

# ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE DA MAMONA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO NORDESTE DO BRASIL

**Paulo Henrique Pereira de Meneses Vaz**

Graduando de Ciências econômicas/UFPE

Bolsista do PET-Economia

**Yony de Sa Barreto Sampaio**

Professor de Economia

Departamento de Economia/ Pós-graduação em economia, (PIMES)

Universidade de Federal de Pernambuco (UFPE)

Pesquisador do CNPq

**Everardo Valadares de Sa Barretto Sampaio**

Professor do Departamento de Energia Nuclear da UFPE

Pesquisador do CNPq

## **Resumo**

O objetivo desse artigo é analisar as condições necessárias para o desenvolvimento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) no nordeste brasileiro. A metodologia utilizada considera o custo de oportunidade da produção de mamona para os agricultores familiares para avaliar como se comportam diante de variações de preço e produtividade da mamona, apontada como o insumo mais adequado para o Biodiesel na região. Os resultados encontrados apontam para a necessidade de incrementos no nível de produtividade da cultura a fim de incentivar maior participação da agricultura tradicional. Há indícios de que uma média de produção próxima de uma ton/ha tornaria o plantio dessa oleaginosa viável para a maior parte desses agricultores. Contudo, um acréscimo um pouco maior se faz necessário para tornar o biodiesel de mamona mais competitivo frente ao derivado de óleo de soja, assinalado como o mais apropriado para atender o programa no âmbito nacional.

**JEL: Q12, Q13 e Q18**

**Palavras chaves:** Mamona, Biodiesel, Produtividade, Agricultura familiar, viabilidade econômica.

## **Abstract**

The aim of this article is to analyze the necessary conditions for the development of the Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) in Brazilian Northeast. The methodology consider the opportunity cost of castor beans production for family farmers to assess how they react to variations in price and productivity. Castor beans are identified as the most appropriate input to biodiesel in this region. Results show the need for increases in productivity in order to encourage greater participation of traditional farmers in the semi-arid. There is evidence that an average production close to one ton/ha turn production of castor beans viable for most of these farmers. However a higher increase is necessary to make

biodiesel from castor beans competitive in relation to biodiesel obtained from soybeans, pointed as the most appropriate to meet the program goals at the national level.

**JEL: Q12, Q13 e Q18**

**Key words:** Castor beans, Biodiesel, Yield, Family agriculture, economic viability

## **1. Introdução**

O biodiesel é uma fonte de energia renovável que pode ser utilizada substituindo total ou parcialmente o diesel proveniente do petróleo. É reconhecido por seu potencial de redução direta da emissão de CO<sub>2</sub> e pela possibilidade de utilização de diversos produtos e subprodutos agrícolas.

Obtido por meio de óleos vegetais, tem apresentado, além das vantagens ambientais, um aspecto positivo com respeito à inclusão social, visto que a expansão de sua produção está diretamente associada a uma ampliação proporcional das atividades agrícolas, gerando emprego e renda no setor primário. Países em desenvolvimento, como o Brasil e a Índia, são apontados como potenciais produtores dessa energia renovável em um momento de escassez crescente do óleo mineral, por apresentarem grandes extensões de terras produtivas não utilizadas e um amplo estoque de mão-de-obra não especializada compondo a agricultura tradicional.

No Brasil, a agricultura familiar é mais representativa nas regiões Norte e Nordeste, onde coexiste com um setor moderno do agronegócio. Por esse motivo, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), de 2004, associa a produção de biodiesel com a promoção da agricultura familiar à economia de mercado. O reflexo dessa postura do governo são os incentivos fiscais e a certificação por meio do selo de combustível social, responsável por agregar valor a essa produção quando proveniente da agricultura familiar.

A mamona, cultura de sequeiro, resistente à escassez de água, vem sendo a principal aposta do governo para o Nordeste. Sua produção é intensiva em mão-de-obra e terra, quase inexistindo a necessidade de investimento em capital físico, o que facilita a participação de agricultores familiares. O principal entrave decorre dos baixos níveis de produtividade alcançados historicamente na região, em torno de 531 kg/ha e com desvio padrão de 196 kg/ha, registrados entre 1976 e 2006 pela CONAB. Eventualmente, esse fato pode reduzir o número de interessados em ingressar nessa atividade em razão da baixa rentabilidade esperada e, por conseguinte, comprometer a oferta de óleos vegetais, principal fator de produção do biodiesel.

Esse trabalho pretende avaliar a rentabilidade da mamona dado o baixo nível de produtividade da mesma no Nordeste, e sua influencia sobre a produção de biodiesel, analisando a curva produtividade-preço em relação à restrição de compatibilidade de

produtores familiares. Pretende-se ademais, avaliar a competitividade da mamona frente à soja, da qual o Brasil é um dos maiores produtores mundiais.

Métodos ex-ante permitem analisar uma série de hipóteses sobre o comportamento dos agricultores familiares diante das variações de preços, produtividade e custos. Dessa forma, esse tipo de abordagem torna-se importante quando se está projetando ou reformulando um programa já existente.

## **2. Biodiesel e produção de óleos vegetais**

O biodiesel é um combustível renovável já em uso no Brasil, Estados Unidos e em alguns países da Europa, principalmente na Alemanha, sendo utilizado normalmente em veículos de passeio, transporte coletivo e na geração de energia elétrica.

Para classificar o nível da substituição tem sido comum a nomenclatura Bx para a mistura de x% do biodiesel ao diesel de petróleo, representando a substituição parcial ou total (B100) do óleo mineral. No Brasil, a Lei nº 11.097/05, estabeleceu a obrigatoriedade em todo o território nacional da mistura B2, a partir de 2008. Dessa forma, todo óleo diesel comercializado no país deverá conter 2% de biodiesel. A mesma lei aumenta o percentual de mistura obrigatória para o 5% em 2013. Vale ressaltar que, segundo o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), esses prazos podem ser antecipados dependendo da evolução da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima.

O Brasil, com mais de 90 milhões de hectares que podem ser incorporados ao processo produtivo de maneira sustentável, desponta como o país com maiores oportunidades para a produção de bioenergéticos. No Nordeste, além da cana de açúcar, é possível cultivar mamona, amendoim, gergelim, babaçu e outras oleaginosas. Somente para mamona, existe área de mais de 4,5 milhões de hectares aptas ao seu cultivo. No Norte, o dendê se afigura como a grande opção, pois existe mais de 50 milhões de hectares de áreas desmatadas, grande parte das quais com aptidão para o seu plantio. A soja, o girassol, o algodão e a canola despontam como as principais alternativas para o Centro Oeste, o Sudeste e o Sul do Brasil. (BELTRÃO E PERES, 2006)

Até março de 2007, segundo relatório do Ministério do Desenvolvimento Agrário divulgado no Portal SAF, a produção agrícola brasileira voltada para o biodiesel esteve assim distribuída: 70% da área plantada pela agricultura familiar brasileira estavam com a mamona, 24% com a soja, 5% com dendê e 1% com o girassol (*Biodiesel no Brasil: Resultados sócio-econômicos e expectativa futura, 2007*)

### **2.1 Mamona**

A mamona é uma cultura de sequeiro, tolerante à escassez de água, e por isso vem sendo apresentada como alternativa para a produção no semi-árido nordestino, região pobre e com potencial de produção limitado para outras culturas. Além disso, a produção é intensiva em terra e mão-de-obra, estando, portanto de acordo com o objetivo de inclusão de um grande número de agricultores familiares. Como não há necessidade de investimento em capital, não existem grandes barreiras para inserção de agricultores familiares nesse mercado.

Da industrialização da mamona, extraem-se o óleo e como subproduto tem-se a torta, que pode ser utilizada como fertilizante orgânico ou para a alimentação animal se desintoxicada. Normalmente, na contabilização dos custos de produção do óleo de mamona considera-se a venda dessa torta para reduzir-se o custo final do produto.

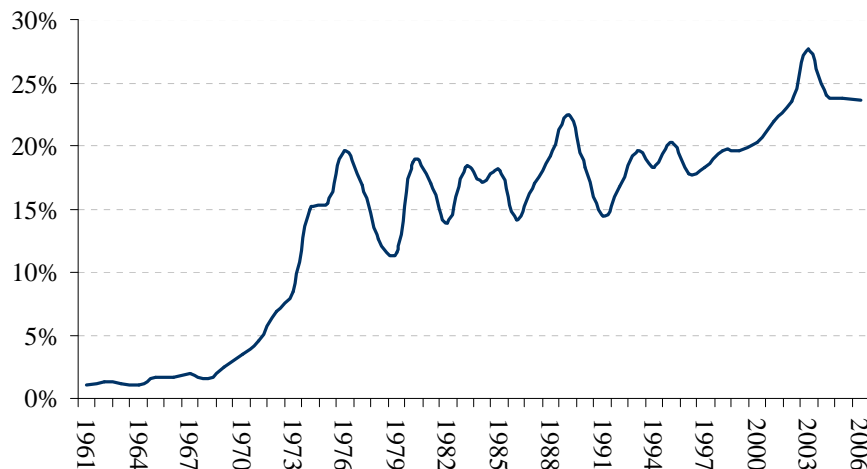
Essa cultura figura como a mais importante para a fabricação de Biodiesel no Nordeste. Ademais existe o aspecto social associado a sua produção, já que seu plantio pode ser consorciado com outras culturas, produzindo simultaneamente bens de consumo familiar

como feijão, amendoim e milho, sendo o primeiro considerado o mais apropriado por ser produto básico na cesta de alimentos e por não comprometer a produtividade da mamona.

## 2.2 Soja

A soja representa hoje das principais culturas do agronegócio brasileiro. A grande oferta de terras com possibilidade para mecanização permitiu a modernização da cultura e tornou o Brasil dos países mais importantes do mundo nesse mercado – figura 1.

**Figura 1** – Participação Brasileira na Produção Mundial de Soja



Fonte: FAO

No mercado mundial, os principais produtos exportados são o grão e o farelo. O óleo tem um mercado de menor importância, pela má qualidade em comparação com outros óleos vegetais. No entanto, o óleo de soja tem apresentado a cultura como uma grande opção para o biodiesel brasileiro. Afinal, a organização do mercado, a forte ligação com o mercado internacional, a transparência na formação dos preços contribuem para uma grande interação entre esse mercado e a produção de biodiesel.

Um ponto negativo que poderia ser apontado para a utilização do óleo de soja é a volatilidade dos preços da commodity no mercado internacional, de forma que a produção de biodiesel estaria exposta a essas variações. Algo semelhante ao vivido por detentores de carros bi-combustível, que sofrem com as variações no preço do açúcar. Contudo, Ferreira (2007), ao estudar a flexibilidade de utilização do diesel tradicional e o biodiesel de soja, concluiu através do método de simulações Monte Carlo, levando em consideração as variações nos preços da soja, que existe potencial de ganho no agregado. Ou seja, mesmo que em alguns momentos o biodiesel de soja seja mais custoso que o diesel mineral, esses

períodos são mais que compensados pelos momentos de queda no preço da commodity, destacando a competitividade da soja.

### **2.3 Dendê**

A planta conhecida nacionalmente como dendezeiro é originária da África e foi trazida ao Brasil por escravos oriundos desse continente. Primeiramente plantada no litoral e recôncavo Baiano, onde encontrava condições favoráveis, permaneceu por séculos atendendo apenas a demanda da culinária local.

Sua característica mais atraente, em termos de eficiência produtiva, é que apresenta a maior produção de óleo por hectare entre as oleaginosas, com rendimento de 4 a 6 toneladas de óleo/ha. Ademais, além do óleo de palma, seu principal produto, pode-se extrair dois subprodutos: o óleo de palmiste e a torta, que, assim como no caso da mamona, destina-se ao mercado de ração animal.

Apesar de bem adaptada na Bahia, a Amazônia brasileira é quem possui o maior potencial para o cultivo de dendê no mundo, apresentando larga disponibilidade de terras e mão-de-obra para seu plantio. Acredita-se que com pequena parte dessas terras disponíveis, cerca de 10%, já seria possível atender a demanda de B2 no Brasil, envolvendo 700 mil famílias e gerando três milhões de empregos.

Infelizmente, alguns problemas de infra-estrutura têm dificultado o desenvolvimento satisfatório da atividade na Amazônia. Dentre eles, o fornecimento de energia elétrica surge como o principal entrave. Assim, apesar de seu potencial produtivo, a produção de dendê ainda assume um papel secundário entre os insumos de produção do biodiesel brasileiro, não conquistando até o momento uma posição expressiva.

### **2.4 Girassol**

No Brasil sua produção é inexpressiva. O que ocorreu nos últimos anos, foi uma tentativa de recuperação da atividade no cerrado, com a re-introdução do plantio em 62 mil hectares concentrados no centro-oeste do país.

Novamente, é apontado o potencial brasileiro na produção de mais uma oleaginosa. Estima-se que se houver o cultivo de girassol em 20% da área da soja o país poderá se tornar o maior produtor mundial. O grande problema nesse caso parece ser a concorrência com a soja, sendo esta mais atrativa para os produtores.

### **2.5 Trade-off: Soja x Mamona**

Dentre as culturas produtoras de óleo vegetal despontam a mamona e a soja. Estas culturas apresentam organização produtiva bem distinta: enquanto a mamona é oriunda em maior parte da agricultura familiar a soja é um dos carros-chefe do agronegócio.

Assim, de uma maneira geral, o grande conflito está entre a capacidade de inserção social da mamona e sua competitividade frente à soja, que dentre as culturas apontadas apresenta o mercado mais consolidado e maduro. Considerando a expressividade da produção de mamona no Nordeste brasileiro para a produção de biodiesel, o conflito em questão parece relacionar a mamona e a soja. Este trabalho, portanto, busca investigar esta questão mais a fundo.

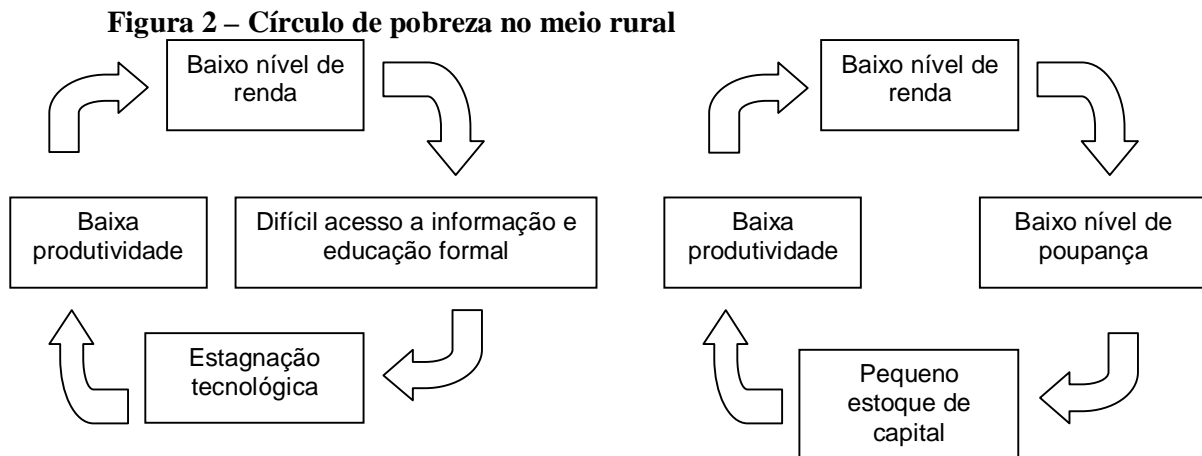
## **3. Agricultura Familiar Brasileira**

A agricultura tradicional é caracterizada por apresentar uso de mão-de-obra familiar, produção intensiva em terra e mão-de-obra, baixa produtividade marginal, baixo estoque de capital e alto nível de auto-suficiência.

Nos países menos desenvolvidos a agricultura familiar tende a representar a agricultura tradicional, apresentando assim problemas de baixa produtividade que dificultam a modernização desse segmento. Para muitos analistas essa estagnação tecnológica é de fato a característica definitiva da agricultura tradicional. Seria uma espécie de círculo da pobreza do meio rural que pode ser visto pela via do acesso a informação ou pela captação de poupança.

No primeiro momento, essa estagnação pode ser resultado do acesso limitado à informação, que dificulta a adoção de técnicas mais apropriadas por parte dos agricultores familiares. Uma vez que eles apresentam baixa produtividade e logo baixo nível de renda, deparam-se com dificuldades de acesso à informação e à educação formal, não conseguem aperfeiçoar satisfatoriamente a tecnologia adotada e, com isso sustentam a tecnologia atual, mantendo seu nível de renda baixo (Figura 2).

Em um segundo momento, considerando que haja informação precisa com respeito a que tecnologia deveria ser adotada, o ciclo pode ser visto do ponto de vista do acesso a capital, associado à aversão ao risco.



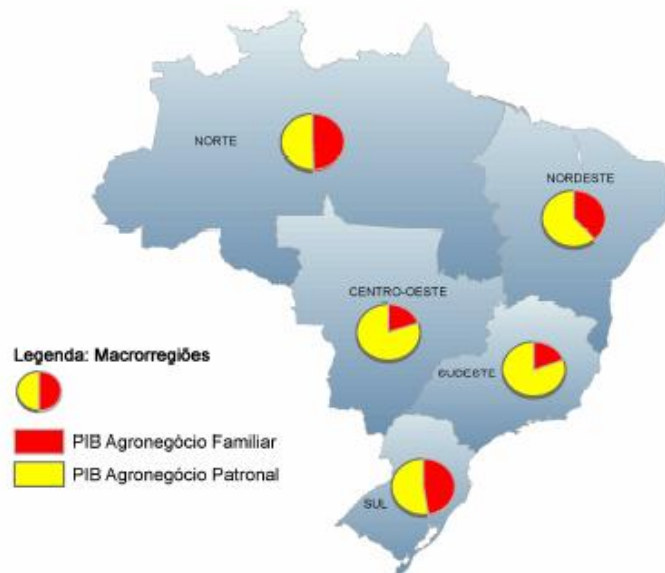
Elaborado pelos autores

Essa linha de raciocínio leva a crer que: “A pobreza é o preço da estagnação tecnológica na agricultura tradicional” (Ghatak e Ingersent, 1984)

Nos países menos desenvolvidos, existe normalmente dualismo econômico, no qual agricultores familiares, representantes da agricultura tradicional, e o setor moderno da agricultura coexistem. De fato, a agricultura familiar é bastante heterogênea no Brasil, indo desde produtores integrados àqueles mais voltados para a subsistência (Guanziroli e Cardim, 2000). No Brasil, o agronegócio patronal 19% do PIB nacional contra 9% da agricultura familiar, no ano de 2005, segundo Guilhoto et al. (2007).

A importância do setor no país pode ser visto na figura 3. A agricultura familiar tem maior importância no Sul, onde apresenta maior integração ao mercado. Nas regiões Norte e Nordeste a influência da agricultura familiar é evidente, todavia o dualismo é acentuado. “As propriedades familiares do Norte e também do Nordeste são bem diferentes das do Sul, pois sua existência é derivada de uma agricultura atrasada e de subsistência, ainda mantida pela saturação e o desemprego nos centros urbanos” (GUILHOTO et all, 2007).

**Figura 3 – Agricultura familiar no Brasil**



Fonte: Guilhoto et al (2007)

É nesse panorama que se insere o PNPB, com objetivo de incluir o Biodiesel na matriz energética nacional e contribuir com a inclusão social dos assentamentos da reforma agrária e comunidades de agricultores familiares, predominantemente no Norte e no Nordeste. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário, a expectativa, em função dos leilões realizados, é de que 210.000 agricultores familiares participem da safra 2007/8, em área superior a 600.000 ha. O Norte e o Nordeste contribuiriam com 12% e 37% da produção de biodiesel do país.

#### 4. Risco na produção de mamona

Está explícita na função objetivo do agricultor tradicional a aversão ao risco em relação às mudanças tecnológicas. Assim, para quebrar o círculo, faz-se necessário a redução desses riscos, a fim de motivar esses agricultores a ratificarem o acréscimo de produtividade e iniciarem um círculo virtuoso.

A produção agrícola, de uma maneira geral, defronta-se com situações de risco de produção (decorrente de variações no regime de chuvas, pragas e doenças) e riscos de preços (uma vez que o preço será determinado no exercício futuro e logo estará exposto a excesso de produção, políticas governamentais, etc.)

No caso da mamona não é diferente. O mercado, por sua vez, cria mecanismos para reduzir os riscos de preços incentivando uma produção planejada, com contrato previamente estabelecido entre os agricultores e a indústria de óleos vegetais. Uma espécie de operação de *hedge* que protegeria ambos os agentes econômicos.

Destaca-se que a fixação de preço pode não reduzir o risco para os agricultores familiares de regiões semi-áridas, limitando na verdade a capacidade dos mesmos de compensarem via aumento dos preços as perdas de produtividade causadas por condições climáticas adversas. Sarmiento (1983) mostra que a variância da receita do pequeno produtor não necessariamente se reduz com a política de estabilização dos preços, uma vez que esses estariam mais expostos a oscilações da oferta. Melo (1982), em acréscimo, mostra que o pequeno produtor por não ter capacidade de sobreviver ao risco prefere adotar estratégias de baixo risco mesmo que a custa de obter baixas produtividades.

Quanto ao risco de produção, a mamona tem uma vantagem comparativa nas regiões semi-áridas, pois apresenta-se mais resistente a períodos de seca, com impacto negativo

menor na produtividade nesses períodos que algumas culturas alimentares. Mas, em comparação com a agricultura de Cerrado, a mamona apresenta-se ainda com coeficiente de risco elevado. O desvio padrão da produtividade, no período de 1976/2006, é, por exemplo, 37% para a mamona no Nordeste e apenas 23% para a soja no Sul e no Centro-Oeste

A continuidade da produção depende de haver lucratividade com as menores produtividades, vista a baixa capacidade destes produtores de assumir risco. É como se o produtor não levasse em conta o lucro médio esperado, mas o lucro mínimo potencial.

## 5. Informação Assimétrica na produção de biodiesel de mamona

Na produção de mamona para biodiesel, a teoria de assimetria de informação pode servir para desenvolver uma resposta elegante a um possível entrave para os momentos iniciais de consolidação dessa atividade. Um problema esperado é que a indústria de óleo vegetal desconheça a que preço da mamona os agricultores familiares receberão incentivos a produzi-la, pois se deparam com duas incógnitas: a produtividade das terras e a renda média da família em questão, que por sua vez determina o custo de oportunidade associado a ela.

Na produção de biodiesel, a indústria de óleo vegetal deveria conhecer a produtividade dos agricultores para definir preços que compensem o custo de oportunidade dos agricultores familiares levando-os a produzir os insumos necessários para o desenvolvimento desse mercado. Ou seja, a indústria/governo precisa definir estímulos à produção levando em conta o custo de oportunidade dos agentes.

Apesar da oferta, com o amadurecimento do mercado, sinalizar aos empresários o número de produtores dispostos a produzir a um determinado preço, poderá haver um problema de informação assimétrica, que dificulte a obtenção de alocações mais eficientes no sentido de Pareto. Como a colheita da mamona ocorre vários meses após seu plantio, essa assimetria de informação pode ser custosa para o mercado que precisará de muito tempo até amadurecer e criar um histórico que permita maior grau de previsão aos agentes.

## 6. Metodologia e dados

### 6.1 Modelo de cálculo da iso-rentabilidade

É estabelecido modelo simples de avaliação ex-ante que permite gerar fronteira de iso-rentabilidade, para distintos valores de preço e produtividade.

Tomando-se o lucro líquido como

$$\Pi = (p - c) y ,$$

onde  $p$  é o preço da mamona,  $c$  o custo de produção unitário e  $y$  a quantidade produzida, e como a quantidade produzida é igual a produtividade ( $pr$ ) vezes a área ( $x$ ),  $y = pr \cdot x$ , assumindo  $x = 1$ , resulta em

$$\Pi = (p - c) pr ,$$

isto é, a rentabilidade por unidade de área, por hectare, por exemplo.

Para analisar a disposição dos produtores em participar do programa e produzir mamona, é necessário que a lucratividade compense, ou seja, que o lucro obtido seja igual ou superior ao obtido em atividade alternativa. Pode-se propor, assim, uma restrição de compatibilidade,

$$\Pi = u ,$$

onde  $u$  representa a renda alternativa, o custo de oportunidade, o qual é desconhecido pela indústria.

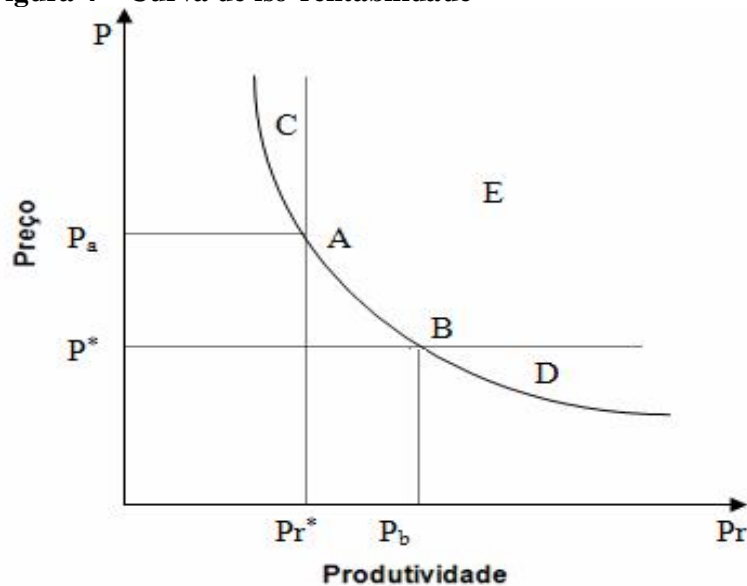
Assim, para  $\Pi = u = (p-c) pr$ , pode-se gerar curva de iso-rentabilidade, obtendo-se a combinação de valores de  $p$  e  $pr$  que tornam o produtor indiferente a produzir mamona ou



dedicar-se a outra atividade. O espaço abaixo da curva de iso-rentabilidade, que atende a restrição de compatibilidade, não é atrativo para o produtor. O mesmo só produzirá mamona se o lucro se situar sobre ou acima da curva.

Na Figura 4, ao longo da curva de iso-rentabilidade, estão expressos o ponto  $p^*$ , que representa o preço mínimo estabelecido pelo governo, e o ponto  $pr^*$ , a produtividade média calculada nos últimos anos. A partir desses pontos são traçadas retas que permitem obter os pontos A e B. O ponto A representa o preço mínimo,  $p_A$ , que torna a atividade lucrativa para a produtividade  $Pr^*$ . O ponto B representa a produtividade mínima,  $P_b$ , que torna a atividade lucrativa para o preço  $p^*$ .

**Figura 4 – Curva de iso-rentabilidade**



Elaborado pelos autores

Têm-se, assim, três áreas, C, D e E, acima da curva de iso-rentabilidade, nas quais é lucrativo produzir mamona. Na área C, a queda de produtividade é compensada pelo elevado preço. Na área D, o baixo preço é compensado pela alta produtividade. A área E, por fim, representa combinações de preço e produtividade acima dos seus mínimos. Abaixo da linha de iso-rentabilidade não há atrativo para o produtor produzir.

Apesar de obvio, chama-se atenção que, considerando a baixa capacidade de assumir risco da agricultura familiar, os valores mínimos devem representar, de fato, o valor mínimo e não um valor médio.

## 6.2 Dados e parâmetros

Os preços e as produtividades são obtidos da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), do IBGE, 2006. O preço mínimo utilizado foi o estabelecido pelo governo para a safra de verão de 2005, através da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), atribuindo o piso de R\$ 30,30 por saca (60kg) de mamona.

O custo de oportunidade necessário para obtenção da restrição de compatibilidade é obtido pela renda média alternativa dos agricultores familiares da região, com base em hipóteses abaixo expressas. Ou seja, a rentabilidade alternativa da cultura deverá ser no mínimo igual ao custo de oportunidade dos agricultores familiares, pois só assim os mesmos estarão incentivados a investir na produção dessa oleaginosa. Podem ser adotadas alternativas como, por exemplo, considerar produtividade e preços de culturas que podem ser plantadas no lugar da mamona, principalmente milho e feijão. Mas acredita-se que tomar o valor bruto da produção reflita mais adequadamente a diversidade produtiva dos produtores.

Com base nos dados do Censo Agropecuário 1995/96 do IBGE é estimada uma renda média entre os agricultores familiares. O parâmetro é gerado através da razão entre o valor bruto da produção e o número de estabelecimentos, ambos registrados no censo. Tomando-se o caso dos agricultores familiares do Nordeste, tem-se:

a) a renda média dos estabelecimentos familiares é R\$1472,83/ano

b) a renda média dos estabelecimentos familiares mais representativos do estado, considerados “quase sem renda”<sup>1</sup> é R\$ 479,38/ano

Em avaliações posteriores é mais plausível se usar a renda média encontrada entre os estabelecimentos familiares de baixa renda, já que estes representam 52,2% dos assentamentos familiares no Nordeste.

Considera-se que esta renda é obtida em dois hectares, área média cultivada por um agricultor familiar e também considerada como parâmetro por Expedito Sá Parente (2003) em seus cálculos de rentabilidade da mamona para produção de biodiesel.

No modelo de simulação utilizado para gerar a curva de iso-rentabilidade é utilizado o plantio isolado da mamona, com vários níveis tecnológicos, e o consórcio mamona-feijão. De acordo com os tratos culturais propostos pela Embrapa Algodão (2008), “o consórcio mais comum é com o feijão que é uma planta de ciclo rápido e que concorre pouco com a mamoneira”,

Dessa forma, parece plausível considerar que os agricultores apenas se sentiriam incentivados a participar do programa se houver uma rentabilidade mínima de R\$239,69/ha. Esta é a renda mínima considerada na equação de restrição de compatibilidade (u). Nota-se que este valor é um mínimo, podendo ser alterado para cima em função de melhorias do nível de vida.

## 7. Resultados

Dados os preços da mamona e do feijão, as produtividades, o nível tecnológico e o sistema de produção obtêm-se a rentabilidade para agricultores familiares da região, por tipo, aplicando-se a fórmula diretamente:

$$\text{Rent} = \text{Pm} * \text{E}(\text{Prodm}) + \text{Pf} * \text{E}(\text{prodf}) - \text{CT} , \quad (1)$$

onde Rent – rentabilidade, Pm – preço médio da mamona, Pf – preço médio do feijão, E(prodm) – produtividade esperada da mamona, E(prodf) – produtividade esperada do feijão

---

<sup>1</sup> A classificação de estabelecimentos familiares de “quase sem renda” é encontrada na tabela elaborada pelo Convênio INCRA/FAO, obtida no site da PRONAF.

e CT – custo total de produção por hectare. A rentabilidade e os valores adotados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Rentabilidade por Tipo**

	<b>Tipo</b>			
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Custo (R\$/ha)	444,72	526,32	609,96	699,72
Produtividade mamona (kg/ha)	1.000	1.200	1.000	1.200
Produtividade feijão (kg/ha)	-	-	300	300
<b>Rentabilidade (R\$/ha)</b>	<b>55,28</b>	<b>73,68</b>	<b>220,04</b>	<b>230,29</b>

Tipo 1 – Mamona – nível tecnológico baixo

Tipo 2– Mamona – nível tecnológico adequado para o cultivo em sequeiro)

Tipo 3 – Mamona e feijão –Nível tecnológico baixo

Tipo 4 – Mamona e Feijão (nível tecnológico adequado para o cultivo em sequeiro)

Fonte: cálculo dos autores. Dados básicos: Sistema de Custeio do BNB.

A cultura de mamona consorciada ao feijão apresenta rendimento mais elevado, principalmente para o nível tecnológico alto, com ampliação dos gastos em adubação e formicidas; apesar de elevar os custos em R\$88,00, o incremento de produtividade da mamona em 200 kg resulta em aumento da rentabilidade por hectare. O detalhe é que o BNB classifica como nível tecnológico baixo os planos de custeio que não envolvem esse investimento em adubação e formicidas. Ressalte-se que a agricultura familiar de sequeiro praticada no semi-árido não utiliza adubação e, assim, o nível tecnológico baixo é tomado como representativo das condições atuais.

O BNB assume que a produtividade varia entre 1000 e 1200kg/ha para Pernambuco e a EMBRAPA considera que é possível obter a produtividade de 1500 kg/ha, se adotadas as recomendações técnicas, para os dois tipos de mamona desenvolvidos para a região semi-árida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual, dos cultivares BRS 149Nordestina e a BRS188Sertaneja. Mas essa produtividade depende das condições e uma delas é chuva, imprevisível.

### **7.1 Simulação dos preços e produtividade requeridos para a viabilização da atividade**

Como detalhado na metodologia, a partir dos cálculos apresentados na seção anterior é possível estimar o preço mínimo e a produtividade mínima que atendem a restrição de compatibilidade, dados, no primeiro caso, a produtividade média observada e, no segundo caso, o preço médio e mínimo observados. Como a rentabilidade do sistema de produção consorciado é mais elevada, decidiu-se analisar apenas este sistema de produção.

**Tabela 2 – Simulação de preço e produtividade requerida para viabilizar a atividade no Nordeste <sup>2</sup>**

	<b>Nordeste</b>
Preço mínimo (R\$ / kg)	0,65
Produtividade mínima ao preço mínimo (Kg / ha)	901,86
Produtividade mínima ao preço médio (Kg / ha)	764,29

<sup>2</sup> O tabela 1, em anexo, contém os parâmetros utilizados nas simulações.

Preço mínimo a tecnologia adequada (prod = 1500/ha) (R\$/kg)	0,30
--	------

Elaborado pelos autores

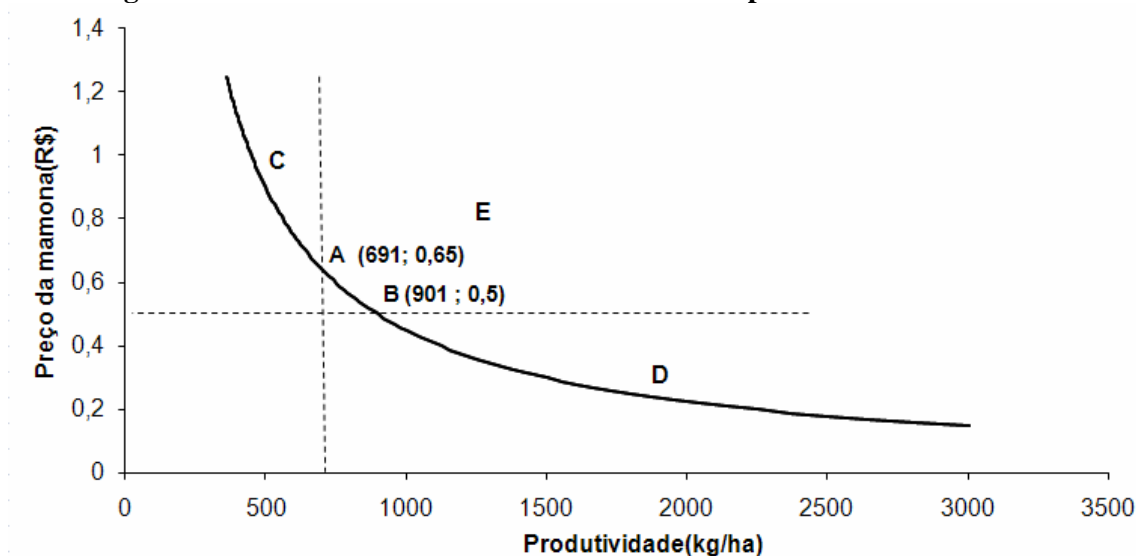
Dados básicos: CONAB, PAM – Produção Agrícola Municipal – 2006 a de Custeio do BNB

Nota-se, na tabela 2, que o preço mínimo estimado para o Nordeste (R\$0,65, com produtividade média) é superior ao preço médio observado, R\$0,59/kg, e ao preço mínimo do governo que seria em torno de R\$0,50/kg. Ou seja, com a produtividade média observada no Nordeste, de modo geral, o agricultor familiar só se sentiria inclinado a produzir com elevação substancial do preço de garantia (de R\$0,50/kg para R\$0,65/kg).

Ademais, com base no preço médio e mínimo, as produtividades requeridas encontram-se acima da produtividade média observada entre 2004-06 (691,56kg/ha). Dessa forma, dados os preços observados e a produtividade média também observada, não se atende à restrição de compatibilidade. Em consequência, não existe, a estes preços e produtividades, interesse do agricultor familiar na produção de mamona. A figura 5 permite observar com clareza, no ponto A, que ao nível de produtividade atual da região, o preço da mamona que tornaria viável sua produção, de R\$ 0,65/kg, está acima dos preços praticados. Este preço mais elevado pode vir a ocorrer caso a demanda se apresente bem superior à oferta ou o governo decida estabelecer preço mínimo mais elevado, na expectativa de induzir aumentos de produtividade. Por outro lado, no ponto B, ao preço mínimo considerado, de R\$ 0,50/kg, a produtividade necessária, de 901,86 kg/ha, excede a média registrada nos últimos anos.

Adicionalmente, considerado o risco de produção, deveriam ter sido tomados o preço mínimo observado e a produtividade mínima obtida, e não a produtividade médios, o que desloca as linhas pontilhadas na direção da origem, aumentando a distancia para a área de viabilidade acima da curva de iso-rentabilidade.

**Figura 5 – Curva de iso-rentabilidade da mamona para o Nordeste**



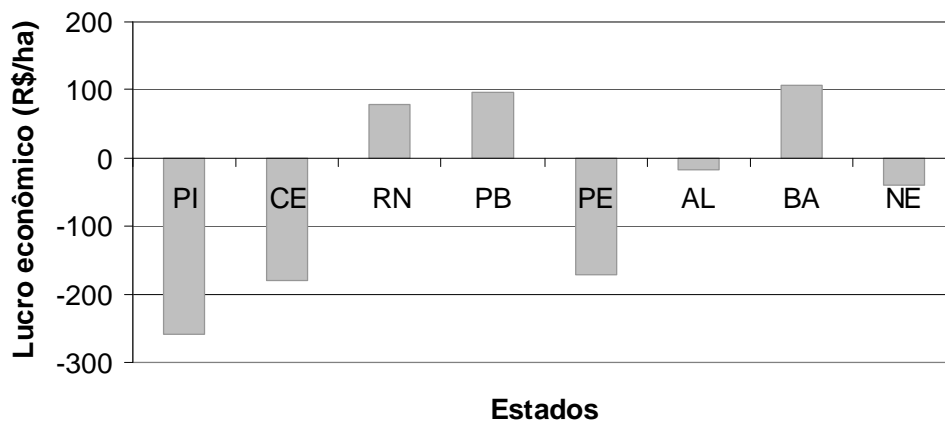
Elaborado pelos autores

Os limites estabelecidos pela fronteira de iso-rentabilidade encontram-se nítidos. Caso a produtividade caia abaixo da média, uma possibilidade muito concreta em se tratando de região semi-árida, o agricultor familiar só estará acima do nível do custo de oportunidade se o preço for elevado na proporção que a produtividade caia (área acima da fronteira à esquerda da linha de produtividade atual, área C). Caso o preço caia abaixo do mínimo considerado, o

que já ocorreu em Irecê e ocorre frequentemente, o agricultor familiar receberia menos que o custo de oportunidade se a produtividade não fosse sendo elevada (área acima da fronteira e abaixo da linha de preço mínimo, área D). A área acima da fronteira à direita da linha de produtividade e acima da linha de preço mínimo requer, para estimular a produção, tanto elevação da produtividade como elevação do preço médio (área E).

As tabelas 4 e 5, em anexo, trazem essa mesma análise desagregada por Estado, testando a viabilidade para o pequeno produtor local. O resultado é apresentado em conjunto graficamente na figura 6, expondo o lucro econômico por hectare em cada estado, dados os preços praticados localmente no período 2004-2006.

**Figura 6 – Lucro econômico da atividade de mamona no Nordeste por Estados (2004-06)**



Elaborado pelos autores

Apenas três estados são considerados viáveis para a produção de mamona, dados os preços médios e a produtividade média registrados em cada um deles no período. A atividade na Bahia, maior produtora no país, tem se apresentado rentável, decorrente da combinação entre baixa renda dos agricultores familiares e boa produtividade do feijão. Já no Rio Grande do Norte, o preço alto, R\$0,71, é que vem ratificando a viabilidade, compensando a insuficiente produtividade da mamona. Na Paraíba, apesar do preço ainda estar alto, a viabilidade vem sendo percebida pelos níveis de produtividade da mamona nos últimos três anos, 900kg/ha, sendo a maior produtividade registrada entre os produtores do Nordeste. Os dados, para estes três estados, mostram que é possível que ocorram preços e produtividades elevadas que viabilizem a produção. No entanto, argumenta-se, dada a aversão ao risco dos produtores, que para haver incentivo é necessário que esses valores sejam superiores aos mínimos na maioria dos casos e não apenas como valor esperado médio. Além disso, o preço mais elevado no Rio Grande do Norte é circunstancial, devido à pequena produção local,

esperando-se uma maior uniformidade entre Estados com a expansão da atividade para produção de biodiesel.

## 7.2 Competitividade do Biodiesel Nordeste – Mamona VS Soja

Nesta seção analisa-se a competitividade da mamona em relação à soja. Dadas as características da oferta de insumos para a produção de biodiesel, cabe calcular a participação do preço da mamona na determinação do preço do Biodiesel e simular os efeitos de possíveis alterações de preço.

Sabe-se que o Biodiesel proveniente da mamona e advindo de agricultores familiares recebe incentivos fiscais em sua comercialização. O selo de combustível social isenta os produtores de biodiesel do pagamento do PIS/COFINS, sendo dessa forma mais plausível simular o preço do biodiesel na bomba e posteriormente compará-lo com o proveniente da soja, apontado atualmente como o mais competitivo.

Vilar (2006) chegou ao resultado de que a soja seria mais competitiva, capaz de produzir um óleo mais barato na bomba, como pode ser visto na tabela 3.

**Tabela 3 - Custo de produção e preço na bomba do biodiesel proveniente da soja e da mamona**

TIPO DE ÓLEO	OBTENÇÃO DO ÓLEO	CUSTO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL (R\$/LITRO)	PREÇO DO BIODIESEL NA BOMBA(R\$/L)
Soja <sup>1</sup>	Extração por solvente	0,97	1,51
	Extração de prensagem	1,01	1,57
Mamona	<b>Agricultura familiar</b>		
	Extração por solvente	1,12	1,67
	Extração por prensagem	1,12	1,68

<sup>1</sup> O preço da soja em grãos é R\$19,00/saca(60kg), cotado em abril de 2006 –FOB Luís Eduardo Magalhães -BA  
Fonte: Vilar(2006)

Para simular a competitividade relativa da mamona em relação à soja, é usado modelo simples de simulação:

$$P_b = C ( 1 + \mu ) / R \quad (2)$$

$P_b$  = Preço do biodiesel na bomba

$C$  = Custo de produção de 1 litro de biodiesel

$\mu$  = Margem de lucro (10%)

$R$  = Preço de Realização pela Petrobrás<sup>3</sup>

O custo de produção de 1 litro de biodiesel provém do custo de extração do óleo vegetal. No caso da mamona:

$$C_b = Q_m * P_m + C_e - Q_f * P_f + C_i \quad (3)$$

$C_b$  = custo de produção de 1 litro de biodiesel

$Q_m$  = quantidade de mamona, em bagas, necessário para produzir 1 litro de óleo

$P_m$  = Preço da mamona + frete(R\$/kg)

<sup>3</sup> O preço ou percentual de realização é o preço da bomba menos gastos com distribuição, revenda, ICMS e Pis/confins. Será diferente entre o biodiesel proveniente da soja e da mamona e pode ser visto na Tabela 2, em anexo.

$C_e$  = custos de extração/ L

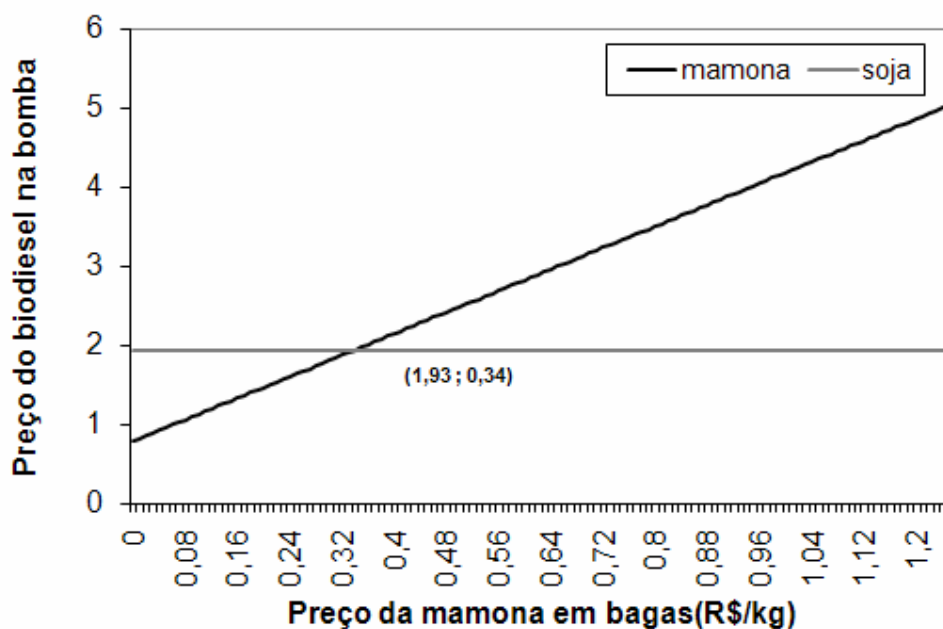
$Q_f$  = Quantidade de farelo gerado na produção de 1 litro

$P_f$  = Preço de venda do farelo - (ICMS, PIS, COFINS, Comissão sobre vendas, sacaria)

$C_i$  = Custo de industrialização do Biodiesel

É possível traçar, com base no modelo, uma relação indireta entre o preço da mamona e o preço do biodiesel na bomba. O resultado encontra-se na figura 7, com dados básicos na tabela 3 em anexo.

**Figura 7 – Preço do biodiesel-B100 de mamona e de soja em função do preço da oleaginosa**



Elaborado pelos autores

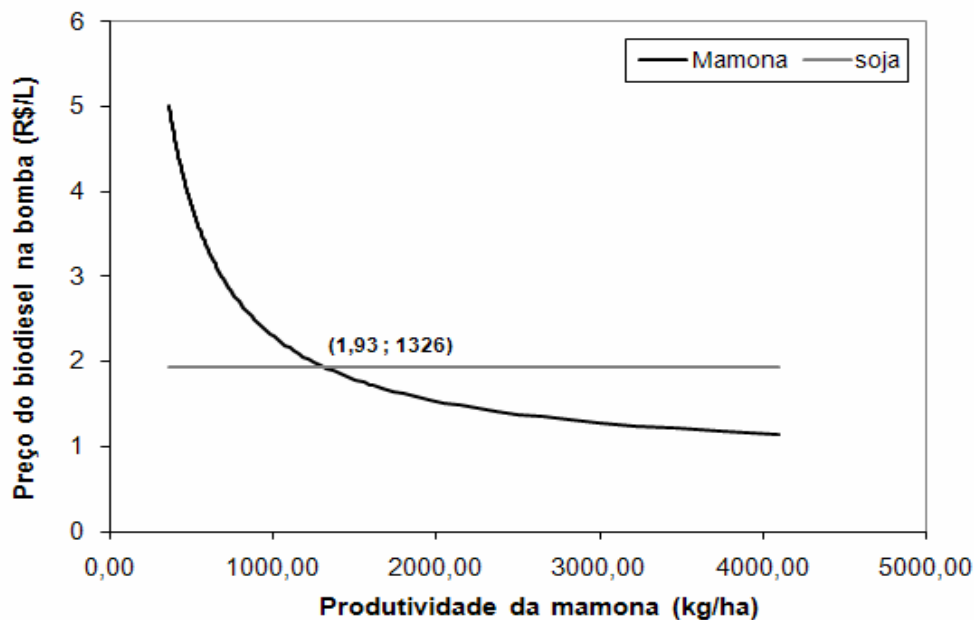
Como pode ser visto, o Biodiesel proveniente da mamona é mais competitivo que o de soja até o ponto no qual o preço da mamona é menor ou igual a R\$0,34/kg. A partir desse ponto o biodiesel de soja será mais barato que o da mamona. Esse resultado parece estar de acordo com as pesquisas realizadas até então, visto que, aos preços da mamona registrados atualmente, a soja de fato parece ser uma cultura mais competitiva, sendo forte candidato a alimentar a produção de biodiesel do país.

Ademais, o mercado sinaliza certa estabilidade dessa relação, pois o coeficiente de variação dos preços da soja, em 2006, e na 1ª metade de 2007 foi de 4,6% e 2%, respectivamente, segundo cálculos do Cepea (2007).

Ora, a esse preço, dada a produtividade média atual, a mamona não é atrativa para os produtores de biodiesel. A competitividade da mamona depende, assim, crucialmente, da elevação da produtividade média, a qual permite baixar o preço mínimo e confere competitividade relativa.

O modelo também nos permite traçar uma relação indireta entre o preço do biodiesel na bomba e a produtividade da mamona. Uma vez que o preço é função da produtividade no modelo (1), pode-se substituir a expressão (1) na formula (3). O resultado está na figura 8.

**Figura 8 – Preço do biodiesel-B100 de mamona e de soja em função de sua produtividade agrícola**



Elaborado pelos autores

As simulações anteriores apontam que um aumento da produtividade da mamona no Nordeste pode resultar em uma redução dos preços. A produção acima de 1326//ha torna o biodiesel proveniente da mamona mais competitivo, possibilitando a consolidação do programa na região Nordeste, sendo sustentável pelas leis de mercado.

É importante frisar que a tecnologia utilizada, a qual por sua vez define a produtividade potencial da mamona, deve ser garantida pelos produtores de biodiesel com Selo de combustível Social. Para a obtenção do mesmo, junto ao Ministério de Desenvolvimento Agrário, esses produtores devem assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares ao conseguirem contratos negociados.



Assim, para o desenvolvimento do programa no Nordeste, parece de fundamental importância a participação efetiva de órgãos de pesquisa agrícola junto aos produtores de biodiesel certificados. Essa parece ser condição para tornar os fornecedores de insumos mais preparados tecnicamente para prestar assistência técnica para o plantio dessa oleaginosa e conseqüentemente consolidar a produtividade em um patamar mais elevado, próximo aos 1500 kg/ha, produtividade considerada possível pela Embrapa, a fim de viabilizar o projeto.

## **8. Conclusões**

O PNPB representa importante programa, pelo potencial efeito positivo sobre o meio ambiente e por propiciar fonte adicional de renda para os agricultores familiares da região semi-árida. Contudo há necessidade de participação efetiva dos órgãos competentes para a geração e/ou difusão de tecnologias que elevem a produtividade da mamona, principal insumo para a produção do biodiesel no semi-árido.

A análise desenvolvida destaca que o preço mínimo estabelecido pelo governo é insatisfatório para atrair os pequenos produtores, mantida a baixa produtividade regional. Aos preços vigentes, a renda obtida é inferior à renda alternativa assumida na restrição de compatibilidade.

A elevação da produtividade afigura-se mais promissora, uma vez que a elevação de preço pode retirar competitividade do biodiesel de mamona frente ao derivado da soja. Afinal, para o produtor de biodiesel não importa tanto a proveniência do insumo, mas o seu custo relativo a alternativas. Naturalmente, quando se fala de custo, trata-se de comparação de quantidades equivalentes, levando-se em conta diferenças de qualidade e características específicas das culturas concorrentes.

Ademais, reflexões com respeito ao incremento da produtividade devem levar em consideração a aversão ao risco dos agricultores familiares, que não costumam se guiar pelo retorno médio esperado, mas sim pelo retorno mínimo potencial da atividade. As tentativas de inversão do círculo vicioso da estagnação tecnológica devem atentar para a redução principalmente dos riscos de produção causados por fatores climáticos, bastante comuns em regiões semi-áridas.

Em conclusão, os resultados do trabalho apontam algumas dificuldades para a expansão do mercado de mamona na maioria dos Estados do Nordeste, tendo em vista a produtividade e os preços praticados em cada um deles nos últimos anos. Nas condições atuais, o biodiesel de soja parece ser mais competitivo, apresentando um preço ao consumidor final menor que o proveniente da mamona, ainda que este goze de maiores privilégios fiscais. Contudo, os mesmos resultados sinalizam soluções aparentemente factíveis para o problema, através da elevação da produtividade, de modo a viabilizar o programa, unindo as vantagens ambientais do biodiesel às vantagens sociais da agricultura familiar.

## **9. Referência bibliográfica**

BNB, Banco do Nordeste do Brasil, plano de custeio, 17/05/2006

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada). Preços da soja no Brasil variam pouco nesta safra. 26 de Junho de 2007.

[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_soja.doc](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_soja.doc)

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, <http://www.conab.gov.br>

CSI, Centro de Inteligência da Soja – [www.csi.com.br](http://www.csi.com.br). Acessado em 08/05/2008

EMBRAPA, Portal de Informações sobre mamona,

[http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma\\_mamona\\_e](http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona_e)

<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cultivares.html>

[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/tratos\\_culturais.html](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/tratos_culturais.html)

- FERREIRA, Leonardo Leandro. Flexibilidade na Utilização de Diesel ou Biodiesel, Uma Abordagem Utilizando a Teoria de Opções Reais. 2007. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas – RJ
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, [www.fao.org](http://www.fao.org)
- GHATAK, S. & INGERSENT. Agricultural and Economic Development. Johns Hopkins University Press. 1984.
- Governo do Brasil. Lei 11.097, Brasília, 13 de janeiro de 2005.
- GUANZIROLI, C.E. & CARDIM, C.E., coord., Novo Retrato da Agricultura Familiar – o Brasil Redescoberto, Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO, Brasília, 2000.
- GUILHOTO, J. J. M. ; ICHIHARA, Silvio Massaru ; SILVEIRA, Fernando Gaiger da et al. A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL E EM SEUS ESTADOS. In: 35º Encontro Nacional de Economia, 2007, Recife.
- IBGE. Censo Agropecuário 1995-1996
- IBGE. Produção Agrícola Municipal 2006.
- INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, [www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)
- MELO, F. H. A Política Econômica e a Pequena Produção Agrícola, Anais do IX Encontro Nacional de Economia, vol. 2, p. 521-563, Brasília, 1982.
- MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. <http://www.mda.gov.br/saf/index.php?sccid=294> Acessado em 08/05/2008, relatório: *Biodiesel no Brasil: Resultados sócio-econômicos e expectativa futura* (mar/2007)
- PARENTE, E. J.de S. et al. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.
- PERES, J.R.R ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial. In: José Rincon Ferreira; Carlos Manuel Pedroso Neves Cristo. (Org.). O futuro da indústria: biodiesel. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2007, cap.5, p. 67-82.
- SARMENTO, Oswaldo; CAMPELLO, Fernando. Estabilização de preços agrícolas como política de redução de riscos: Um comentário. Revista Brasileira de Economia, 1983, vol. 37.
- VILAR, Adriana Isola. O Uso do biodiesel de mamona como fonte alternativa de energia: possíveis repercussões sobre o semi-árido, Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

## ANEXO

**Tabela 1 – Parâmetros considerados na simulação dos preços e produtividade**

	<b>Nordeste</b>
Produtividade média da mamona <sup>1</sup> (kg/ha)	<b>691,56</b>
Produtividade média do feijão <sup>2</sup> (kg/ha)	<b>411,05</b>
Preço médio do feijão (R\$/kg)	<b>0,97</b>
Preço médio da mamona (R\$/kg)	<b>0,59</b>
Preço mínimo da mamona (R\$/kg)	<b>0,5</b>
Custo de produção consorciada (nível tecn. Baixo) (R\$)	<b>609,96</b>
Custo de oportunidade / há	<b>239,69</b>

<sup>1</sup>-A produtividade média da mamona entre 2004-06

<sup>2</sup>- A produtividade média do feijão entre 2002-06

Elaborado pelos autores

Dados básicos: CONAB, PAM - Produção Agrícola Municipal(2006) - IBGE e Sistema de custeio do BNB

**Tabela 2 – Preço de Realização da Petrobrás**

<b>Mamona</b>	
Preço de bomba	100,00%
(-) Despesa com Distr. e Revenda	9,40%
(-)ICMS	17,00%
(-)PIS/COFINS(*)	isento
(=) Percentual de Realização	73,60%
<b>Soja</b>	
Preço de bomba	100,00%
(-) Despesa com Distr. e Revenda	9,40%
(-)ICMS	17,00%
(-)PIS/COFINS(*)	2,99%
(=) Percentual de Realização	70,61%

**Vilar(2006)**

**Tabela 3 – Parâmetros considerados no cálculo do preço do Biodiesel de mamona e soja**

Preço da Soja saca(60kg) <sup>1</sup>	R\$ 21,93		
Custo de produção do óleo de soja		Custo de produção do óleo de mamona	
Frete (R\$/ton)	88,00	Frete (R\$/ton)	66,00
Extração por Solvente ( produção de 1 ton de óleo)			
Percentual de óleo em 1 ton de soja	19%	Percentual de óleo em 1 ton de mamona	44%
Qs (kg)	5263,16	Qm (kg)	2273,00
Percentual de torta	75%	Percentual de torta	50%
Qf (kg)	3947,37	Qr (kg)	1136,50
Ce (R\$/ton)	131,53	Ce (R\$/ton)	296,62
Pf (R\$/ton)	401,62	Pf (R\$/ton)	203,02
Ci (litro)	0,303	Ci (litro)	0,303

<sup>1</sup> Preço médio registrado em Barreiras CIF – BA em 2006

Elaborado pelos autores

Dados básicos: Vilar(2006) e CIS – Centro de Inteligência da Soja

**Tabela 4 – Parâmetros considerados nas simulações, por Estados**

	PI	CE	RN	PB	PE	AL	BA	NE
Produtividade média da mamona (kg/ha) <sup>1</sup>	496,16	730,93	707,89	929,51	599,65	400,00	709,28	<b>691,56</b>
Produtividade média do feijão (kg/ha) <sup>2</sup>	234,90	322,76	429,20	382,87	393,09	495,64	567,17	<b>411,05</b>
Preço médio do feijão (R\$/kg) <sup>3</sup>	1,22	0,96	1,01	1,11	1,07	0,84	0,87	<b>0,97</b>
Preço médio da mamona (R\$/kg) <sup>3</sup>	0,61	0,52	0,71	0,62	0,52	1,00	0,60	<b>0,59</b>
Preço mínimo da mamona (R\$/kg)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>0,5</b>
Custo de produção consorciada (nível tecn. Baixo)(R\$)	609,96	609,96	609,96	609,96	609,96	609,96	609,96	<b>609,96</b>
Custo de oportunidade / ha	237,37	263,42	247,50	291,77	295,76	223,21	201,51	<b>239,69</b>

<sup>1</sup>-produtividade da mamona entre 2004-2006

<sup>2</sup>-produtividade do feijão entre 2002-2006

<sup>3</sup>-Preços de 2006

Elaborado pelos autores

Dados básicos: CONAB, PAM - Produção Agrícola Municipal - 2006 – IBGE e Sistema de custeio do BNB

**Tabela 5 – Simulação de preço e produtividade requerida para viabilizar a atividade no Nordeste (desagregado por Estados)**

	<b>PI</b>	<b>CE</b>	<b>RN</b>	<b>PB</b>	<b>PE</b>	<b>AL</b>	<b>BA</b>	<b>NE</b>
Preço mínimo	1,13	0,77	0,60	0,51	0,81	1,04	0,45	0,65
Produtividade mínima ao preço mínimo	1121,00	1124,02	846,90	956,74	972,40	832,51	635,78	901,86
Produtividade mínima ao preço médio	920,54	1078,13	597,25	774,39	927,75	416,26	530,05	764,29
Preço mínimo a tecnologia adequada (prod = 1500/ha)	0,37	0,37	0,28	0,32	0,32	0,28	0,21	0,30

Elaborado pelos autores