

# **A OFERTA DE MATÉRIAS-PRIMAS (OLEAGINOSAS) DO BIODIESEL NO BRASIL E SEUS DETERMINANTES: UMA ANÁLISE DOS ANOS DE 1991 A 2010**

Tatiane Giula Goudak Glovatski<sup>1</sup>, Augusta Pelinski Raiher<sup>2</sup>

RESUMO: O biodiesel apresenta-se como uma possibilidade concreta de substituição do diesel mineral, e o Brasil possui alto potencial na produção de oleaginosas, matérias-primas que podem ser destinadas ao biodiesel, com variedades que se adaptam às diversas regiões e solos do país. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo analisar a evolução da oferta das principais matérias-primas (oleaginosas) para a produção de biodiesel no Brasil e os fatores determinantes dessa oferta. Para isso, usaram-se dados dos anos de 1991 a 2010, em que, por meio do cálculo da taxa de crescimento da produção, viu-se a evolução, e por meio de regressões, constatou-se a relação existente entre a oferta de cada oleaginosa selecionada e seu preço defasado, produtividade e área. Os resultados demonstraram, de forma geral, uma tendência de crescimento positivo para a oferta da grande maioria das oleaginosas analisadas, com exceção apenas da mamona. Além disso, as variáveis que afetam todas as oleaginosas selecionadas foram a área e a produtividade. Já o preço foi significativo apenas para a mamona.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel. Determinantes da oferta. Oleaginosas.

## **THE SUPPLY OF BIODIESEL RAW MATERIALS (OILSEED) IN BRAZIL AND ITS DETERMINANTS: A REVIEW FROM 1991 TO 2010**

ABSTRACT: Biodiesel appears as a concrete possibility for replacing mineral diesel, and Brazil has enormous potential to produce oilseed, raw materials that may eventually turn into biodiesel, with varieties that adapt to different soils and regions of the country. To this effect, this study aims to analyse the evolution of the supply of the main raw materials (oilseed) for biodiesel production in Brazil and the determining factors of this supply. For this reason, data from 1991 to 2010 were used, and by calculating the production growth rate, it was possible to detect the evolution, and by means of regressions, it was possible to come up with the relationship between the supply of the each selected oilseed and its outdated price, productivity and area. All things considered, the results showed that most of the oilseed analysed are likely to positively grow, except for the castor plant. Furthermore, area and productivity were the variables that affected the entire selected oilseed. Nevertheless, only the castor plant price was significant.

KEYWORDS: Biodiesel. Offer determinants. Oilseeds.

---

1 Graduada em Economia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: tatianeglovatski@gmail.com

2 Doutora em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do departamento de economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: apelinski@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível biodegradável, derivado de fontes renováveis. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou oleaginosas (como mamona, soja, girassol, entre outras), por meio de diversos processos, tais como a esterificação e a transesterificação.

Pesquisas estão sendo feitas no mundo inteiro para desenvolver tecnologias visando à produção e ao uso de energias limpas, dada a crescente preocupação mundial com a dependência do petróleo nas matrizes energéticas mundiais. Em específico, existe uma expectativa quanto à diminuição das reservas dos combustíveis fósseis derivados do petróleo, ao mesmo tempo em que se tem uma tendência de aumento do seu consumo. Dessa forma, a perspectiva, em termos econômicos, é de uma elevação dos preços dos combustíveis fósseis.

Por isso, o biodiesel constitui-se em uma alternativa a esses combustíveis. Além disso, ele é uma fonte limpa e renovável de energia, que gera emprego e renda para o campo.

Devido às grandes vantagens agrônômicas da geografia brasileira, principalmente por situar-se em uma região tropical associada à disponibilidade hídrica, o Brasil apresenta alto potencial na produção de oleaginosas, matérias-primas que podem ser destinadas ao biodiesel, com variedades que se adaptam às diversas regiões e solos do país. Assim, tem-se um grande potencial para a produção de plantas oleaginosas.

Ao mesmo tempo, o Brasil detém toda tecnologia necessária para a fabricação do biodiesel, já que possui instalado em seu território um grande número de usinas que fabricam o óleo vegetal, utilizando, na grande maioria das vezes, uma técnica conhecida como transesterificação.

Por mais que o país apresente tecnologia para se produzir o biodiesel e seja um dos maiores produtores mundiais das principais oleaginosas, a indústria brasileira desse biocombustível enfrenta, contudo, graves problemas relacionados com a oferta de matéria-prima para fabricá-lo. Lima e Pozo (2009) argumentam que essa escassez de matéria-prima se dá por inúmeros fatores, mas o principal deles está relacionado ao fato de inexistir até o momento uma matéria-prima que possa se adequar perfeitamente ao uso na produção de Biodiesel.

Nesse contexto, considerando a necessidade de alternativas aos combustíveis fósseis e levando em conta que o país é um grande produtor agrícola, principalmente no que tange à produção de algumas oleaginosas que podem ser destinadas ao biodiesel, é que se justifica este estudo. Assim, o objetivo central deste estudo é analisar os fatores determinantes das principais matérias-primas (oleaginosas) para a produção do biodiesel no Brasil, nas décadas de 1990 e de 2010. Mais especificamente, busca-se: identificar as principais oleaginosas usadas na produção e caracterizá-las em termos de produção, evolução e distribuição ao longo do país; analisar os usos alternativos dessas matérias-primas; e identificar os possíveis fatores determinantes de sua oferta.

## 2 ELEMENTOS METODOLÓGICOS

O biodiesel é um combustível biodegradável, derivado de fontes renováveis para uso em motores de combustão interna com ignição por compressão para geração de energia que

possa substituir, total ou parcialmente, o óleo diesel de petróleo. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou oleaginosas, por meio de diversos processos, como a esterificação ou a transesterificação (PARENTE, 2003). Dentre as principais matérias-primas de origem vegetal podem-se citar: a soja, o dendê, a mamona, o amendoim, o algodão, a canola, o girassol, entre outras. E essas foram as oleaginosas analisadas neste trabalho<sup>3</sup>.

Os dados utilizados foram obtidos por meio de órgãos de acompanhamentos, reguladores e estatísticos do governo brasileiro, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, base de dados econômicos e financeiros mantida pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEADATA. Estes dados referem-se à produção de matérias-primas (oleaginosas), preço, produtividade, área produzida dessas matérias-primas e a produção de biodiesel no país.

Após ter se definido as seis oleaginosas a serem estudadas, fez-se uma análise quanto à evolução de cada uma entre 1991 a 2010, exceto para o girassol, do qual se dispunham informações apenas a partir de 1996. Para isso, uma das ferramentas usadas foi o cálculo da taxa de crescimento da produção para cada ano<sup>4</sup>, e também a taxa de crescimento da produção considerando a evolução no período<sup>5</sup>.

Na sequência fez-se um modelo econométrico para cada uma das oleaginosas, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO. A equação dos modelos é representada por (1):

$$Q = b_0 + b_1A + b_2P_{t-1} + b_3T + u \quad (1)$$

Em que:  $Q$  é a quantidade produzida da oleaginosa;  $A$  é a sua área plantada;  $P_{t-1}$  é o preço no período anterior (exceto para o dendê, cuja a defasagem do preço é de três anos);  $T$  é a produtividade;  $b_0, b_1, b_2, b_3$  são parâmetros;  $u$  é o resíduo do modelo.

As regressões utilizam dados de série temporal. Por isso, além dos testes de multicolinearidade (calculado pelo VIF – fator de inflação da variável), de heterocedasticidade (calculados pelo White), autocorrelação serial (verificado pelo LM – multiplicador de Lagrange), omissão de variáveis (Reset-test) e normalidade dos resíduos (Qui-quadrado de aderência), fez-se também o teste de estacionariedade para cada variável (por meio do teste da raiz unitária – Teste Dickey-Fuller aumentado), todos analisados ao nível de significância de 5%, visando a atender a todos os pressupostos de um modelo de regressão.

Ressalta-se que, para estimar a regressão do algodão, as variáveis estão em taxa de crescimento, por apresentar erro de especificação do modelo quando estimado na forma linear e/ou na forma logarítmica. No caso do dendê, a forma funcional que mais se adequou aos dados foi a logarítmica e aplicou-se a primeira diferença nas variáveis para tornar as

3 Essas seis oleaginosas foram selecionadas por serem descritas na literatura como potenciais para a produção de biodiesel e por serem as únicas a terem séries de dados disponíveis em órgãos oficiais.

4 Calculada mediante a relação  $Y = f(t)$  na forma exponencial, onde  $Y$  é a oferta da oleaginosa e  $t$  é tempo.

5 Foi calculado por meio da fórmula:  $TC = [(produção\ final - produção\ inicial) / produção\ inicial] * 100$ .

séries estacionárias. Na estimação feita para o amendoim, para o girassol, para a soja e para a mamona, as variáveis foram mantidas em nível e aplicou-se a primeira diferença para tornar as séries estacionárias, destacando que, no caso da mamona, como o modelo apresentou autocorrelação, este também foi corrigido pelo método Cochrane-Orcutt (via o *software Gretl*).

As séries históricas para o algodão, amendoim, dendê, mamona e soja compreendem os anos entre 1991 a 2010 e foram utilizados dados anuais de produção, preço e produtividade, todos obtidos do IBGE. Para o girassol, o período é 1997 a 2010, com dados anuais, obtidos da CONAB. Para todas as oleaginosas, os preços foram deflacionados pelo IGP-DI (série fornecida pelo IPEADATA), cujo ano base é de 1994.

### 3 PRINCIPAIS OLEAGINOSAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Segundo o boletim de agosto da ANP (2012), cerca de 80% da produção brasileira de biodiesel é de óleo de soja, seguido pela gordura bovina (16%), óleo de algodão (2,5%) e outras matérias-primas.

Entre as oleaginosas, além da soja e do algodão, podem se destacar o amendoim, o dendê, o girassol e a mamona. Estas são as seis oleaginosas mais utilizadas como matéria-prima para produção do biodiesel no Brasil, enfatizando que cada uma apresenta uma territorialidade específica. É importante frisar que a cultura da soja, responsável pela maior parte da produção de biodiesel, concentra-se na região Centro-Sul.

Nas decisões de localização das usinas de biodiesel, um fator de extrema importância é a disponibilidade de matéria-prima, sendo decisivo na determinação da sua competitividade. Nesse sentido, analisando a localização das plantas de biodiesel autorizadas para operação e comercialização, verifica-se uma concentração nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país – regiões que mais produzem soja no país. Segundo levantamento realizado pela CONAB, em setembro de 2012, para a safra 2011/2012, a produção nacional de soja era de 66,38 milhões de toneladas, destacando que as regiões Centro-Oeste e Sudeste representavam juntas 59% dessa produção.

O fato de a região Centro-Oeste ser a maior produtora de matérias-primas utilizadas na produção do biodiesel, – óleo de soja e sebo bovino –, pode explicar a concentração de usinas e da produção nessa região (ANP, 2012).

A produção de biodiesel começou efetivamente no Brasil com a criação do Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel em 2004. Entre os anos de 2005 a 2011 a produção cresceu a uma taxa anual de 225,66%. Percebe-se que as políticas governamentais e a obrigatoriedade da adição de uma porcentagem de biodiesel ao óleo diesel foram fatores essenciais para a manutenção dessa tendência de crescimento da produção (TABELA1).

Desde 2010 a mistura obrigatória ao diesel é de 5% de biodiesel. As legislações e estruturas de suporte à implantação do Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel estão consolidadas. No entanto, as indústrias, tentam ampliar o teor de biodiesel no diesel, a fim de reduzir as capacidades ociosas e aumentar a segurança dos seus negócios, e os agricultores ainda estão em busca de maior participação e lucro na produção das oleaginosas (BIOINFORMATIVO, 2012, p. 8).

As indústrias reivindicam o aumento para a mistura B7, em razão das externalidades positivas trazidas por este biocombustível: com a redução da emissão de gases poluentes, a geração de emprego e renda no campo, principalmente na agricultura familiar, e a redução nas importações do diesel fóssil. De acordo com a União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene – UBRABIO, é viável que novo marco regulatório contemple a composição do B10 em 2014, e o B7 ainda em 2012. Para o presidente do Conselho Superior da UBRABIO, Juan Diego Ferrés: “O setor tem condições de atender ao aumento imediato da mistura. A definição do novo Marco é fundamental para o desenvolvimento do PNPB<sup>6</sup>” (UBRABIO, 2012). Nesse sentido, a tendência de aumento da produção de biodiesel se for efetivadas tais mudanças seria ainda maior.

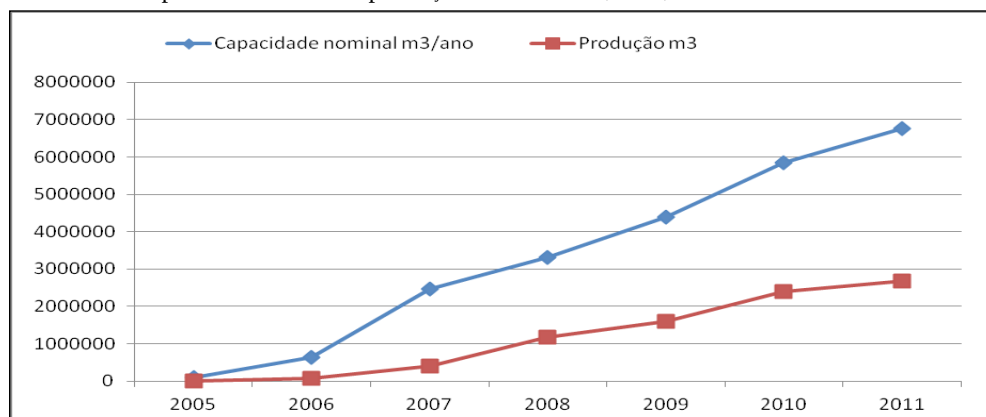
Tabela 1 – Produção de biodiesel (B100) no Brasil – (m<sup>3</sup>) 2005 a 2011

Regiões	Produção de biodiesel (B100) - (m <sup>3</sup> )						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Norte	510	2421	26589	15987	41821	95106	103446
Nordeste	156	34798	172200	125910	163905	176994	176417
Sudeste	44	21562	37023	185594	284774	420328	379410
Sul	26	100	42708	313350	477871	675668	976928
Centro-Oeste	0	10121	125808	526287	640077	1018303	1036559
Brasil	736	69002	404329	1167128	1608448	2386399	2672760

Fonte: Dados ANP/SPP, conforme Resolução ANP nº 17/2004, trabalhados pela pesquisa.

Se for observada a capacidade ociosa existente atualmente nas usinas brasileira de biodiesel, verificar-se-á um grande potencial para ampliação da produção do país. Percebe-se, no Gráfico 1, que nos anos de 2010 e 2011 a ociosidade era de cerca de 60%. Mais do que isso, a capacidade instalada vem crescendo num ritmo bastante elevado, ampliando ano-a-ano essa capacidade ociosa, indicando potencial de produção futura bastante significativa.

Gráfico 1 – Capacidade nominal e produção de biodiesel (B100) – Brasil – 2005 a 2011



Fonte: Dados ANP (2012), trabalhados pelas autoras.

6 Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel.

Importante destacar que o aumento da produção de biodiesel, atendendo à possível elevação da mistura para B7 e para B10, não depende apenas da disponibilidade de capacidade no parque industrial, é necessário também que se tenha uma viabilidade econômica da sua produção. Alguns autores destacam que em torno de 85% do custo do biodiesel é dispendido com a aquisição do óleo (matéria-prima). Assim, para atender a essa demanda, principalmente no que se refere à B10, seria preciso aumentar a produção de óleo de soja (vindo da agricultura familiar por conta do Selo Combustível Social) e também diversificar a produção de matérias-primas para a produção de biodiesel, para que a indústria não se torne refém apenas de uma oleaginosa. Isso porque, como os setores de alimentação e biocombustíveis competem pela soja disponível, numa eventual queda na safra dessa oleaginosa, poder-se-ia ter um excesso de demanda, inflacionando o preço desta matéria-prima e obrigando, talvez, a se importar óleo, seja para seu uso em biodiesel ou para consumo humano.

Na alternativa de se utilizar em grande escala óleo de outras oleaginosas tem-se um grande limitante, tendo em vista que os preços desses outros óleos são significativamente alto quando comparados com o da soja (TABELA 2). Isso acontece pelos seus usos diversos, como, por exemplo: na indústria alimentícia humana e animal, de cosméticos, farmacêutica, química, dentre outros. Frisa-se novamente que em torno de 85% do custo do biodiesel são dispendidos com a aquisição do óleo, estando a viabilidade da produção do biodiesel diretamente atrelada ao preço desses óleos. E esse tende a ser um dos motivos do porquê de se utilizar mais de 80% da matéria-prima advinda da soja.

Tabela 2 – Preço mensal dos óleos – Brasil – setembro de 2012 (R\$/t)

<b>Óleos</b>	<b>Preços (R\$/t)</b>
Óleo de algodão semi-refinado	3300,00
Óleo de amendoim bruto	2741,04
Óleo de girassol bruto	3210,77
Óleo de mamona nº1	6150,00
Óleo de palma bruto	3050,00
Óleo de soja bruto	2461,15

Fonte: IndexMundi (2012) e UniAmerica (2012) trabalhados pela pesquisa.

Se for considerado que o preço médio do biodiesel em setembro de 2012 era de R\$ 2.565,00 por m<sup>3</sup> (ANP, 2012), praticamente nenhum dos óleos citados na Tabela 2, – com exceção do de soja –, teria condição, no cenário atual, de ser um fomentador da produção de biodiesel, dado que o preço que os produtores obteriam com o biodiesel, em geral, é menor do que os que eles dispenderiam com a aquisição da matéria-prima, fato que torna a produção de biodiesel, a partir desses óleos, inviável.

Assim, a sustentabilidade da produção de biodiesel no longo prazo, com taxas de crescimentos crescentes, está condicionada, em parte, ao surgimento de novas matérias-primas ou de uma ampliação da oferta das oleaginosas existentes, tendo em vista que, se mantido tudo o mais constante, uma ampliação da oferta tenderia a reduzir seus preços. É nesse sentido que se apresentam as seções seguintes, nas quais se faz uma análise da tendência de evolução de algumas oleaginosas e de quais seriam os fatores determinantes da sua oferta.

### **3.1 Algodão**

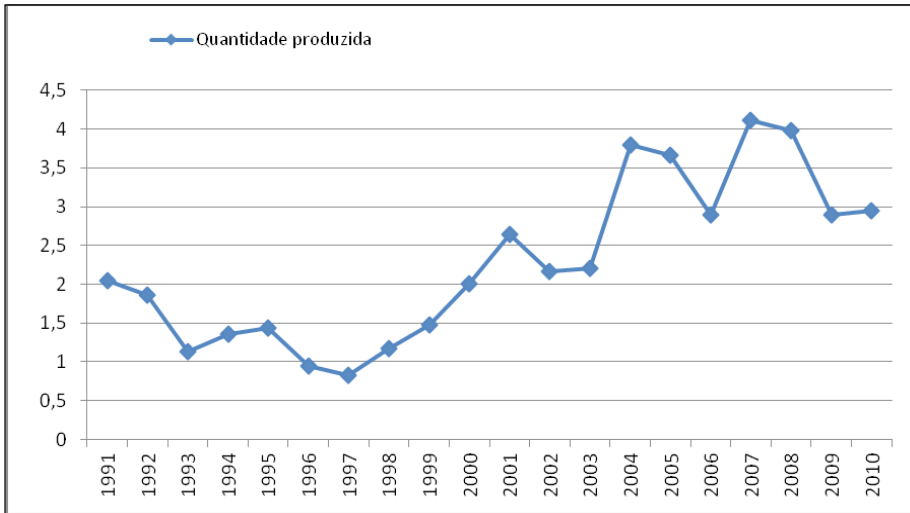
Nas décadas de 1980 e 1990 a área plantada de algodão no Brasil sofreu uma contínua redução, inicialmente pela praga do bicudo – que destruiu plantações inteiras – e, em seguida, no início dos anos 1990, pela abertura comercial que expôs os produtores de algodão e a indústria têxtil nacional à concorrência dos importados. Destaca-se que essa situação expôs graves deficiências da estrutura produtiva brasileira. A cotonicultura começou a se reerguer, de forma gradativa, mais planejada, sobre novas ideias e baseada em novas tecnologias. No cerrado da região Centro-Oeste, devido a condições de clima e topografia favoráveis, instituições de pesquisa desenvolveram variedades de maior produtividade e qualidade (ABRAPA, 2012).

Na safra de 1991/1992 a região nordeste, com 720,7 mil hectares, possuía a maior área plantada de algodão no Brasil. A região Centro-Oeste aparecia em quarto, com 181,7 mil hectares. Já na safra de 2009/2010, a região Centro-Oeste passou a concentrar mais de 62% da área total de algodão plantada no Brasil, que foi de 835,7 mil hectares. Em seguida estava a região Nordeste, com 34,5% da área plantada (CONAB, 2012).

Entre os anos de 1991 e 2010 a quantidade produzida de algodão no Brasil cresceu a uma taxa anual de 6,44% (GRÁFICO 2). Observa-se que de 1991 a 1997 teve-se uma tendência de queda da produção, e, a partir de tal data, a tendência foi de crescimento, com exceção de apenas alguns anos. Se for considerado esse intervalo de tempo analisado (1991 para 2010), a taxa de crescimento da produção foi igual a 44,52%, indicando uma tendência de crescimento de oferta de tal produto.

Durante os anos analisados, o preço do algodão manteve-se quase estável, enquanto a área plantada reduziu seu tamanho na grande maioria dos anos analisados, ao contrário da produtividade que, no geral, se elevou (GRÁFICO 3). Destaque deve ser dado ao ano de 1998 para 1999, na qual a produtividade teve um grande salto (aumentou de 1,42 t/ha para 2,20 t/ha).

Gráfico 2 – Quantidade produzida de algodão (milhões toneladas) – Brasil -1991 a 2010

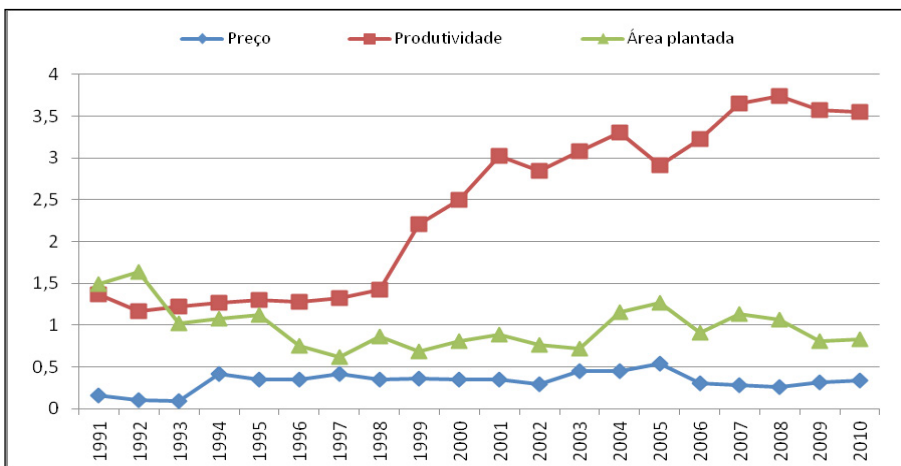


Fonte: Dados originais de IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

Na década de 1990 os elevados pesos das importações de algodão em pluma pressionaram o setor algodoeiro a modernizar seu processo produtivo e industrial para se tornar competitivo. As medidas adotadas surtiram efeito positivo observado no aumento da produtividade.

Se forem analisados os principais pontos de queda da produção (1993, 1997, 2002, 2006 e 2009), verificar-se-á uma retração em praticamente todos os anos da área. Em alguns desses anos, não só a área de plantio diminuiu como também a produtividade, como foi o caso de 2002. Isso indica uma possível relação entre a produção brasileira de algodão e essas duas variáveis.

Gráfico 3 – Área plantada de algodão (milhões ha), produtividade (t/ha) e preço (R\$/kg – deflacionado ano base 1994) – Brasil - 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE trabalhados pela pesquisa.



Essa relação entre a produção de algodão com a produtividade e a área é comprovada por meio da Tabela 3. De acordo com o resultado da estimação, pode se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área plantada e da produtividade sobre a quantidade produzida de algodão foram significativos a um nível de significância de 5%. Pode se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que a variação em 1% na taxa de crescimento da produtividade altera em 0,91% a taxa de crescimento da produção, enquanto uma variação em 1% na taxa de crescimento da área plantada altera em 1,07% a taxa de crescimento da produção. O coeficiente que representa a taxa de crescimento do preço defasado em um ano do algodão não foi significativo.

Tabela 3 – Regressão da taxa de crescimento da quantidade produzida de algodão (t) em função da taxa de crescimento do preço (R\$/t), da produtividade (t/ha) e da área plantada (ha)

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Ln da taxa de crescimento do preço	Ln da taxa de crescimento da área	Ln da taxa de crescimento da produtividade
Ln taxa de cresc. da Prod. Algodão	0,647962 (0,6454)	-0,00331024 (-0,2927)	1,07101 (28,4627)*	0,914541 (14,4673)*
R <sup>2</sup>		0,985470		

Fonte: Resultado da Pesquisa

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%. Ln é logaritmo. Entre parênteses está a estatística t.

Numa análise mais geral, percebe-se que a área plantada de algodão ainda pode ser aumentada, principalmente na região do Nordeste, na qual sofreu fortes reduções nas últimas safras. Porém, para a cultura do algodão, a elevação da produtividade, por meio de novas tecnologias e pesquisas, tem sido a melhor alternativa para o incremento da produção.

A indústria têxtil retira a pluma do algodão para a fabricação dos tecidos e o caroço é destinado à produção de óleos comestíveis e de biodiesel, enfatizando que, para sua extração, utilizam-se prensagem hidráulica ou extratores químicos. Para a produção de biocombustível por caroço de algodão é, entretanto, necessário primeiro extrair o óleo, para posteriormente passar ao processo de formação do biodiesel. Assim, existe uma grande quantidade de matéria-prima para produção de biodiesel por meio do caroço de algodão nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, proporcionado pela indústria têxtil.

De acordo com o IBGE (2012), após uma safra de 5,059 milhões de toneladas de algodão (em caroço) em 2011, 72,6% maior do que em 2010, o seu cultivo deve continuar a aumentar em 2012, com uma área um pouco maior e melhor produtividade. Essa tendência de crescimento, expressa pela análise da evolução histórica de sua produção e pela própria expectativa de órgãos como Conab e IBGE, demonstra que o óleo de algodão pode vir a contribuir de forma mais decisiva na produção de biodiesel do país.

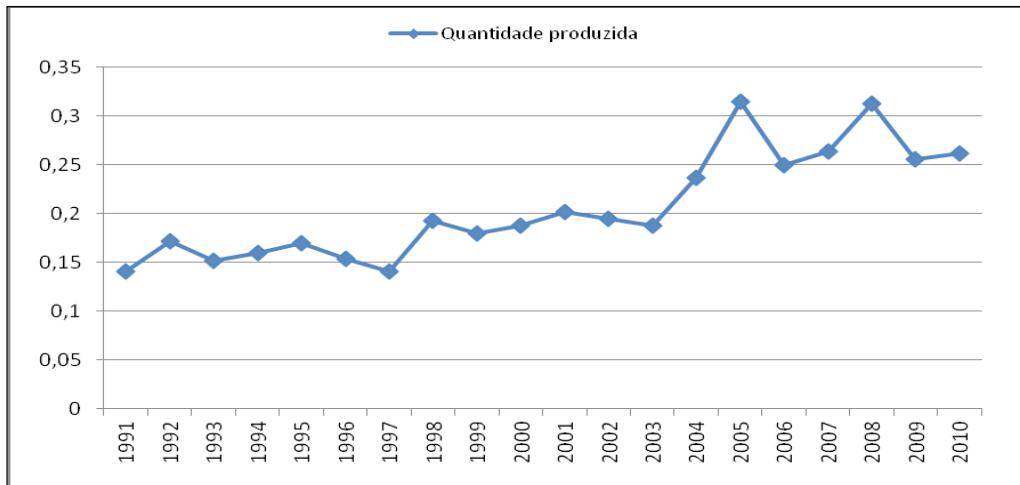
### 3.2 Amendoim

O amendoim pode ser cultivado em vários tipos de climas, mas tem maior produtividade em climas quentes. O seu cultivo não é indicado para regiões muito úmidas ou com períodos de chuva muito prolongados, fatores que propiciam o surgimento de doenças e prejudicam a colheita e a qualidade do produto (AGRICULTURA, 2012).

A região Sudeste concentra a maior área plantada de amendoim no Brasil. Em 2010 esta área correspondeu a 69,8% dos 94.670 hectares plantados no território brasileiro. Destaque deve-se dar ao estado de São Paulo, o maior produtor nacional de amendoim (IBGE, 2012).

Entre os anos de 1991 a 2010, a produção de amendoim no Brasil cresceu a uma taxa anual de 3,85%. No período, a variação foi igual a 86,02%, apresentando uma tendência de crescimento, com exceção de apenas alguns anos (GRÁFICO 4).

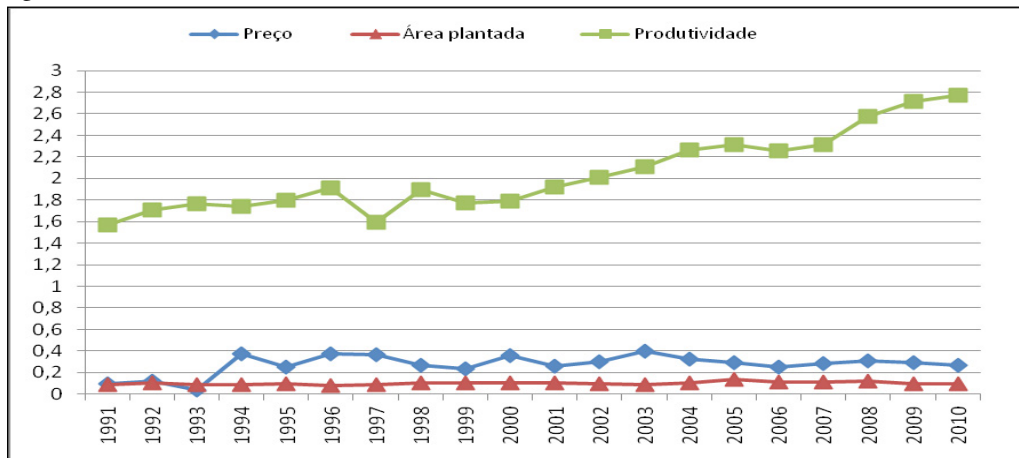
Gráfico 4 – Quantidade produzida de amendoim (milhões de toneladas) – Brasil – 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

Durante o período analisado, observa-se que a produtividade do amendoim esteve praticamente estagnada até os anos de 2000, crescendo significativamente a partir desse ano. Ao mesmo tempo, a área praticamente não alterou seus valores, enquanto o preço oscilou significativamente (GRÁFICO 5). Dessa forma, é possível que grande parte do aumento verificado na produção nos anos de 2000 seja resultado do aumento de produtividade que se teve.

Gráfico 5 – Área plantada de amendoim (milhões ha), produtividade ( t/ ha) e preço (R\$/kg – deflacionado ano base de 1994) – Brasil - 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

Analisando a relação existente entre a produção de amendoim e a sua produtividade (TABELA 4), verifica-se uma relação positiva e significativa entre eles. Mais especificamente, a variação em 1 t/ha na produtividade altera a produção total em 94.983,1 toneladas, mantidos os demais fatores constantes. No caso da área, também tem um efeito positivo e significativo (a um nível de significância de 5%), de tal forma que uma variação em 1 hectare na área plantada varia em 2,27 toneladas a quantidade produzida. O coeficiente que representa o preço defasado em um ano do amendoim não foi significativo, ou seja, considerando esse período de tempo, nele, o preço do ano anterior – e mesmo testando com o preço atual – não teve efeito sobre a produção de amendoim no Brasil.

Tabela 4 – Regressão da quantidade produzida de amendoim (t) em função do preço (R\$/t), da produtividade (t/ha) e da área plantada (ha)

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Preço	Área	Produtividade
Produção de amendoim	-245,185 (-0,1898)	-3,18896 (-0,2872)	2,27343 (26,7550) *	94983,1 (10,5848) *
R <sup>2</sup>		0,983552		

Fonte: Resultado da Pesquisa

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%. Entre parênteses está a estatística t.

O amendoim tem diversos usos, tais como: a utilização na culinária, na indústria de conservas de alimentos enlatados, em produtos medicinais, na fabricação de margarina, sabões, sabonetes e cremes. A torta, resto da extração de óleo, é utilizada no preparo de ração para alimentação animal.

Assim, para que tal oleaginosa venha contribuir significativamente na produção de biodiesel, é necessário que a sua produção aumente (dado que, se elevar a oferta - mantido tudo o mais constante –, o preço tende a diminuir, aumentando a viabilidade de seu uso para

a produção do biodiesel, destacando que a oferta não tenderia a ser afetada com a diminuição do preço segundo os resultados da Tabela 4). Para que essa produção se eleve, evidenciou-se (TABELA 4) que tanto a elevação da produtividade como da área podem contribuir. No caso da área, esta está concentrada principalmente em São Paulo. É importante destacar que o amendoim consegue níveis de produtividade mais elevada principalmente em climas quentes, necessitando de precipitação pluvial bem distribuída e acima de 500 mm, com umidade suficiente nos dois primeiros meses do período vegetativo. Para se ter um controle de doenças e se ter produtos de qualidade, ele não é indicado para regiões muito úmidas ou com períodos de chuvas muito prolongados. Dessa forma, considerando essas características é que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou, no Diário Oficial da União de 28 de junho de 2012, o zoneamento agrícola de risco climático para a cultura de amendoim, com indicativo para treze Estados do país (AGRICULTURA, 2012). Ou seja, existe espaço ainda para a ampliação de tal cultura ao longo do país, no entanto, essa expansão deve levar em conta as exigências que tal cultura tem principalmente no que se refere ao clima e ao solo.

A rotação de culturas entre a cana-de-açúcar e o amendoim é uma prática comum nas condições do estado de São Paulo. Por apresentar ciclo rápido, o cultivo do amendoim em consórcio com outras culturas tem sido utilizado por produtores de algodão, milho, mandioca, mamona etc. Na produção de amendoim, com mão de obra familiar, ele tem grande participação também no consórcio com milho (EMBRAPA ALGODÃO, 2006). Nesse sentido, a área dessa cultura poderia ser aumentada se intercalado nas entressafras, como, por exemplo, nas de cana-de-açúcar, ou em consórcio com outras culturas.

No caso da produtividade, novas tecnologias podem ser desenvolvidas, como é o caso da Embrapa Algodão, que conseguiu desenvolver nova cultivar de amendoim adequado à produção de biodiesel. O amendoim BRS Branco Rasteiro possui 50% de óleo bruto e rendimento de até 73% de suas sementes, produtividade média de três toneladas por hectare, sendo resistente a doenças das folhas, ao clima mais seco e podendo ser plantada em consórcio com outras espécies, como mamona, feijão, milho, gergelim, algodão e árvores frutíferas (EMBRAPA, 2010).

Essas ações, em conjunto com uma expansão planejada do amendoim, podem contribuir para o crescimento da sua oferta, podendo colaborar para a própria produção do biodiesel no país.

### 3.3 Dendê

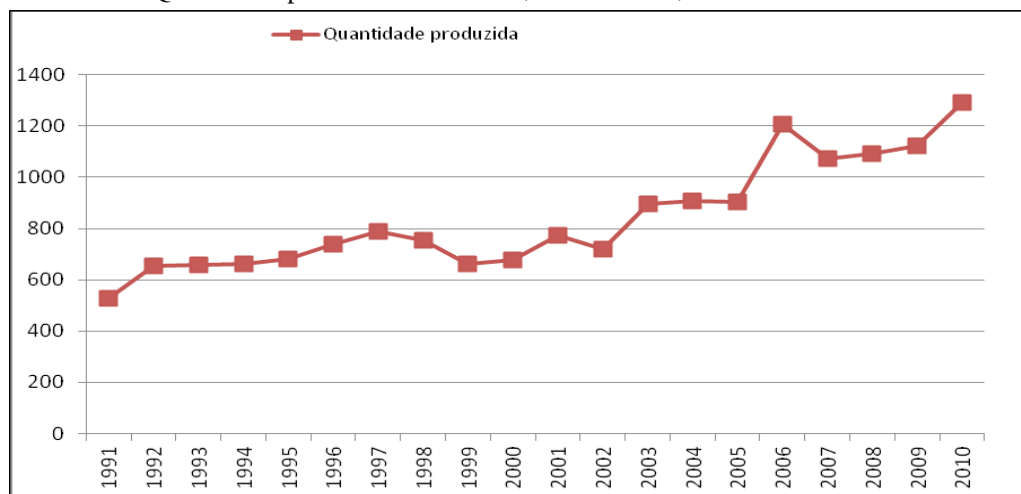
A crescente demanda mundial de óleo de palma, mais conhecido no Brasil como óleo de dendê, explica – em parte – as diversas iniciativas estabelecidas nos últimos anos, tanto no setor privado quanto no Governo Federal, para promover uma expansão da área plantada dessa cultura no Brasil. Outra parte dessa justificativa leva em consideração o fato de o óleo de palma ser uma excelente opção para a fabricação de biodiesel (AGROENERGIA, 2011).

Uma dessas iniciativas do Governo Federal foi o lançamento, em 6 de maio de 2010, em Tomé Açu-PA, de um conjunto de ações para organizar a expansão do plantio de dendê no território brasileiro. O Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo

no Brasil tem como principal objetivo disciplinar a expansão da produção de óleo e ofertar instrumentos para garantir uma produção em bases ambientais e sociais sustentáveis. De acordo com o zoneamento agroecológico da Secretaria da Agricultura Familiar em 2010, para garantir a sustentabilidade da produção, ficará proibida a utilização de 86,4% das áreas aptas para plantio da palma de óleo, assim a área máxima autorizada será de 13,6% da área apta ou 3,7% da área total do território brasileiro (MDA, 2012).

Entre os anos de 1991 e 2010 a quantidade produzida de dendê no Brasil cresceu a uma taxa anual de 3,87% (GRÁFICO 6), observando uma tendência de crescimento neste período, com exceção de apenas alguns anos. A variação total desse período, considerando 1991 para 2010, também foi significativa, com uma alteração de 145,78%. Se mantiver essa mesma tendência, a expectativa é de crescimento futuro dessa produção.

Gráfico 6 – Quantidade produzida de dendê (mil toneladas) – Brasil - 1991 a 2010

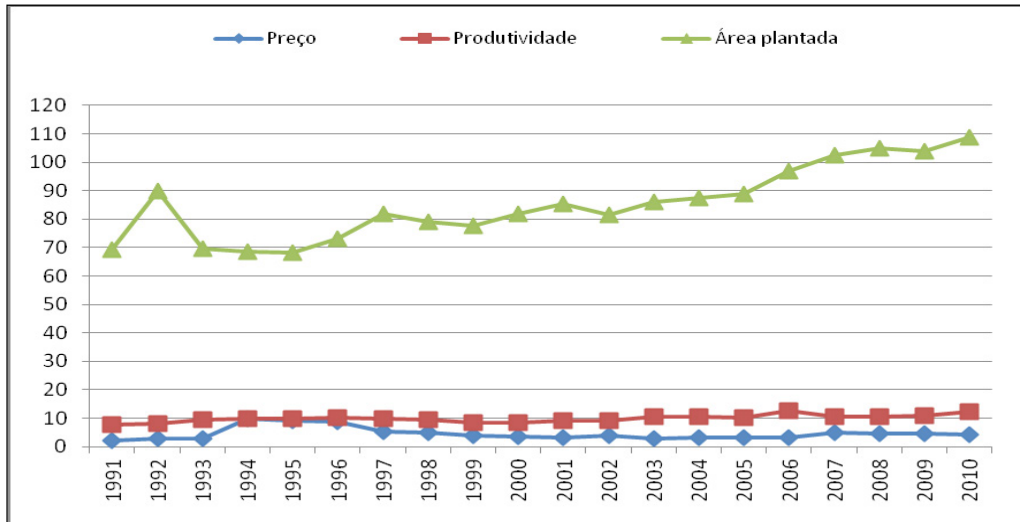


Fonte: Dados originais do IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

De acordo com o IBGE (2012), o cultivo do dendê no Brasil se concentra nos Estados da Bahia e do Pará. Em 1991 a Bahia respondia por 50,4% da área plantada, enquanto o Estado do Pará, por 43,7% de um total de 69.316 hectares. Já em 2010, a área plantada na Bahia foi de 49% e no Pará de 48% de um total de 108.919 hectares.

Durante os anos analisados, verifica-se que o preço sofreu grande aumento em 1995 seguido de queda nos anos seguintes, com exceção apenas de alguns anos; já a produtividade sofreu uma leve elevação e a área plantada, de forma geral, aumentou (GRÁFICO 7).

Gráfico 7: Área plantada de dendê (mil ha), produtividade (t/ha) e preço (R\$/t – deflacionado ano base de 1994) – Brasil - 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE(2012) trabalhados pela pesquisa.

A relação entre a produção de dendê e a sua produtividade, a área e o preço, está apresentada na Tabela 5. De acordo com o resultado da estimação, pode se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área plantada e da produtividade sobre a quantidade produzida de dendê foram significativos a um nível de significância de 5%. Pode se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que variação de 1% na produtividade altera em 1,03% a quantidade produzida. Enquanto que uma variação em 1% na área plantada altera em 0,96% a quantidade produzida. O coeficiente que representa o preço defasado em quatro anos do dendê não foi significativo. Ressalta-se que um plantio corretamente conduzido inicia a produção ao final do terceiro ano, chegando ao ápice entre 7 e 15 anos; após este período começa a decrescer lentamente até o 25º ano (SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS - SUFRAMA, 2003). Por isso, se considerou o preço defasado em quatro anos como variável explicativa, e não o preço do ano anterior, por exemplo. Deve-se ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho se assemelham aos encontrados por Krohling et al. (2009), estimação de dendê feita para o estado baiano em função do preço defasado e da área, no qual apenas a segunda variável exerce efeito sobre a oferta de dendê.

Tabela 5 – Regressão da quantidade produzida de dendê (t) em função do preço (R\$/t), da produtividade (t/ha) e da área plantada (ha)

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Ln preço	Ln área	Ln produtividade
Ln produção dendê	0,000139596 (0,0237)	0,00570881 (0,4394)	0,96981 (8,0625) *	1,03425 (18,0213) *
R <sup>2</sup>		0,976737		

Fonte: Resultado da Pesquisa

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%. Ln é logarítmico. Entre parênteses está a estatística t.

Dado os resultados obtidos, em virtude do efeito positivo e significativo da área, ressalta-se que o aumento da produção de dendê advindo do aumento dessa variável deve ser analisado com cuidado. Isso porque a área plantada de dendê deve obedecer às restrições impostas pelo Zoneamento Agroecológico e Econômico da Palma (ZAE-Dendê), que é um instrumento de ordenamento territorial utilizado pelo governo federal para que o país garanta a expansão do cultivo da palma de óleo em bases sustentáveis. Este levantamento das terras aptas para o cultivo foi realizado sob a coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Ainda, segundo a Secretaria da Agricultura Familiar (SAF, 2010), as áreas priorizadas pelo Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil são as degradadas na Amazônia Legal (Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima) e as áreas utilizadas para cana-de-açúcar do Nordeste (MDA, 2012). Dessa forma, imaginar um aumento substancial da produção via elevação da área plantada tem um ponto limitante.

Ao mesmo tempo, como a variável produtividade mostrou-se também significativa e com um efeito também positivo sobre a produção de dendê, a sua fomentação poderia ser uma alternativa. E esse aumento também é um dos objetivos do Programa, que apresenta estruturalmente cinco eixos: Referência territorial do programa (agendas ambiental e fundiária); Requerimentos de PD&I; Mecanismos de Financiamento; Articulação com Agricultura Familiar; e, Infraestrutura e Logística, segundo Frederico Durães, Chefe-Geral da Embrapa Agroenergia (AGROENERGIA, 2011).

### 3.4 Girassol

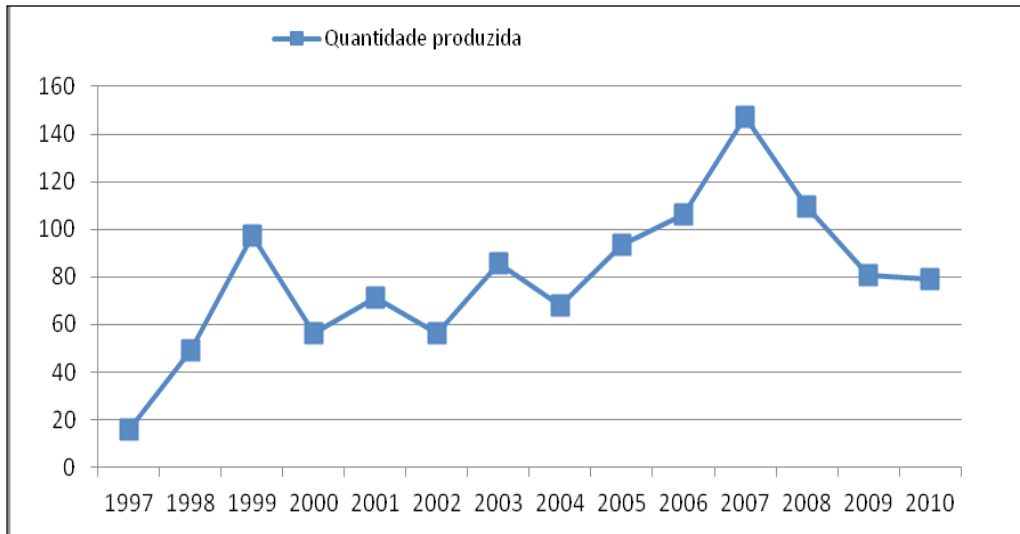
O girassol é uma cultura promissora para a produção de biodiesel pela sua boa capacidade de adaptação climática. Rende ao agricultor o óleo, a torta e ainda a possibilidade de consórcio com a apicultura. Representa também uma opção na rotação de cultura em regiões produtoras de grãos.

A cultura do girassol adapta-se a diversos ambientes, podendo ser cultivado em climas temperados, subtropicais e tropicais, sendo pouco influenciado pelas variações de latitude e altitude. Entre 27°C a 28°C situa-se a temperatura ótima para seu desenvolvimento. É resistente a baixas temperaturas entre 5°C a 8°C durante a germinação, emergência e em estádios iniciais de desenvolvimento. Temperaturas baixas após o início da floração podem afetar significativamente o rendimento. Alta umidade e baixas temperaturas podem ainda favorecer a ocorrência de doenças fúngicas (AGRICULTURA, 2011).

A região Centro-Oeste foi a responsável pela maior parte da produção nacional na safra de 2010/2011. Produziu 67,4 mil toneladas de girassol de um total de 79 mil toneladas produzidas no Brasil. Destas, o Estado do Mato Grosso, maior produtor nacional de girassol atualmente, produziu 52 mil toneladas (CONAB, 2012).

Entre os anos de 1997 e 2010 a produção de girassol cresceu a uma taxa anual de 8,58%. Observa-se (GRÁFICO 8) em 2007 a maior produção do período analisado e que em 2008 e 2009 a produção apresentou decréscimo. No entanto, verifica-se, que para o período como um todo (1991 para 2010), tal cultura apresentou uma taxa de crescimento de sua produção positiva (400%), demonstrando uma tendência de expansão.

Gráfico 8 – Quantidade produzida de girassol (mil toneladas) – Brasil - 1991 a 2010



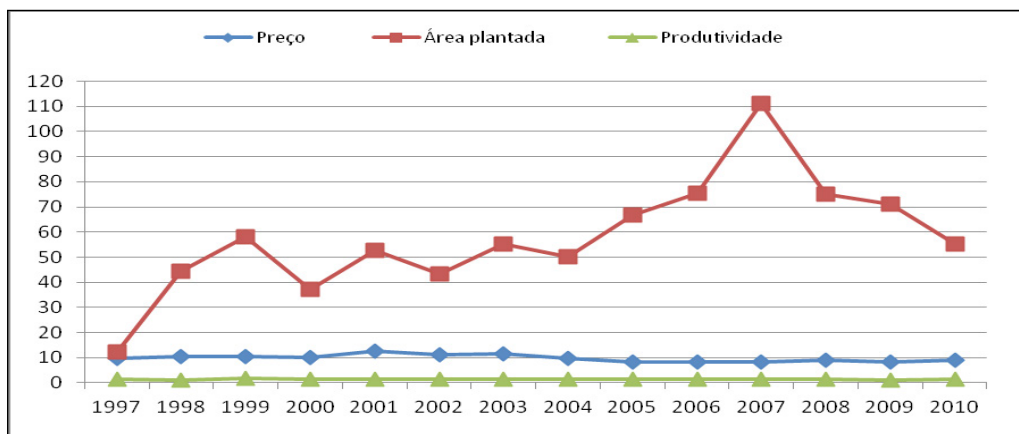
Fonte: Dados originais do IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

Durante os anos analisados, o preço e a produtividade mantiveram-se estável enquanto a área plantada sofreu variações, tendo períodos de crescimento intenso e outros de retração (GRÁFICO 9).

Relacionando essas variáveis (preço, produtividade e área do girassol) com a oferta do girassol no país, obtiveram-se os resultados da Tabela 6. Neles pode se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área plantada e da produtividade sobre a quantidade produzida de girassol foram significativos a um nível de significância de 5%. Nesse sentido, pode se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que o aumento em 1 kg/ha na produtividade aumenta em 72 toneladas a quantidade produzida. Ou seja, como a produtividade do girassol apresenta um valor baixo, em geral, qualquer alteração nos seus valores tem um impacto significativo na oferta dessa oleaginosa e uma variação de 1 hectare na área plantada altera a produção em 1,4 mil toneladas a quantidade produzida. O coeficiente que representa o preço defasado em um ano do girassol não foi significativo.



Gráfico 9 – Área plantada de girassol (mil ha), produtividade (t/ha) e preço (R\$/sc 60kg – deflacionado ano base de 1994) – Brasil - 1997 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE (2012) trabalhados pela pesquisa.

Tabela 6 – Regressão da quantidade produzida de girassol (mil t), em função do preço (R\$/kg deflacionado ano base 1994), da produtividade (kg/ha) e da área plantada (mil ha)

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Preço	Área	Produtividade
Produção girassol	-99,6039 (-3,2908)*	-44,7919 (-0,2479)	1,40077 (8,1854)*	0,0718809 (3,3187)*
R <sup>2</sup>	0,899790			

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%. Entre parênteses está a estatística t.

A área plantada aumentou com a criação do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) em 2004, no qual agricultores familiares inseriram o cultivo do girassol no calendário agrícola, na sua maioria consorciada a outras culturas. O alto custo do óleo de girassol em relação ao de soja é uma das dificuldades para seu uso na produção de biodiesel, além de seu diferencial de produto saudável que eleva sua demanda para fins culinários.

É o caso da empresa Pepsico que lançou versões dos salgadinhos Ruffles, Fandangos e Cheetos com óleo de girassol. Esta produção tornou-se viável a partir de parceria firmada entre a empresa e produtores de girassol do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. Cerca de 70% do óleo HOSO (*High Oleic Sunflower Oil*), um óleo de girassol ainda mais saudável, utilizado provêm dessa parceria, garantindo segurança no abastecimento e qualidade na produção (PEPSICO, 2011).

Atualmente a demanda por óleo de girassol no Brasil é maior que a produção nacional. O restante para suprir essa demanda é importado principalmente da Argentina (CONAB, 2011). O aumento da área plantada de girassol ainda é possível principalmente em regiões que já produziram uma área maior, como a região Sul.

Após a colheita de verão, a cultura do girassol pode ser uma boa opção para os produtores no inverno. Isso porque é uma planta resistente a temperaturas baixas e pode ser usada na “safrinha” em rotação com o milho (BIODIESELBR, 2006).

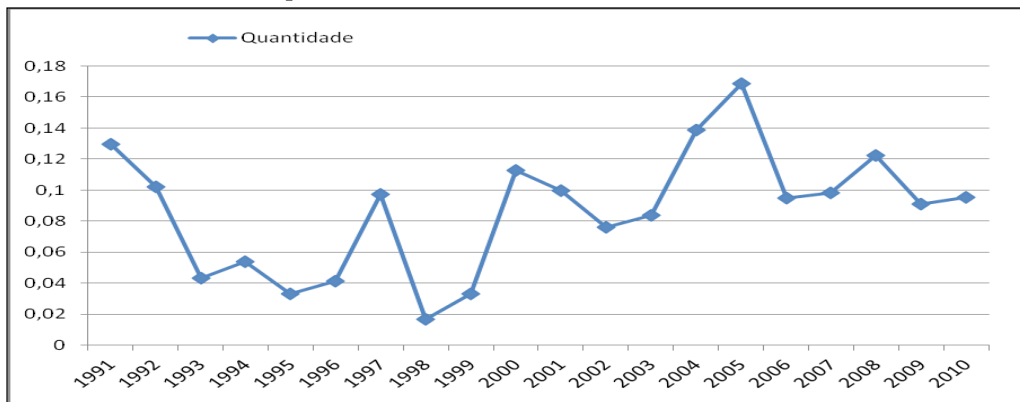
No caso da produtividade, ela é considerada baixa. Por isso, o aumento na produção pode ocorrer tanto de uma área plantada maior quanto de novas tecnologias que elevem a produtividade. Ressalta-se que alguns problemas de doenças (a mancha da alternaria e a podridão, principalmente o Mofo Branco, são consideradas as mais severas) e até mesmo de ataque e pássaros à plantação devem ser considerados nas novas pesquisas para se ter esse aumento da produção no futuro.

### 3.5 Mamona

O cultivo da mamona possibilita ao agricultor diversos tipos de exploração, desde cultivos mais tecnificados com uso de mecanização, adubação e irrigação, até cultivos mais rústicos, em grande parte com a adoção de operações manuais, sem uso de fertilizantes e em regime de sequeiro (BIOINFORMATIVO, 2011, p. 7).

A cultura da mamona no Brasil experimentou um período de plena decadência na década de 1990. Percebe-se, no Gráfico 10, que na safra de 1997/1998 teve-se a menor quantidade produzida no período analisado – 1991 a 2010 – e que, a partir do lançamento de diversos programas, no âmbito de diferentes esferas governamentais, cujo objetivo era incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel no país, apresentaram-se sinais de recuperação. Destaque deve ser dado ao ano de 2005 com a maior produção de mamona, ano seguinte à criação do PNPB. Desde o início do Programa, a mamona foi posicionada como uma das possibilidades para o fornecimento de oleaginosas para produção de biodiesel.

Gráfico 10 – Quantidade produzida de mamona (milhões de toneladas) – Brasil - 1991 a 2010

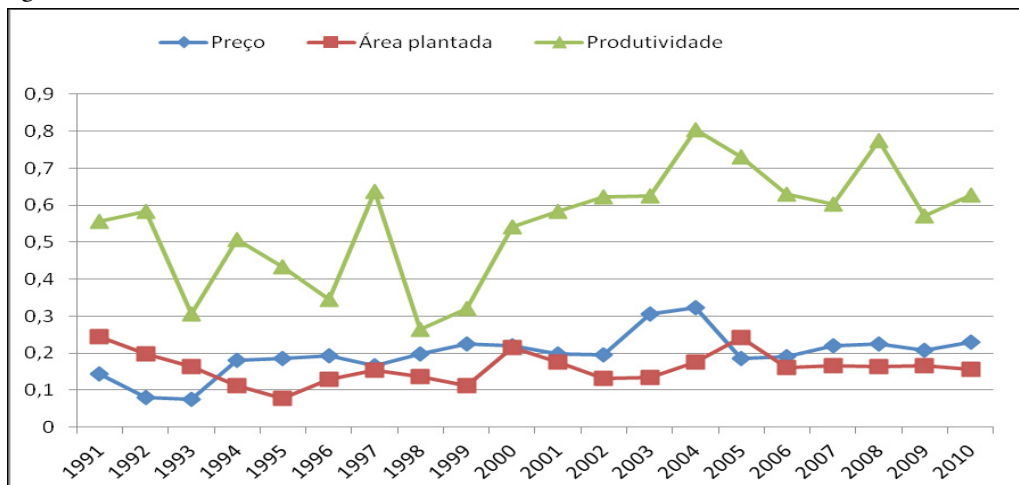


Fonte: Dados originais do IBGE trabalhados pela pesquisa.

Dentre as características que tornam a mamona uma opção de cultura agrícola no âmbito do PNPB, está o fato de ser resistente à seca, podendo ser cultivada em regiões semiáridas. Segundo o IBGE (2012), no Brasil a região Nordeste concentra a maior área plantada, sendo o Estado da Bahia o maior produtor nacional de mamona.

Entre os anos de 1991 a 2010 a produção de mamona no Brasil retraiu a uma taxa de -26,60%, com uma queda significativa. Observa-se no Gráfico 11 que o crescimento da produtividade acompanhou a produção, enquanto as variações no preço e na área plantada seguiram, em grande parte da série, a mesma tendência.

Gráfico 11 – Área plantada de mamona (milhões ha), produtividade (t/ha) e preço (R\$/kg – deflacionado ano base de 1994) – Brasil - 1997 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE trabalhados pela pesquisa.

A relação entre a produção de mamona e a sua produtividade é apresentada na Tabela 7. De acordo com o resultado da estimação, pode se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área plantada, do preço e da produtividade sobre a quantidade produzida de mamona foram significativos a um nível de significância de 5%. Pode se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que a variação de 1 t/ha na produtividade altera em 160.315 toneladas a quantidade produzida, enquanto a variação em 1 ha na área plantada altera em 0,46 toneladas a quantidade produzida. E a variação de R\$ 1,00 no preço defasado em um ano altera em 102,98 toneladas a produção. Observa-se que os resultados obtidos por Krohling et al.(2009) em sua estimação para mamona na Bahia, também foram significativos para área e preço.

Tabela 7 – Regressão da quantidade produzida de mamona (t) em função do preço (R\$/t), da produtividade (t/ha) e da área plantada (ha)

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Preço	Área	Produtividade
Produção mamona	-327,123 (-0,3555)	102,989 (3,5853)*	0,464224 (13,0258)*	160315 (14,7877)*
R <sup>2</sup>		0,986156		

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%. Entre parênteses está a estatística t.

O aumento da produtividade é um dos pontos essenciais para o aumento da produção nacional de mamona. Melhorias na produtividade, com consequente redução de custos por saca, adoção de novas práticas agrícolas e uso de novas variedades que permitam a mecanização da colheita, estão entre os desafios a serem enfrentados no cultivo da mamona. Isso porque, se forem considerados os dados da produtividade de 1991 para 2010, eles pouco alteram no que se refere à produtividade (passou de 0,55 t/ha para 0,62 t/ha). Mais do que isso, no intervalo desses anos tem-se produtividades bem superiores (como o ano de 2004 com valor igual a 0,8 t/ha), indicando que com a tecnologia existente já é possível ampliar a produção do país.

No caso da área, ao analisar o seu valor em 1991 *versus* o de 2010, percebe-se uma queda, passando de 245.688 ha para 157.187 ha. Assim, existe potencial para ampliação da área, utilizando terras já cultivadas em outras safras, podendo elevar com isso a produção.

Segundo levantamento da Conab (2012), na safra 2010/2011 a área plantada na região Nordeste foi de 209,4 mil hectares e a produção foi de 129,9 mil toneladas, com produtividade de 621 kg/ha, enquanto no Sudeste a área plantada foi de 7,9 mil hectares e a produtividade de 983 kg/ha; no Sul a área plantada foi de apenas 2 mil hectares e a produtividade foi de 1.798 kg/ha. Isso demonstra que, apesar da concentração da cultura estar no Nordeste, a produtividade é mais alta no Sul-Sudeste. No entanto, essas regiões são ocupadas por outras culturas, como soja, milho, cana-de-açúcar entre outras, coibindo o avanço da mamona nesses espaços (CONAB, 2012).

Destaca-se, por fim, que a utilização do óleo de mamona como matéria-prima para o biodiesel é considerada inviável em função da diferença de preços entre o óleo de mamona (R\$ 6,15/L) e o valor pago ao biodiesel (R\$ 2,57/L)<sup>7</sup>. Assim, se aumentar o preço para elevar a sua oferta, a viabilidade de seu uso para a produção de biodiesel se agrava ainda mais. Nesse sentido, esperar uma elevação da oferta desse óleo, via o aumento do preço, para se ter fomentação da produção de biodiesel, é inviável. Apesar disso, empresas de biodiesel têm comprado a produção da oleaginosa para garantir a parcela necessária de participação da Agricultura Familiar.

Outro agravante quanto ao uso do óleo da mamona para a produção de biodiesel é a alta viscosidade do biodiesel gerado com esse óleo, que não permite que ele seja usado em grandes concentrações. Por outro lado, o biodiesel de mamona possui características que devolvem lubricidade ao diesel (BIOINFORMATIVO, 2011, p. 8).

Essa característica pode ser importante para a produção de um óleo diesel com baixo teor de enxofre, o chamado S-50, comercializado a partir de 1º de janeiro de 2012 para cumprir a fase P7 do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, que estabelece níveis de emissões veiculares mais baixos (POSTO DE OBSERVAÇÃO, 2012).

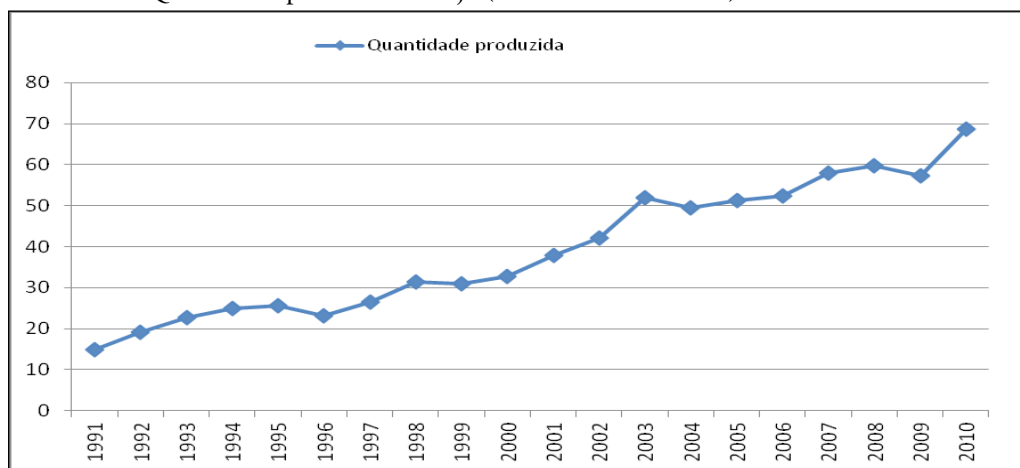
---

7 Valores referentes ao mês de setembro de 2012.

### 3.6 Soja

A produção brasileira de soja obteve um excepcional crescimento ao longo das últimas décadas, saltando de aproximadamente 15 milhões de toneladas no ano 1991 para uma safra de 68,7 milhões de toneladas em 2010. No período analisado – 1991 a 2010 – observa-se esse crescimento a uma taxa anual de 7,49% ao ano (GRÁFICO 12). Os estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás lideram a produção de soja no Brasil. Em 2010 produziram 73,6% da soja nacional. No entanto, a produção de soja está evoluindo também para novas áreas no Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (IBGE, 2012).

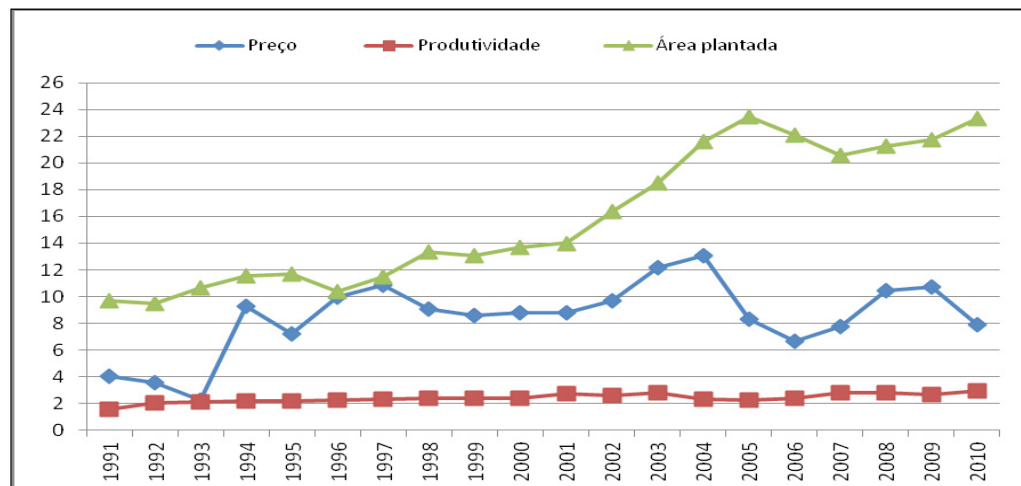
Gráfico 12: Quantidade produzida de soja (milhões de toneladas) – Brasil - 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE trabalhados pela pesquisa.

A taxa de crescimento da produção no período de 1991 a 2010 foi de 360,28%. Durante os anos analisados, a área plantada e o preço da soja sofreram variações, com tendência de crescimento, com exceção apenas de alguns anos. No caso da produtividade, esta sofreu uma elevação no início do período analisado – passando de 1,55 t/ha para 2,03 t/ha –, mantendo tendência de crescimento no resto do período, tendo em 2010 a produtividade chegado a 2,95 t/ha (GRÁFICO 13).

Gráfico 13 – Área plantada de soja (milhões ha), produtividade ( t/ha) e preço (R\$/sc 60kg – deflacionado ano base de 1994) - Brasil - 1991 a 2010



Fonte: Dados originais do IBGE trabalhados pela pesquisa.

Com o objetivo de identificar os fatores determinantes da oferta de soja no país, estimou-se o modelo apresentado na Tabela 8. De acordo com o resultado da estimação, pode-se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área plantada e da produtividade sobre a quantidade produzida de soja foram significativos a um nível de significância de 5%. Pode-se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que a variação em 1 t/ha na produtividade varia em 13.816.400 toneladas a produção. Enquanto uma variação em 1 ha na área plantada altera em 1,02 tonelada a quantidade produzida. O coeficiente que representa o preço defasado em um ano da soja não foi significativo.

Comparando os resultados aqui encontrados com o de Krohling et al. (2009), no qual a estimação feita foi a oferta de soja em função do preço defasado e da área para o estado baiano, eles não encontraram efeito entre o preço e a oferta de soja e obtiveram uma relação significativa e positiva entre a produção de soja e a área, corroborando, em parte, com os resultados aqui encontrados.

TABELA 8 – Regressão da quantidade produzida de soja (t), em função do preço (R\$/t deflacionado ano base 1994), da produtividade (t/ha) e da área plantada (ha)<sup>8</sup>

Variável dependente	Constante	Variáveis explicativas		
		Preço	Área	Produtividade
Produção soja	1,93691e+06 (3,0524)*	2216,84 (0,1311)	1,02415 (2,3140)*	1,38164e+07 (4,3919)*
R <sup>2</sup>		0,631973		

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Nota: \* significativo a um nível de significância de 5%.

8 Os testes econométricos dessa regressão apresentam-se no apêndice A.

O desenvolvimento no cultivo da soja, com sua expansão, só foi possível com a evolução da produção de soja no cerrado, o aperfeiçoamento e a ampliação do uso de tecnologias como a de plantio direto, novas variedades de sementes, mudanças do ciclo produtivo e antecipação do plantio. Esses fatores combinados permitiram a elevação da produtividade. A soja é um dos grandes expoentes da produção de óleo vegetal no Brasil e representou cerca de 80% das matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no ano de 2010, o que confirma a sua importância para a produção do biodiesel no país (BIOINFORMATIVO, 2011, p. 6).

O PNPB permitiu aos produtores de soja da agricultura familiar ganhos por dois lados. Primeiro, com o aumento da produtividade mediante assistência técnica, reduzindo os custos de produção da soja e segundo, com o aumento das receitas, mediante o pagamento do bônus. Assim, as cooperativas e os agricultores buscam a inserção no PNPB como fornecedores de oleaginosas nos critérios do Selo Combustível Social, permitindo a ampliação da produção de biodiesel com inserção social. Dessa forma, a busca pelo Selo Social, com assistência técnica, com o fornecimento de insumos como calcário, dentre outros, pode favorecer o aumento da produtividade e, conseqüentemente, a elevação da produção brasileira.

Conforme observado, a expansão da produção de soja no Brasil pode ocorrer pela combinação de expansão da área e da produtividade. O cultivo de soja pode expandir-se por meio de uma combinação de expansão de fronteira em regiões onde ainda há terras disponíveis, ocupação de terras de pastagens e pela substituição de lavouras onde não há terras disponíveis para serem incorporadas. O cultivo de cana-de-açúcar e da soja são duas atividades que competem por área no Brasil (AGRICULTURA, 2011).

Segundo o Ministério da Agricultura (2012), a cultura da soja é a que mais cresceu nas últimas três décadas no Brasil e corresponde a 49% da área plantada em grãos. A soja é essencial na fabricação de rações animais e seu uso na alimentação humana é crescente. A indústria brasileira transforma cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja por ano, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico.

O uso de práticas de agricultura sustentável, como a técnica do plantio direto e o sistema de integração entre lavoura e pecuária, permite que se tenha um uso intensivo da terra, com menor impacto ambiental, reduzindo a pressão pela abertura de novas áreas e contribuindo para a preservação do meio ambiente; portanto, o cultivo da soja orienta-se por um padrão ambientalmente responsável (AGRICULTURA, 2012).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O biodiesel está se estabelecendo como uma possibilidade concreta de substituição do diesel mineral, proporcionando menor dependência internacional do diesel com potencialidades de inserção social da agricultura familiar na cadeia produtiva, gerando renda e emprego e menores impactos ambientais, sendo uma fonte de energia renovável. No entanto, sua expansão depende, em grande medida, da disponibilidade de matéria-prima para sua produção. Por isso torna-se importante analisar a tendência de crescimento

da produção das oleaginosas – que são uma das fontes dessa matéria-prima – e seus determinantes.

Durante o período analisado, com exceção da mamona, todas as demais oleaginosas pesquisadas apresentaram uma evolução positiva. Destaca-se que essa tendência de crescimento da oferta de oleaginosa é extremamente importante para o dinamismo da produção de biodiesel. Ao mesmo tempo, evidenciou-se que os determinantes, em geral, da oferta dessas oleaginosas são a produtividade e a área plantada.

A elevação da produtividade é possível em praticamente todas as oleaginosas analisadas neste estudo, por meio de novas tecnologias de produção, desenvolvimento de novas cultivares, entre outros. No entanto, a área disponível para a produção de cada uma das oleaginosas tem limites e algumas até competem com outras culturas, não sendo possível expandir a área plantada para todas as oleaginosas estudadas. Por isso é importante planejar bem essas possíveis ampliações de áreas, investindo, quem sabe, na organização de janelas no calendário agrícola para o melhor aproveitamento da área nas entressafras e, incentivando, de forma significativa, a produtividade, por meio de investimentos em pesquisas e desenvolvimento via linhas de crédito destinadas para esse fim, dentre outros.

## REFERÊNCIAS

- ABRAPA, A; **Cadeia do algodão brasileiro: Desafios e Estratégias**. Biênio 2011/2012.
- AGROENERGIA EM REVISTA. **Palmas para o Dendê**. Embrapa, ano II nº2, maio 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=472>> Acesso em maio de 2012.
- BIODIESELBR. **Matérias-Primas para produção de Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/oleaginosas/index.htm>>. Acesso em jun.2012.
- BIOINFOMATIVO. **Centro de Referencia da Cadeia de Produção de Biocombustíveis para a Agricultura Familiar**, Ano I - Nº 3, 4, 5 e 6, 2011.
- BIOINFOMATIVO. **Centro de Referencia da Cadeia de Produção de Biocombustíveis para a Agricultura Familiar**, Ano I - Nº 7, 8, 9 e 10, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, **Séries Históricas**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>> Acesso em agost. 2012.
- EMBRAPA, AGROENERGIA. **Biodiesel**. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/kw\\_storage/keyword.2007605.2524316130/keyword\\_context\\_view](http://www.embrapa.br/kw_storage/keyword.2007605.2524316130/keyword_context_view)>. Acesso em: jul. 2012.
- EMBRAPA ALGODÃO, **Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar** Sistemas de Produção, 1-2a. edição. set. 2006. Disponível em:



<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/index.html)>. Acesso em: jul. 2012.

KROLING et al. **Bahia Análise & Dados**: O biodiesel na Bahia: uma análise da potencialidade baiana na produção de oleaginosas, Salvador, v.18, n.4, p. 659-669, jan./mar. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: jul. 2012.

MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO AGRARIO - MDA. **Cartilha do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) - inclusão social e desenvolvimento territorial - até 2010**. Disponível em: <[http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/biodiesel/arquivos-2011/Biodiesel\\_Book\\_final\\_Low\\_Completo.pdf](http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/biodiesel/arquivos-2011/Biodiesel_Book_final_Low_Completo.pdf)>. Acesso em: abr. 2012.

MINISTERIO DA AGRICULTURA. **Culturas**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas>>. Acesso em: set. 2012.

MINISTERIO DA AGRICULTURA. **Zoneamento agrícola orienta plantio de amendoim e mamona**. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2012/06/zoneamento-agricola-orienta-plantio-de-amendoim-e-mamona>>. Acesso set. 2012.

PARENTE, EXPEDITO J. de S.; **Biodiesel**: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado. Fortaleza, 2003.

SECRETARIA DA AGRICULTURA FAMILIAR - SAF. **Programa Biodiesel**. 2010. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel>>. Acesso em: abr. 2012.

PEPSICO. **Pepsico investe R\$ 57 milhões para tornar CHEETOS® mais saudável**. 2011. Disponível em: <<http://www.pepsico.com.br/downloads/pdfs/pepsico-investe-67-milhoes-para-tornar-cheetos-mais-saudavel-082011.pdf>>. Acesso em: set. 2012.

POSTO DE OBSERVAÇÃO. **Diesel com menos enxofre**. Órgão Oficial da Brascombustíveis, Edição mensal nº343 – ano 32, 2012.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS - SUFRAMA; **Projeto Potencialidades Regionais Estudo de Viabilidade Econômica Dendê**, Manaus Amazonas, julho 2003.

UBRABIO; **Informativo Ubrabio**. Disponível em: <[http://www.ubrabio.com.br/1891/Noticias/InformativoUbrabio9Edicao\\_171071/](http://www.ubrabio.com.br/1891/Noticias/InformativoUbrabio9Edicao_171071/)>. Acesso em: ago. 2012.

**APÊNDICE A – RESULTADOS DOS TESTES ECONÔMÉTRICOS**

	Teste RESET (especificação)	Teste de White (heteroscedasticidade)	Teste normalidade dos resíduos	Teste LM (autocorrelação)
Algodão	0,0507141 <sup>ns</sup>	7,15713 <sup>ns</sup>	4,43645 <sup>ns</sup>	0,00395057 <sup>ns</sup>
Amendoim	1,90878 <sup>ns</sup>	12,754 <sup>ns</sup>	0,259085 <sup>ns</sup>	2,23597 <sup>ns</sup>
Dendê	0,182277 <sup>ns</sup>	0,177096 <sup>ns</sup>	1,92719 <sup>ns</sup>	3,60174 <sup>ns</sup>
Girassol	0,435353 <sup>ns</sup>	10,7793 <sup>ns</sup>	2,84805 <sup>ns</sup>	0,327615 <sup>ns</sup>
Mamona	1,57528 <sup>ns</sup>	5,07638 <sup>ns</sup>	1,44948 <sup>ns</sup>	8,02424*
			1,03286 <sup>ns</sup>	
Soja	0,380517 <sup>ns</sup>	0,745886 <sup>ns</sup>	1,78371 <sup>ns</sup>	3,33946 <sup>ns</sup>

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: <sup>ns</sup> não significativo ao nível de significância de 5%, ou seja, não se rejeita  $H_0$ ; \* Significativo ao nível de significância de 5%, ou seja, rejeita-se  $H_0$ .

**APÊNDICE B – TESTE FIV PARA AS REGRESSÕES**

	Preço	Produtividade	Área
Algodão	1,033	1,007	1,027
Amendoim	1,006	1,012	1,015
Dendê	1,071	1,073	1,145
Girassol	1,167	1,110	1,231
Mamona	1,370	1,180	1,258
Mamona	1,403	1,180	1,300
Soja	1,316	1,133	1,199

Fonte: Resultados da pesquisa.