se, também, a participação de cada estado na área cultivada (localização geográfica), o valor da produção no Brasil no período t seria:

³ Para maiores informações e detalhamento sobre o modelo matemático que constitui o *shift-share* pesquisar em Martins (2004).

$$V_t^{A,R,\alpha} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij0} \alpha_{it} A_t R_{ijt} P_j \quad (4)$$

A mudança total observada no valor da produção entre o período inicial 0 e o período final t é dada por:

$$V_t - V_0 = (V_t^A - V_0) + (V_t^{A,R} - V_t^A) + (V_t^{A,R,\alpha} - V_t^{A,R}) + (V_t - V_t^{A,R,\alpha}) \quad (5)$$

onde:

$V_t - V_0$: variação total no valor da produção entre o período 0 e o período t ;

$(V_t^A - V_0)$: efeito área (ea);

$(V_t^{A,R} - V_t^A)$: efeito rendimento;

$(V_t^{A,R,\alpha} - V_t^{A,R})$: efeito localização geográfica;

$(V_t - V_t^{A,R,\alpha})$: efeito estrutura de cultivo.

Os diversos efeitos explicativos serão apresentados na forma de taxas anuais de crescimento do valor da produção:

$$r = \left[\left(\sqrt[t]{\frac{V_{jt}}{V_{j0}}} \right) - 1 \right] * 100 \quad (6)$$

Por último, a decomposição do efeito área em efeitos escala e substituição, é expressa por:

$$\frac{\gamma A_{j0} - A_{j0}}{A_{jt} - A_{j0}} ea : \text{efeito-escala, expresso em porcentagem ao ano;}$$

$$\frac{A_{jt} - \gamma A_{j0}}{A_{jt} - A_{j0}} ea : \text{efeito substituição, expresso em porcentagem ao ano;}$$

onde:

γ_{ijt} : participação da área ocupada no i -ésimo estado pela j -ésima cultura na área total cultivada com as k culturas do Brasil.

Segundo Yokoyama & Igreja (1992), o modelo agregado pode ser aplicado a microrregiões em grupos de produtos entre microrregiões.

6. Resultados e discussão

No período de 1996 a 2005, as culturas de subsistência analisadas na pesquisa (arroz, feijão, milho e mandioca), obtiveram um comportamento similar, apresentando um aumento total de 28,763% no valor da produção conforme se verifica na Tabela 4. Percebe-se, também, que o efeito área diminuiu para cada uma delas demonstrando que, nesse período, a participação dessas culturas caiu, ou seja, foi substituída por outra(s) cultura(s) do sistema. Apesar dos efeitos de rendimento e preço dessas culturas terem sido positivos, porém, baixos, isso demonstra a importância do cultivo das lavouras de subsistência na economia.

Com relação à mamona, percebe-se que apesar de apresentar um efeito área negativo, os efeitos rendimento e preço são positivos e bastante elevados se comparados com as demais culturas o que, possivelmente, pode indicar, primeiro, um grande interesse da economia por essa oleaginosa, conseqüentemente, podendo proporcionar altos retornos para os produtores dessa lavoura; e, segundo, pode indicar um interesse governamental para elaborar programas e metas direcionadas ao fomento no plantio da mamona para a produção de biocombustível.

Tabela 4: Taxas médias quinquenais de variação da produção das culturas selecionadas, 1996/00 a 2000/05 (em porcentagem).

| Cultura | Efeito Área (%) | Efeito Rendimento (%) | Efeito preço (%) | Efeito localização geográfica (%) | Efeito total (%) |
|----------|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| Arroz | -6,916 | 0,003 | 0,024 | 14,771 | 7,881 |
| Feijão | -6,710 | 0,115 | 0,515 | 12,643 | 6,562 |
| Milho | -6,044 | 0,227 | 0,779 | 13,176 | 8,139 |
| Mandioca | -6,847 | 0,025 | 0,394 | 12,609 | 6,181 |
| Mamona | -0,404 | 10,708 | 15,344 | 8,640 | 34,289 |

Fonte: Dados da pesquisa (2007).

Conforme a Tabela 5, durante o período estudado, percebe-se que o efeito escala para as culturas de mercado interno (arroz, feijão, milho e mandioca) nos Estados do Ceará, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás sofreram retração das áreas dessas culturas que, possivelmente, podem ter sido ocupadas pelo cultivo da mamona.

Nos outros estados, a área ocupada com as culturas em análise apresentou expansão (Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Paraná e é e Rio do Grande do Sul) com acréscimos significativos da área plantada no mercado interno conforme se verifica no efeito-escala de cada cultura na Tabela 5.

Tabela 5: Variação de área, efeito-escala e efeito-substituição das culturas de mercado interno e externo que compõem o sistema de produção dos estados brasileiros, no período de 1996 a 2005.

| | Efeito escala | Efeito substituição |
|--|---------------|---------------------|
| | | |

| Estado | Mercado Interno | Mercado externo | interno | externo | interno | externo |
|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Piauí | -433.380 | 3.061 | 53870058903 | -423,3071881 | -1063219,974 | -2461,9874 |
| Ceará | 188.957 | 4.356 | -1,52302E+12 | -2581,14893 | -965257,7618 | 2816,2641 |
| Rio Grande do Norte | -26.472 | 584 | 2,01308E+11 | -27,09532407 | -284658,0215 | 549,96159 |
| Paraíba | -6.525 | 379 | 1,67033E+12 | -191,1680342 | -401774,7207 | 270,56314 |
| Pernambuco | -40.295 | -111 | 3,97931E+12 | -3028,728887 | -706258,932 | -3251,2538 |
| Alagoas | -55.803 | 19 | 1,64011E+11 | -29,68242091 | -288776,3817 | -18,619101 |
| Bahia | 205.583 | 11.217 | -9,2033E+11 | -144784,9491 | -1534964,798 | -124353,77 |
| Minas Gerais | -93.048 | -1.070 | -1,62112E+12 | -1874,767835 | -2057308,029 | 2744,4734 |
| São Paulo | -99.638 | 9 | -1,43764E+12 | -1325,223008 | -1563193,366 | -1309,7874 |
| Paraná | -38.475 | 398 | 6,96304E+11 | -240,5397127 | -3336545,025 | 70,696037 |
| Rio Grande do Sul | -124.414 | 63 | 1,18757E+12 | -75,31880823 | -2878565,974 | -1,4669831 |
| Mato Grosso do Sul | 55.598 | 345 | -3,79919E+11 | -88,8986153 | -587795,1775 | 295,10141 |
| Mato Grosso | 383.803 | 4.287 | -4,11753E+11 | -4822,040889 | -739813,1102 | 1143,5657 |
| Goiás | -104.956 | -560 | -1,28785E+12 | 2707,917997 | -1226204,053 | -193,25039 |

Fonte: Dados da pesquisa (2007).

Com relação ao mercado externo (cultivo de mamona), somente o Estado de Goiás apresentou elevação da área destinada ao cultivo da mamona significando uma redução nos demais estados brasileiros analisados na pesquisa.

No período de 1996 a 2005, todas as culturas de mercado interno apresentaram efeito-substituição negativo, ou seja, cederam área para o cultivo da mamona ou, possivelmente, para outras culturas não analisadas na pesquisa. Pois, percebe-se, com o efeito-substituição de mercado externo que somente os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul absorveram a área cedida das culturas do mercado interno. Dentre esses estados, o Ceará foi o que mais absorveu a área, possivelmente, devido ao programa de incentivo ao plantio da mamona para a produção de biodiesel.

O Estado da Bahia, atualmente, é o maior produtor de mamona no Brasil (IBGE, 2005) e possui um Programa de Biodiesel (PROBIODIESEL BAHIA). Mas, os efeitos escala e substituição, na pesquisa, apresentaram-se negativos. Então, provavelmente, a área baiana destinada ao cultivo dessa oleaginosa não provém das culturas de subsistência analisadas.

O Estado de Minas Gerais, segundo IBGE (2005), é o terceiro maior produtor de mamona do Brasil e, de acordo com a Tabela 5, observa-se que houve uma transferência da área destinada ao cultivo de culturas de subsistência para a lavoura de mamona. Com relação ao Estado da Paraíba, vale salientar que a produção de mamona cresce por incentivo governamental que investiu no zoneamento econômico-ecológico para o cultivo de mamona de sequeiro (Oliveira, 2004). Porém, deve-se tomar sérias precauções quanto aos investimentos, pois, segundo a Tabela 5, o Estado da Paraíba é um absorvedor das áreas de cultivo do mercado interno e, devido à crise alimentar que sofre toda a região nordestina, a substituição de solos cultiváveis destinados a culturas de subsistência para culturas comerciais torna-se um sério problema social.

Com a metodologia empregada, pode-se destacar que as culturas de subsistência estudadas tiveram comportamento semelhante para os diversos efeitos analisados: área, rendimento preço e localização geográfica. Comparando-se esses efeitos com a produção de mamona, percebe-se que, apesar do efeito área sofrer retração, destaca-se substancialmente nos efeitos: rendimento, preço e localização geográfica.

Realizando a análise estadual, pode-se destacar que nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul ocorreu substituição de áreas das culturas de subsistência para a cultura comercial da mamona. Assim, programas e políticas governamentais devem ser elaborados e implantadas eficientemente para que haja a implantação da nova matriz energética com base em sementes oleaginosas sem que ocorra um esgotamento dos solos cultiváveis e, conseqüentemente, um colapso alimentar.

Sugere-se, então, que haja uma exploração dos solos brasileiros através de avanços na infraestrutura agrícola mediante o uso de tecnologias apropriadas à capacidade de suporte de cada solo estadual além de promover a elaboração de um zoneamento econômico-ecológico na tentativa de identificar os mais diversos tipos de solos brasileiros com suas respectivas propriedades e capacidade de suporte.

7. Bibliografia

AMORIN NETO, MALAQUIAS DA SILVA; ARAÚJO. ALEXANDRE E.; BELTRÃO, NAPOLÃO E.M. Clima e solo. In: AZEVEDO, Demóstenes (Ed), LIMA, Emidio(Ed). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2001 p.63-76.

ARANHA, FÁBIO. Alternativas em transporte: novos combustíveis prometem reduzir emissões de gases que provocam o aquecimento global. Nós da Escola, nº44/2006. Disponível:
http://www.abve.org.br/imagens/Alternativas_Transportes_NosDaEscola_N44.pdf Acesso: 15/03/2007.

AZEVEDO, Demóstenes et al., Manejo cultural. . In: AZEVEDO, Demóstenes (Ed), LIMA, Emidio (Ed). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação TECNOLOGIA, 2001 P.121-160.

BARBOZA FILHO, DANIEL M. *et al.* *O biodiesel produzido a partir da mamona e suas conseqüências para o desenvolvimento do Ceará: aspectos ambientais, sociais e econômicos.* II Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju, Sergipe. 2006.

BILICH, FERRUCCIO & DASILVA, RICARDO. Análise do potencial brasileiro na produção do biodiesel. Disponível:
<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/AnalisePotencial.pdf> Acesso: 25/03/2007.

Cadernos NAE. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da Republica. Nº 2 Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da Republica, 2005.

FAO. 2002. <http://apps.fao.org> Acesso em: janeiro de 2007.

GLOBO RURAL. *Petróleo Vegetal : Programa de substituição de óleo diesel mineral por equivalentes naturais pode revolucionar o agronegócio.* Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com> Acesso em: janeiro de 2007.

IBGE, 2005, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp> acesso em 01/02/2007.

MARTINS, GILBERTO. Efeitos da abertura comercial sobre as principais culturas produzidas na Região Nordeste do Brasil. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2004.

OLIVEIRA, DALMO. Estados vão discutir programas de incentivo à mamona (10/11/2004).

Disponível: http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/2004/novembro/bn.2004-12-10.8754735034/mostra_noticia Acesso: 10/03/2007.

PARAIZO, ALINE *et al.* Produção de Biodiesel. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

PARENTE, EXPEDITO J. DE S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Ano: 2003. Disponível em: <http://www.tecbio.com.br/artigos/Livro-Biodiesel.pdf> Acesso em: 25/03/2007.

ROESSING, A C.; GUEDES, L.C.A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Eds.) *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1993, p. 1-70.

SACHS, IGNACY. Da civilização do Petróleo a uma nova civilização verde. Transcrição feita e revista pelo autor no Instituto de Estudos Avançados da USP. Vol.19, nº.55. São Paulo, Set./Dez. de 2005.

SEAGRI. *Protocolo: mamona*. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, Governo do Estado da Bahia. (1999). Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/prot_mamona.htm Acesso em: janeiro de 2007.

YOKOYAMA, LÍDIA P. & IGREJA, ABEL C. M. Principais lavouras da região centro-oeste: variações no período 1975– 1987. In: Revista Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília: 27(5):727-736, maio de 1992.