Estrutura de custo de produção de mamona: estudo de caso na região de Irecê-BA

Jeronimo Alves dos Santos
Renato Alves de Oliveira
Marta Cristina Marjotta-Maistro

RESUMO: O objetivo dessa pesquisa foi analisar a estrutura de custo na produção de mamona nos principais municípios produtores da região de Irecê-BA, aplicando a Teoria Neoclássica da Produção, por meio da estimação da função custo Translog. A curva de custo médio e outros parâmetros, como as diversas formas de elasticidades, foram utilizados para esse fim. Na região do estudo, constatou-se que a mamona adota tecnologia intensiva em mão de obra e com processos rudimentares. Os índices de economia de escala estimados foram significativos e os custos médios são declinantes para todo o intervalo da amostra. Esta pesquisa mostrou que na cultura foco precisa-se investir em mais capital, ou seja, maior substituição da mão de obra pelo capital.

Palavras-chave: Produção de mamona. Função custo. Translog.

ABSTRACT: This research's general objective is to analyze the cost structure of castor bean production in the region of Irecê - BA, using the Neoclassical Theory of Production. The Translog cost function is estimated econometrically. The average cost curve and other parameters (such as several forms of elasticities) are analysed. In the region studied castor bean production is heavily dependent on human labor e use only a very basic technology. The scale economy indices estimated are very significant and the average costs are declining over the whole sample interval. Both crops seem to need higher investments in capital, replacement of labor for capital.

Keywords: Production of castor bean. Cost function. Translog.

Recebido em: 12/09/2017
Aprovado em: 13/05/2018
Sistema de Avaliação: Double Blind Review
Editores Científicos: Maria Aparecida de Souza Melo e Simone Pereira Silva Bastos

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a matriz energética brasileira é diversificada, cujas principais fontes energéticas utilizadas são: petróleo, gás natural, biomassa e energia hidráulica. Até o início da década de 1970, a indução do consumo de energia ocorria em favor do petróleo, que era farto e barato. A preocupação era com a garantia de suprimentos de fontes convencionais (principalmente o petróleo) e suas implicações estratégicas e a exploração intensiva dessas fontes (BRASIL, 1981).

A partir de 1973, a crise mundial do petróleo interrompeu um período de intenso crescimento da economia brasileira, entre setembro de 1973 e janeiro de 1974, o preço do barril saltou de US$ 3 para US$ 12; neste período, o País gastava, em média, US$ 469 milhões com as importações anuais de petróleo, já em 1974, os gastos saltaram para US$ 2.840 milhões. A economia brasileira lidava com altas taxas de inflação e as importações de petróleo contribuíam para o aumento do endividamento externo, além disso, houve um segundo “choque” do petróleo no período de 1979-80 e em 1981 o preço do barril tinha aumentado para US$ 34 (MELO; FONSECA, 1981).

A importação de petróleo e seus reflexos sobre a balança de pagamentos tornavam a dependência externa dessa fonte um fator adverso ao desenvolvimento econômico nacional sobre três aspectos: vulnerabilidade da oferta; incertezas do nível de preço; e, desequilíbrio do balanço de pagamentos (BRASIL, 1981).

Em 1970, a participação dos recursos renováveis na matriz energética brasileira era de 79%. Nesse período, a fonte de energia mais importante no país era a lenha, respondendo com 64,2% da matriz a qual em 1990, foi ultrapassada pelo petróleo, que respondia por 30,2% da oferta de energia, enquanto que a lenha representava 26,5%. Seguindo essa tendência, em 1996, a participação da lenha na matriz energética tinha caído para 17,9%, enquanto o do petróleo atingiu 33%. Assim a partir dos anos 2000, a dependência dos recursos não-renováveis tinha aumentado para 52% de toda energia utilizada no país; por outro lado, os produtos de cana-de-açúcar responderam com 19,1% e a energia hidráulica, com 18,6% (BRASIL, 2006).

As fontes que mais cresceram no setor agropecuário foram óleo diesel e eletricidade, que são exatamente aquelas cuja principal finalidade é a geração de força motriz, o que torna possível apontar o uso produtivo como o principal eixo motor do crescimento do consumo de energia no meio rural (OLIVEIRA, 2001).

As demandas por energia nos países em desenvolvimento são importantes para a expansão da produção agrícola, necessária para alimentar populações em crescimento. No entanto, apesar das demandas de energia para a agricultura crescerem rapidamente, os volumes absolutos de energia requeridos poderiam ser produzidos no próprio setor agropecuário (GOLDEMBERG *et al.*, 1988).

O Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel é um dos principais programas que incentivam o aumento da cadeia de produção do biodiesel no Brasil. Tem como propósito reduzir a emissão de poluentes, minorar as importações de diesel, aumentar a competitividade e qualidade do biodiesel brasileiro. Na proposta do programa, a mamona é insumo fundamental para cumprir a meta de adição de 10% de biodiesel ao óleo diesel em 2019 (SOUZA JUNIOR *et al*., 2017).

Potencialmente, o biodiesel apresenta algumas externalidades positivas como redução de emissões de gases que geram o efeito estufa e criação de emprego e renda. Entretanto, existe a necessidade de conhecer,

detalhadamente, os custos atuais e esperados (MACEDO; NOGUEIRA, 2004).

Dentre os critérios pré-estabelecidos pelo Governo Federal, merecem destaque a redução das desigualdades regionais e a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas. Ou seja, por lei, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) só será efetivamente consolidado caso esses dois critérios sejam também levados em consideração (BRASIL, 2006).

No entanto, a dimensão social do biodiesel – via participação da agricultura familiar – pode não ser realizada na prática. A produção rentável de oleaginosas, pelos pequenos produtores, depende da estrutura de custo de sua produção. Se possuir significativa economia de escala – determinada pela função de produção e pelos custos a ela associados – é possível que os pequenos produtores apresentem custos médios mais elevados, resultando em menor lucratividade e menor competitividade (ALVES; 2001; ALVES; 2004; BARROS *et al.*, 2006). Esses produtores enfrentam problemas nas estruturas de custo de produção, que inibem produção competitiva e, dessa forma, podem ficar à margem do processo de modernização da agricultura (ALVES; 2004).

Para estimular a participação da Agricultura Familiar no programa do biodiesel, estão previstos alguns incentivos para as empresas que comprarem matéria-prima desses agricultores. Entre outros, estão previstos os seguintes benefícios: descontos de PIS/PASEP e COFINS (redução de 100% no caso na Região Norte, Nordeste e Semi-árido para o plantio de Palma e Mamona); acesso a melhores condições de financiamento no Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e suas instituições financeiras credenciadas; e, permissão para participar dos leilões de biodiesel da Agência Nacional de Petróleo (ANP) (BRASIL, 2006).

No entanto, existem algumas obrigações para as empresas, tais como: adquirir matéria-prima do agricultor familiar, em quantidade mínima definida pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); celebrar contratos com os agricultores familiares; e, fornecimento de assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares (BRASIL, 2006).

Mudanças na estrutura da agricultura familiar poderiam ser obtidas com a sua integração à cadeia produtiva e uma busca contínua por vantagens competitivas e especialização na produção (DIRETORIA DE AGRONEGÓCIOS, 2004).

Caso as restrições de créditos, especialização do capital humano, indivisibilidade dos insumos e tecnologia, não forem removidas ou minimizadas, a agricultura familiar ficará à margem do processo de modernização. Se os médios e grandes produtores possuírem melhores condições de ultrapassar essas restrições, a desigualdade na agricultura tenderá a acentuar (ALVES, 2004).

O PNPB pretende tornar-se um instrumento de diminuição das desigualdades na distribuição de renda em favor da agricultura familiar, com garantias de demanda por sua produção de oleaginosas. Com isso, o PNPB busca fazer com que esse setor da agricultura se torne em um fator estratégico para a matriz energética do país (BRASIL, 2006).

Devido aos riscos sociais, econômicos e ambientais, Silva (2013) revela que são necessárias algumas medidas para viabilizar a cadeia produtiva e os canais de comercialização de biocombustíveis. As medidas relacionadas aos riscos econômicos referem-se sobre o investimento em infraestrutura; ênfase nas oleaginosas com maior teor de óleo, no caso a mamona;

investimento em pesquisa para reduzir o custo de produção e tornar o biodiesel mais viável; dentre outras.

A partir disso, esta pesquisa preenche uma lacuna sobre estudos voltados aos custos de produção da mamona, especificamente no interior do Estado da Bahia, de modo a verificar a suposição de que quanto maior for o índice de economia de escala, menores são as chances dos pequenos produtores manterem-se nesse mercado.

O objetivo dessa pesquisa é analisar a estrutura de custo na produção de mamona nos principais municípios produtores, localizados na região de Irecê do Estado da Bahia.

O trabalho está estruturado da seguinte maneira: a primeira seção faz referência a esta introdução; a segunda seção trata sobre o referencial teórico da temática, a terceira seção aborda a metodologia sobre a abrangência do estudo e o método aplicando a Teoria Neoclássica; a quarta seção traz os resultados e a discussão e, por fim, a quinta e última seção apresenta as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A produção de Mamona

A mamona apresenta boa capacidade de adaptação e é encontrada vegetando desde o Rio Grande do Sul até a Amazônia. É uma cultura que exige chuvas regulares durante a fase vegetativa e de períodos secos na maturação dos frutos. O intervalo de temperatura ideal para o seu desenvolvimento é de 20°C a 35 °C, sua produção tem viabilidade econômica em áreas com precipitação mínima, até o início da floração, entre 400 a 500 mm e, com pluviosidade entre 600 e 700 mm, com um rendimento de 1,5 mil kg/hectares. A Mamona se desenvolve em quase todos os tipos de solos. A colheita é uma das operações mais dispendiosas, com grande demanda de mão de obra, em razão da repetição do processo de colheita entre 2 a 5 vezes durante o ano, por fim, o teor médio de óleo na semente varia entre 47 a 49%, dependendo da variedade (AZEVEDO; LIMA, 2001; PEIXOTO, 1972).

Essa oleaginosa é originária da Ásia, especificamente da Índia, e sua introdução no Brasil deveu-se na época da colonização portuguesa, praticamente todas as partes dessa planta podem ser utilizadas para algum proveito. Ela é considerada como “petróleo verde”: as folhas servem como forragem para bovinos (ativam glândulas produtoras de leite) e, ainda, pode ser utilizada para criação de *Attacus ricim* (produtor de seda); a torta é rica em nitrogênio e pode ser usada como adubo ou, depois de neutralizar algumas toxinas, na alimentação animal; da sua haste pode se produzir celulose e tecido grosseiro; e, finalmente, o óleo, pelas características químicas e físicas, possui inúmeras utilizações na indústria (AZEVEDO; LIMA, 2001; PEIXOTO, 1972).

Em 1970, a área colhida de mamona no mundo era de 1.497 mil hectares, desde então, ocorreu um decréscimo médio de 0,6% ao ano. Em 2006, ficou em 1.264 mil hectares com total de 28 países produtores, a produtividade teve uma contribuição importante para aumento da produção, crescendo a uma taxa de 1,81% ao ano; neste mesmo ano, a média chegou 0,90 t/ha que representa um aumento de 60% em relação ao início do período analisado (FAO, 2008).

O menor nível de produção foi em 1976, com 663.372 toneladas, e queda de 21,33% em relação a 1970. A produção máxima ocorreu em 2005, com 1.487 mil toneladas (aumento de 76,45% em relação a 1970); a produção de óleo de mamona em

todo período analisado cresceu a uma taxa anual de 1,20%, em 1970 a produção deste, era de 843.265 toneladas que evoluiu para mais de 1 milhão de toneladas em 2006 (FAO, 2008).

A China é também um importante produtor. Em 1970 tinha 180 mil hectares colhidos, crescendo a uma taxa de 1,3% ao ano, até atingir 250 mil hectares em 2006 e em cujo período, o acréscimo foi de 39% na sua área plantada A queda na produção brasileira foi uma das responsáveis pelo decréscimo da área colhida no mundo, com taxa negativa de 3,92% ao ano no período; em 2006, a sua área foi de 64% em comparação a 1970.

Em conjunto com outros países, a área plantada de Mamona reduziu em 75%, como consequência, houve aumento na concentração da área colhida, principalmente, na Índia e na China; esses dois países responderam, em 2006, por mais de 79% de área colhida de mamona no mundo. A China e Índia, além de aumentar à participação de área colhida no mundo, também tiveram acréscimos significativos na produtividade, ou seja, na China o aumento foi de 0,566 t/ha, em 1970, para 0,96 t/ha, em 2006 e a Índia, que tinha uma produtividade menor que a China, em 1970 – com 0,31 t/ha – atingiu, em 2006, cerca de 0,97 t/ha (FAO, 2008).

Em 1970, a produtividade da Mamona no Brasil era uma das mais altas do mundo, com 0,91 t/ha, porém, a sua produtividade média caiu 1,5% a.a., sendo alcançada pela China, em 1981, e pela Índia no ano seguinte; já em 1998, a sua produtividade foi a menor da história, com 0,26 t/ha e, em 2002, foi observado o maior rendimento médio com 1,25 t/ha. Em 2006, a produtividade foi de 0,67 t/ha que representa uma queda de 26,63% em relação a 1970 (FAO, 2008).

A queda da produtividade da mamona no Brasil foi devido à desorganização e inadequação dos sistemas de produção: utilização de sementes impróprias para o plantio (baixa qualidade, baixo rendimento, susceptível a pragas e doenças), práticas culturais inadequadas, mercado interno desorganizado, baixos preços pagos ao produtor, redução da oferta de crédito e assistência técnica e falta de rotatividade de terra para cultura (AZEVEDO; LIMA, 2001).

Em 1990, a produção da Bahia foi de 98.766 toneladas (67,8% da produção nacional), no período de 1990 a 2006, o Estado aumentou a produção em 2,9% a.a., destacando-se na região Nordeste; a maior produção da Bahia ocorreu em 2005, com 130.240 t. No entanto, em 2006, houve queda de 31,62% em relação a 1990, com 67.534 t, mesmo assim, a sua participação foi de 72,2% da produção brasileira.

O Piauí e o Ceará são também importantes produtores que, no ano de 1990, esses dois estados contribuíam com 7% da produção nacional, com 10.252 toneladas; seguindo tendência de queda de produção do País, houve queda na produção desses estados para 9.910 toneladas, em 2006. A soma da produção de todos os outros estados, entre 1990 e 2006, também mostra declínio de 51,68%. (BRASIL, 2006).

Mesmo com queda de produção, o Brasil possui o menor custo de produção, com US$ 189,59/tonelada, uma vez que o custo da China chega a ser 60% maior que do Brasil e da Índia é cerca de 123,30% superior ao custo brasileiro (BRASIL, 2006; FAO, 2008).

2.2 Teoria Neoclássica da Produção

A análise da produção da mamona foi realizada com base na Teoria Neoclássica da Produção, utilizando o conceito de

economia de escala. Sabe-se que a economia de escala pode ser mensurada tanto do lado da produção como do lado dos custos (CHAMBERS, 1988).

A função de produção fornece a mensuração da economia de escala, que mede a variação na produção total como resultado de variações simultâneas na mesma proporção para todos os insumos utilizados no processo de produção. Por outro lado, a função custo pode ser utilizada para medir a economia de tamanho. Isto é, variações no custo total da empresa resultante de variações na produção. As economias de escala e de tamanho são iguais no ponto de custo médio mínimo do equilíbrio competitivo de longo prazo (GOMES, 2006; CHAMBERS, 1988).

Existe uma estreita relação entre função de produção e a função custo, ou seja, na economia, a produção de qualquer bem ou serviço está associado a um custo. De um lado, a função de produção representa uma relação técnica entre insumo e produto e, de outro, a função custo determina o custo para cada nível de produção e preços dos fatores (MENDES, 1989).

A teoria da dualidade explica a relação entre a função de produção e a função custo. Caso uma seja estimada, a outra pela dualidade poderá ser conhecida (GARCIA, 2004; CONTE, 2006; GOMES, 2006).

A função custo expressa o mínimo custo de produzir um nível de produção a um determinado vetor de preço dos insumos, durante um dado período de tempo (CHAMBERS, 1988).

A função custo é homogênea de grau um em relação aos preços dos fatores de produção, dessa forma, o custo total varia no mesmo sentido dos preços dos fatores de produção; a função de demanda para cada fator pode ser obtida derivando-se parcialmente a função em relação ao seu preço, ela é côncava nos preços dos fatores e não-decrescente em relação ao nível de produção (BARBOSA, 1985).

Dada uma função custo homogênea, côncava nos preços e não-decrescente no nível de produção, encontram-se as economias de escala que são originadas pela divisão e especialização do trabalho e por fatores tecnológicos. A divisão de trabalho ocorre para funções mais eficientes, obtendo maior habilidade e melhorando o uso do tempo de serviço, reduzindo o custo unitário de produção. As economias de escala são obtidas através de uma organização interna dos fatores de produção sucessivamente mais favoráveis, à medida que, dentro de certos limites, a empresa vai aumentando de dimensão (PROENÇA, 1971).

Umas das formas de medir a economia de escala é utilizando a *elasticidade do custo* C (Ec) em relação a produção y, da seguinte forma (PINDYCK; RUBINFELD, 1994):

$$\mathrm{Ec} = \frac{\partial \mathrm{C}^* / C^*}{\partial \mathrm{y}/\mathrm{y}} = \frac{\partial C^*}{\partial \mathrm{y}} \times \frac{\mathrm{y}}{C^*} = \frac{CMg}{CTMe} \quad (1)$$

Essa expressão mostra que:

Se a elasticidade de custo é igual a 1, os custos aumentam proporcionalmente ao nível de produção;

a) Se Ec > 1, os custos aumentam mais rapidamente que o nível de produção; e

b) Se Ec < 1, os custos aumentam proporcionalmente menos que a produção.

Assim pode-se definir o Índice de Economia de Escala da seguinte maneira:

IESC = 1- Ec (2)

Consequentemente:

a) Quando Ec > 1, IESC será negativo, indicando presença de deseconomia de escala;

b) Se Ec < 1, IESC será positivo, e ocorre economia de escala; e, finalmente,

c) Se Ec=1 resulta em IESC=0, ou seja, não existe economia ou deseconomia de escala.

Dependendo da especificidade da produção e das características intrínsecas do produto, pode se dar mais ênfase na economia ou deseconomia de escala de produção (Figura 1a). Ou seja, nas empresas em que as economias de escala são desprezíveis, as deseconomias podem tornar-se bastante importantes, porque o custo médio a longo prazo pode elevar-se a uma quantidade produzida menor (FERGUSON, 1996).

Considerando uma mesma tecnologia de produção, a existência de empresas operando em diferentes níveis (escala) de produção apresenta distintos custos médios. Se os preços forem idênticos para as diferentes firmas, as de menor custo médio serão mais lucrativas e competitivas. Em mercados competitivos, as empresas, com maiores custos médios, não serão capazes de sobreviver e serão alijadas do mercado (FERGUSON, 1996).

As economias de escala tecnológicas podem compensar as deseconomias em um amplo domínio de produção. Nesses casos, a curva custo médio de longo prazo é decrescente em um grande intervalo de produção. Esse é o caso do chamado monopólio natural, com suas devidas restrições (Figura 1b) (FERGUSON, 1996).

Uma terceira situação é o caso em que uma parcela significativa de economia de escala é atingida em níveis de produção relativamente pequena, deseconomias não ocorrem enquanto não se alcança volumes de produção suficientemente grande (Figura 1c). Nesse caso, a curva custo médio de longo prazo tem uma longa seção horizontal (FERGUSON, 1996).

Figura 1 – Possíveis formas de Custo Total Médio, dependendo da especificidade do produto.

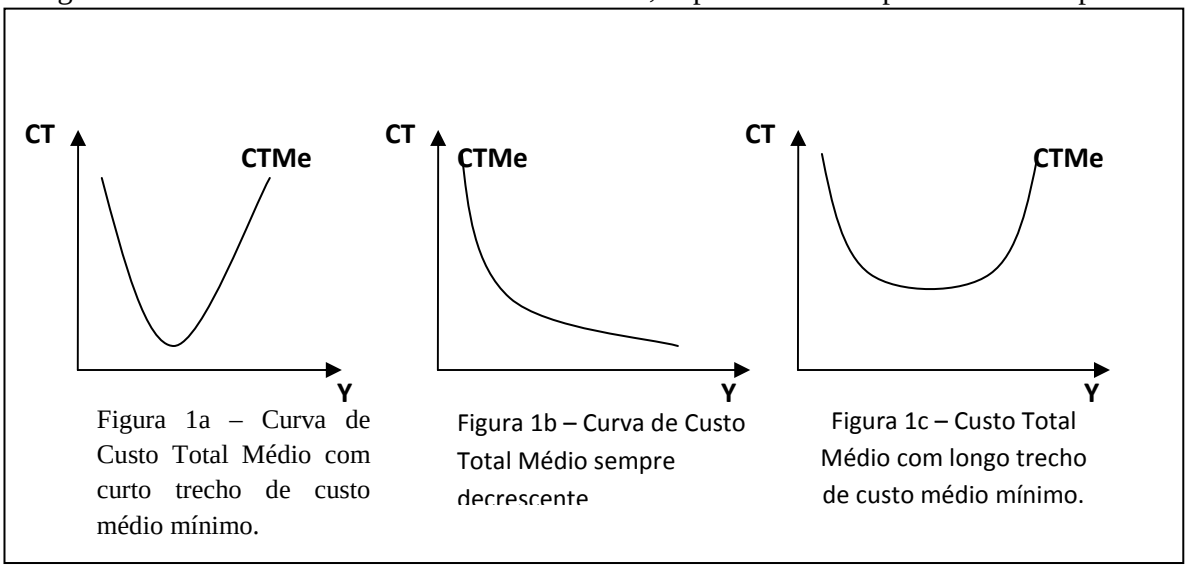


Figura 1a – Curva de Custo Total Médio com curto trecho de custo médio mínimo.

Figura 1b – Curva de Custo Total Médio sempre decrescente

Figura 1c – Custo Total Médio com longo trecho de custo médio mínimo.

Fonte: FERGUNSON (1996)

2.3 Modelo analítico

2.3.1 A função custo Translog

A função Translog é atrativa, pois é uma forma funcional que, no primeiro momento, não impõe restrições como separabilidade e homogeneidade como hipóteses pressupostas, o que permite valores arbitrários para elasticidades de substituição para qualquer par de insumos, também é

linear, possui quantidade mínima de parâmetros a ser estimado, além disso impõe restrições aos valores dos parâmetros e pode ser usada para testar hipóteses da teoria de produção (ALBUQUERQUE, 1987). No caso, para a função custo arbitrária, ela pode ser interpretada na seguinte equação (ALBUQUERQUE, 1987; CONTE; 2006):

$$\ln C^* = \beta_0 + \beta_y \ln Y + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln P_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \gamma_{iy} \ln P_i \ln Y + \frac{1}{2}\beta_{yy}(\ln Y)^2 \quad (3)$$

Em que:

i) $\beta_0 = \ln C_0$; $\beta_y = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln Y}$; $\beta_i = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln w_i}$; $\gamma_{ij} = \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln w_i \partial \ln w_j}$; $\gamma_{iy} = \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial \ln w_i \partial \ln Y}$ e $\beta_{yy} = \frac{\partial^2 \ln C^*}{\partial (\ln Y)^2}$ são os parâmetros da função custo que se pretende estimar;

ii) os índices i e j se referem aos fatores de produção utilizados na estimação da função custo;

iii) w é o preço dos fatores; e,

iv) Y é o nível de produção.

O Teorema de Young impõe restrições de simetria nas derivadas parciais cruzadas, ou seja, $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ para todos os *i* e *j*. (BINSWANGER, 1974; GOMES, 2006).

Para que corresponda uma função de produção bem-comportada, através da dualidade, a função custo, por definição, é homogênea de grau um nos preços dos fatores, fixada o nível de produção, ou seja, o custo total aumenta proporcionalmente ao acréscimo dos preços, o que implica a relação dos seguintes parâmetros (CHRISTENSEN; GREENE, 1976):

$$\sum_{i=1}^{n} \beta_i = 1 \text{ e}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \gamma_{iY} = \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} = 0 \quad (4)$$

Pela aplicação do lema de Shephard (a derivada parcial da função custo translog em relação ao preço de determinado insumo, é igual à quantidade demandada do fator) a função demanda pode ser estimada da seguinte forma:

$\frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln w_i} = \frac{\partial C^*}{\partial w_i}\frac{w_i}{C^*}$, pelo lema de Shephard ($X_i = \frac{\partial C^*}{\partial w_i}$).

Dessa forma:

$$\frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln w_i} = \frac{X_i w_i}{C^*} = \beta_i + \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln w_j + \gamma_{iy} \ln Y = S_i > 0 \quad (4)$$

[1].

[1] Isto é, as parcelas precisam ser maiores que zero para que as condições de monotonicidade sejam satisfeitas.

Em que S_i corresponde à parcela dos custos relacionados ao i-ésimo insumo. A solução desse sistema fornecerá os parâmetros para os cálculos das elasticidades.

As condições de monotonicidade e concavidade (hessiano resultante for semidefinido negativo) são conferidas localmente na função custo trasnlog a ser estimada (BINSWANGER, 1974; CHRISTENSEN; GREENE, 1976).

2.3.2 Elasticidades

As elasticidades permitem caracterizar o processo produtivo. Nesse caso, segundo Reis e Teixeira (1995), a elasticidade preço direta e cruzada pode ser definida como o quanto a variação do preço de determinado insumo pode afetar a ele mesmo e a outro insumo associado ao processo produtivo, seu cálculo pela translog é feito da seguinte forma:

a.1) Elasticidade preço direta

$$\eta_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{S_i} + S_i - 1;$$

a.2) Elasticidade preço cruzada

$$\eta_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{S_i} + S_j, \ \mathrm{i} \neq \mathrm{j}.$$

2.3.3 Economia de escala

Os efeitos de escala no custo são representados pelos deslocamentos paralelos das isoquantas (ALBUQUERQUE, 1987). Essa mudança tecnológica pode ser representada pelo cálculo da economia de escala, ela pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\mathrm{Ec} = \frac{\partial \mathrm{C}^* / C^*}{\partial \mathrm{y}/\mathrm{y}} = \frac{\partial C^*}{\partial \mathrm{y}} \times \frac{\mathrm{y}}{C^*} = \frac{CMg}{CTMe} = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln Y} = \beta_y + \beta_{yy} \ln Y + \sum_i \gamma_{iy} \ln P_i, \qquad (5)$$

Portanto, através dos parâmetros estimados da função custo pode-se calcular a economia de escala e, por conseguinte, o índice de escala.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo econométrico

Utilizou-se o modelo proposto por Zellner (1962) para equações aparentemente não relacionadas e assumindo que os erros têm distribuição normal. A soma das parcelas dos custos é igual a 1, nesse caso precisa-se suprimir uma das equações para evitar matriz de variância e covariância dos erros.

Dessa forma, estimou-se pelo método de máxima verossimilhança, para que seja possível obter os parâmetros do modelo. Através desse processo, resultam em parâmetros mais eficientes (CHRISTENSEN; GREENE, 1976; GREENE, 2000).

Para evitar o problema de covariância singular é preciso normalizar as equações, suprimindo uma das equações de parcelas dos custos. Neste estudo, a equação escolhida foi a dos outros insumos. Além disso, os preços da terra, da mão de obra e do capital foram divididos pelo preço dos outros insumos. O modelo final ficou da seguinte maneira:

$$\ln\left(\frac{C^*}{P_I}\right) = \beta_0 + \beta_y \ln Y + [\beta_T \ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right) + \beta_M \ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right) + \beta_k \ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right)] + \frac{1}{2}\beta_{YY}(\ln Y)^2 + \frac{1}{2}\beta_{YT} \ln Y \ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right) + \frac{1}{2}\beta_{YM} \ln Y \ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right) + \frac{1}{2}\beta_{Yk} \ln Y \ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \frac{1}{2}\gamma_{TT}[\ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right)]^2 + \frac{1}{2}\gamma_{TM} \ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right)\ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right) + \frac{1}{2}\gamma_{Tk} \ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right)\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \frac{1}{2}\gamma_{MM}[\ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right)]^2 + \frac{1}{2}\gamma_{Mk} \ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right)\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \frac{1}{2}\gamma_{kk}[\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right)]^2 \quad (6)$$

Da mesma forma, as equações das parcelas da terra (S_T), mão de obra (S_M), outros insumos (S_I) e do capital (S_K) são as seguintes:

$$S_T = \beta_T + \gamma_{TT}\ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right) + \gamma_{TM}\ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right) + \gamma_{Tk}\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \gamma_{TY}\ln Y; \quad (7)$$

$$S_M = \beta_M + \gamma_{MM}\ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right) + \gamma_{MT}\ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right) + \gamma_{Mk}\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \gamma_{MY}\ln Y \quad (8)$$

$$S_k = \beta_k + \gamma_{kk}\ln\left(\frac{P_k}{P_I}\right) + \gamma_{kT}\ln\left(\frac{P_T}{P_I}\right) + \gamma_{kIM}\ln\left(\frac{P_M}{P_I}\right) + \gamma_{kY}\ln Y \quad (9)$$

$$S_I = 1 - S_T - S_M - S_k. \quad (10)$$

Para encontrar os parâmetros estimados da equação suprimida (outros insumos), serão utilizadas as condições de homogeneidade linear da função custo em relação aos preços dos fatores de produção. Ou seja:

$$\beta_I = 1 - \beta_T - \beta_M - \beta_k; \quad (11)$$

$$\gamma_{YI} = -\gamma_{YT} - \gamma_{YM} - \gamma_{Yk}; \quad (12)$$

$$\gamma_{MI} = -\gamma_{MM} - \gamma_{MT} - \gamma_{Mk}; \quad (13)$$

$$\gamma_{TI} = -\gamma_{TT} - \gamma_{TM} - \gamma_{Tk}; \text{ e} \quad (14)$$

$$\gamma_{II} = -\gamma_{IT} - \gamma_{IM} - \gamma_{II} \quad (15)$$

3.2 Base de Dados

A abrangência geográfica do presente estudo foi o Estado da Bahia, por ser o maior produtor nacional, com participação de 72,2% da produção brasileira. Os Dados foram levantados nos municípios de Irecê, Lapão, Canarana, Ibitá e São Gabriel pelas suas Secretarias de Agricultura. Esses municípios produziram, em 2006, cerca de 8 mil toneladas de mamona em baga (10,78% da produção baiana) (IBGE, 2008). No total, foram entrevistados 97 produtores, no período de julho a outubro de 2008.

O questionário elaborado para a cultura da mamona capta, entre outras, as seguintes informações: épocas de plantio e colheita; quantidades e preços dos insumos; capital; mão de obra; terra; e, outros insumos. Além disso, levanta variáveis

qualitativas, tais como: forma de comercialização; fonte de recursos; compra de insumos; e, tipo de mão de obra (familiar, não familiar ou contratada).

Os Dados coletados foram de corte transversal no tempo *"cross section"*. A análise econômica abrangeu as atividades que vai do plantio até a colheita da mamona, considerando os seguintes fatores de produção: Terra (T), Capital (K), Mão de obra (M) e outros insumos (I).

Para o custo da Terra (T), foi considerada uma taxa de juros anual de 6% (custo de oportunidade), e os gastos com esse fator foi calculado pela área plantada com mamona (BINSWANGER, 1974).

No caso do Capital (K), considerou-se juros de 6% ao ano (ALVES; SOUZA; BRANDÃO, 2001; GOMES, 2006;) e depreciação (método linear) (ALVES; SOUZA; BRANDÃO, 2001; NORONHA, 1981; HOFFMANN *et al*., 1987; BINSWANGER, 1974). A vida útil para as instalações foi estimada em 35 anos, sem valor residual.

A mão de obra (L) refere-se à mão de obra familiar com contratada (empregados fixos e temporários). O preço desse fator foi calculado considerando a diária paga para cada atividade (ALVES; SOUZA; BRANDÃO; 2001; ZAGATTO, 1991).

E, para outros insumos (I), foram considerados os seguintes gastos na produção da mamona: semente, outras despesas e horas/máquina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de campo mostrou que a maioria das propriedades (41,24%) tem menos de 5 hectares e mais de 28% das propriedades estavam entre 5 e 10 hectares (Tabela 1). Aproximadamente 30% das propriedades possuíam mais de 10 hectares.

Tabela 1 – Distribuição e participação (%) das propriedades por faixa de área (hectares).

Áreas das Propriedades (ha)	Número de Propriedades	Participação
0-5	40	41,24%
>5-10	28	28,87%
>10-20	13	13,40%
>20-30	7	7,22%
> 30	9	9,27%
Total	97	100,00%

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação à área plantada, 43,3% das propriedades tiveram, no máximo, 5 hectares de mamona e 80,4% tiveram menos de 10 hectares ou menos (Tabela 2).

Tabela 2 – Números de propriedades por faixa de área plantada com mamona.

Áreas das Propriedades (ha)	Número de Propriedades	Participação
0-5	42	43,30%
>5-10	36	37,11%
>10-20	12	12,37%
>20-30	5	5,15%
> 30	2	2,06%
Total	97	100,00%

Fonte: dados da pesquisa.

Plantios de mamona acima de 30 hectares só foram observadas em 2 propriedades que representaram 2,06% da amostra. A mão de obra utilizada nesta região é, predominantemente, familiar. Em 92,8%, a mão de obra era apenas familiar (Tabela 3). A mão de obra contratada estava presente em apenas 7,22% das propriedades.

Tabela 3 – Tipo de mão de obra utilizada para cultura da mamona.

Tipo de mão de obra	Número de Propriedades	Participação
Familiar	90	92,78%
Contratada	0,0%	0,00%
Familiar e Contratada	7	7,22%
Total	97	100,00%

Fonte: dados da pesquisa.

Os Dados coletados mostram que os agricultores desta região não contam com acompanhamento técnico e, normalmente, não recorrem à fonte de financiamento externo, ou seja, o custeio é feito pelo próprio capital do produtor. O principal canal de comercialização acontece via corretores, que corresponde por mais de 93% dos entrevistados, também não é observada comercialização por meio de agroindústrias e cooperativas, e a compra de insumos é feita junto à empresas particulares. É interessante salientar que os produtores entrevistados sacrificam a produtividade ao utilizar quantidades insuficientes de insumos.

4.1. Elasticidade - preço-direta e preço-cruzada

As parcelas de cada insumo no custo total foram: 35% com mão de obra; 33% com outros insumos; 21% com capital; e, 11% com terra. Infere-se que essa atividade é intensiva em mão de obra e nos outros insumos, enquanto que o capital e a terra têm participações menores. A estimativa dos parâmetros nas equações das parcelas de custos mostra que a soma dos interceptos é unitário e a soma dos coeficientes é igual à zero, indicando que elas obedecem às condições de homogeneidade linear e de simetria (Tabela 4).

Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros das equações das parcelas de custos para a mamona.

Parcelas	Parâmetros das Variáveis independentes (Logaritmizadas)					
	Intercepto[2]	lnPt	lnPk	lnPi	lnPm	lnY
St	-0,0192 ((0,132))**	0,1009 ((0,006))*	-0,0192 ((0,001))*	0,2115	-0,2932 ((0,152))*	0,0011 ((0,002)) NS
Sk	0,8443 ((1,06)) NS	-0,0294 ((-0,029)) NS	0,1462* ((0,008))*	-0,9236	0,8068 ((0,922)) NS	0,0001 ((0,009)) NS
Si	0,2019	-0,0476	-0,0573	0,0988	0,0062	0,0007
Sm	-0,0270 ((0,468)) NS	-0,0238 ((0,023)) NS	-0,0697 ((0,005))	0,6133	-0,5198 ((0,023)) NS	-0,0019 ((0,005)) NS
Somatório	1	0	0	0	0	0

Fonte: dados da pesquisa.

* Significativo a 1%, ** Significativo a 15%, NS - Não significativo.

[2] Intercepto, lnPt, lnPk, lnPI, lnPm, lnY: Parâmetros das estimativas das parcelas de custo associadas à função custo translog.

As estimativas das elasticidades–preço diretas são consistentes com a teoria econômica, pois as funções de demanda dos insumos são negativamente inclinadas, ou seja, aumentos nos preços dos fatores causam reduções nas quantidades demandadas, além disso, o somatório das elasticidades, que aparece ao longo das linhas, mostra a imposição da restrição de homogeneidade da função custo.

Tabela 5 – Elasticidades-preço e preço-cruzada da demanda dos fatores para a mamona.

Quantidade	Elasticidades Diretas e Cruzadas				
	Terra	Capital	"Outros Insumos"	Mão-de-Obra	Somatório
Terra	-0,213	0,033	2,443	-2,263	0
	((17,86))	((-14,09))		((32,431))	
Capital	-0,032	-0,080	-4,190	4,302	0
	((0,349))	((0,008))		((6,602)	
"Outros Custos"	-1,282	-1,190	1,478	0,993	0
Mão de obra	0,044	0,005	2,088	-2,137	0
	((32,431))	((6,602)		((538,376))	

Fonte: dados da pesquisa.

O fator capital foi que apresentou menor elasticidade preço-direta: 1% de aumento no preço do capital resulta na diminuição de 0,080% em seu uso, *coeteris paribus*. A maior elasticidade preço-direta foi do fator mão de obra: 1% de aumento em seus preços causa diminuição de 2,137% em sua demanda, mantendo-se os demais fatores constantes (Tabela 5).

As estimativas das elasticidades preços-cruzada indicaram que um aumento no salário resultará em aumentos das demandas de capital e de outros insumos (fatores substitutos) e haverá redução da demanda para o fator terra (fatores complementares). Aumentos nos custos do capital provocarão maiores demandas do fator terra (substitutos) e redução da demanda para outros insumos (complementares).

Finalmente, se o preço dos outros insumos subirem, haverá aumento da quantidade demandada por terra (substitutos) (Tabela 5).

4.2 Economia de escala

No modelo estimado, a monotonicidade foi comprovada com as parcelas dos custos parciais positivas. A convexidade da função custo foi comprovada pelas elasticidades-preço diretas negativas. As estimativas dos parâmetros da função custo translog estão representadas na Tabela 6. Observa-se ainda que a estimativa de β_y deu elevado e negativo, indicando existência significativa de economias de escala.

Tabela 6 – Coeficientes da função custo[3] para a mamona.

Parâmetros		Erro padrão
Intercepto	1407,80	((188,126))*
β_y	-21,08	((3,410))*
β_T	26,50	((13,049))**
β_K	-20,69	((2,744))*
β_M	3355,51	((439,680))*
β_{YY}	0,28	((0,042))*
β_{YT}	-0,96	((0,312))*
β_{YK}	0,48	((0,075))*
β_{YM}	-49,77	((7,908))*
γ_{TT}	-0,55	((0,761)) NS
γ_{TK}	-0,27	((0,333)) NS
γ_{TM}	55,02	((31,013))***
γ_{KK}	0,24	((0,035))*
γ_{KM}	-47,24	((6,313))*
γ_{MM}	4003,39	((514,852))*
$\beta_i = 1 - \beta_T - \beta_M - \beta_K$	-3360,33	
$\gamma_{Yi} = -\gamma_{YT} - \gamma_{YM} - \gamma_{YK}$		
$\gamma_{Mi} = -\gamma_{MM} - \gamma_{MT} - \gamma_{MK}$	50,24	
$\gamma_{Ti} = -\gamma_{TT} - \gamma_{TM} - \gamma_{KM}$	-4011,17	
$\gamma_{ii} = -\gamma_{iY} - \gamma_{iM} - \gamma_{iK}$	-54,21	
	4018,12	

Fonte: dados da pesquisa.

* Significativo a 1%, ** Significativo a 5%, *** Significativo a 8%.

[3] β_y, β_T, β_K e β_m Referem-se aos parâmetros da produção, terra, capital e mão-de-obra, respectivamente.

A amostra foi dividida em 8 grupos, de acordo com o nível de produção e foi analisada por suas médias (Tabela 7) segundo o procedimento descrito por Christensen e Greene (1976). O Índice de Economia de Escala (IESC) estimado indica a presença de significativa economia de escala. Para todas as faixas analisadas do nível de produção de 0,180 toneladas a 24,8 toneladas apresentaram economias de escala. Esses resultados indicam que existe possibilidade de redução do custo de produção com a expansão da escala de produção.

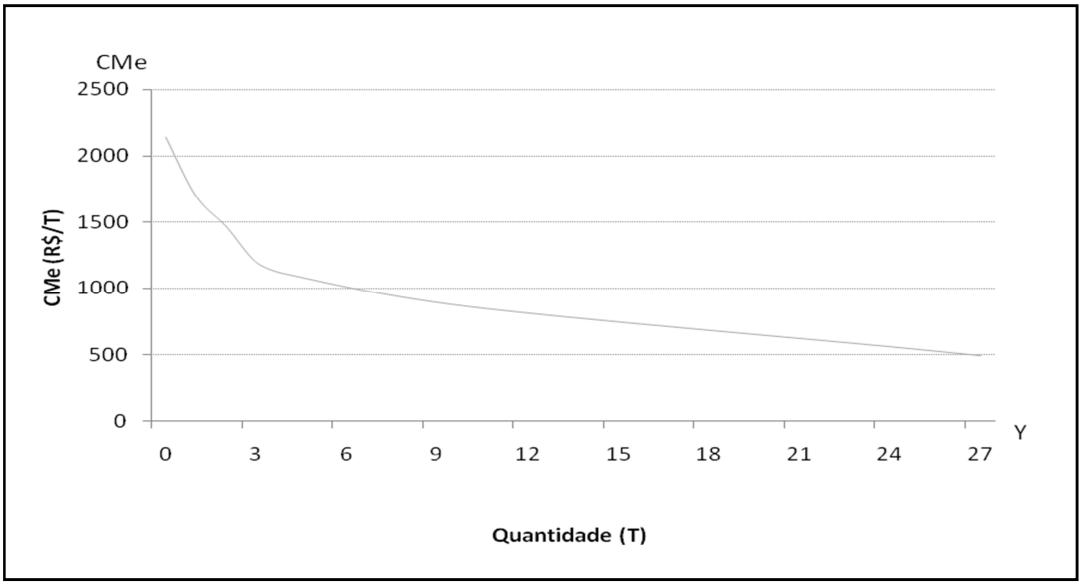
Tabela 7 – Índice de economia de escala para a mamona.

Indicadores	Grupos							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
IESC	0,922	0,906	0,900	0,895	0,891	0,886	0,876	0,860
Produção (T)	0,180	0,363	0,638	1,133	2,537	3,474	7,108	24,8
Área (ha)	1,00	1,52	2,89	4,20	6,13	8,37	14,49	31,00

Fonte: dados da pesquisa.

Em comparação com o trabalho de CONTE (2006), o (IESC) para a soja mostrou que, de 216,31 toneladas a 8.745 toneladas apresentam economias de escala, já com 12.180 toneladas as propriedades trabalham com deseconomia de escala. No caso da mamona não encontrou a deseconomia de escala, implicando na possibilidade de expansão da produção.

Gráfico 1 – Curva de Custo Médio (CMe) para a produção de mamona.



Fonte: dados da pesquisa.

A curva de custo médio, apresentada na Gráfico 1, mostra custos decrescentes com acréscimos do nível de produção. No intervalo estudado, a escala ótima não foi observada, indicando que quanto maior for a produção, menor serão os custos em toneladas de mamona produzidas.

5 CONCLUSÕES

A estrutura de custo da produção de mamona na região de Irecê-BA mostrou que essa atividade é intensiva em mão de obra, isso pode facilitar a entrada de novos produtores familiares no cultivo dessa atividade. Mas se houver tendência de aumento no preço da mão de obra, os produtores serão incentivados a substituir esse fator por capital e outros insumos, além de reduzir a demanda por terra para o plantio.

O índice de economia de escala elevado mostrou inconsistência com o que foi observado na prática, pois se esperava que, quanto maior for esse índice, menores seriam as chances dos pequenos produtores se manterem nesse mercado.

Uma alternativa seria criar incentivos para a produção conjunta de pequenos produtores visando aumentar a escala de produção. De um lado, eles poderiam se beneficiar dos ganhos de escala – estimados neste estudo – e, de outro, eles teriam maior poder de barganha tanto no mercado de insumos – comprando insumos em maior quantidade – quanto na venda de seu produto. Uma terceira alternativa seria a criação de políticas voltadas para o aumento na escala de produção dos atuais produtores visando aproveitar os ganhos de escala.

Para conhecer melhor o potencial – como matéria-prima – das inúmeras oleaginosas cultivadas no país, seria desejável expandir esse tipo de estudo para verificar quais reúnem condições técnicas e econômicas para contribuir para o sucesso do PNPB. Para o sucesso da participação da pequena agricultura, nesse Programa, é primordial que se conheça a sua competitividade e viabilidade econômica.

A generalização dessas conclusões precisa levar em consideração a limitação do presente estudo no que se refere à abrangência geográfica da amostra. Os Dados utilizados são produtores de mamona da região de Irecê–BA, ou seja, pequenos agricultores com limitada adoção de tecnologia. Assim, seria oportuno o desenvolvimento de pesquisas adicionais cobrindo outras regiões do país e atingindo produtores com distintos níveis tecnológicos e diferentes faixas de tamanho.

Esta pesquisa tem como contribuição, mostrar que, independente das políticas que promovam a junção de demanda de mercado com oferta de produtos por pequenos produtores rurais, é imprescindível uma análise técnica e econômica da atividade rural. De outra forma, é ineficaz adotar políticas sem que os produtores rurais tenham subsídios para a adoção de técnicas e acesso à tecnologia. Espera-se que este trabalho contribua com novas pesquisas, desenvolvendo uma análise mais criteriosa da situação do produtor com o mercado competitivo.

5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.C.C. de. Uma análise translog sobre mudança tecnológica e efeitos de escala: um caso de modernização ineficiente. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 191-220, abr. 1987.

ALVES, E. Retornos à escala e mercado competitivo: teoria e evidências empíricas.

Revista de Economia e Agronegócios, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 311-334, set. 2004.

ALVES, E.; SOUZA, G.S. da.; BRANDÃO, A.S.P. Como está quem tem menos de 100 hectares. *Revista de Política Agrícola*, v. 10, n. 1 jan./fev./mar. 2001. 119 p.

AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. *O agronegócio da mamona no Brasil.* Embrapa Algodão Campina Grande. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.

BARBOSA, F.H. *Microeconomia:* teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985. 556 p.

BARROS, G. S. de C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M. Custos de produção de biodiesel no Brasil. *Revista de Política Agrícola.* Ano XV – Nº 3 – Jul./Ago./Set. 2006.

BINSWANGER, H.P. A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. *American Journal of Agricultural Economics,* Saint Paul, v. 56, n. 1, p. 377-386, May 1974.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Modelo Energético Brasileiro. *Revista Atualizada*. Versão II. Maio 1981.92 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Biodiesel no Brasil*: resultados socioeconômicos e expectativa futura. Ago. 2006. Disponível em: <http://www.mda.gov.br>. Acesso em: 09 mai. 2018.

CHAMBERS, R.G. Applied production analysis: a dual approach. *New York: Cambridge University Press*, 1988. 331 p.

CHRISTENSEN, L.R.; GREENE, W.H. Economies of scale in U.S. electric power generation. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 84, n. 4, p. 655–676, 1976.

CONTE, L. *Economia de escala e substituição de fatores na produção de soja no Brasil.* 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

DIRETORIA DE AGRONEGÓCIOS DO BANCO DO BRASIL. O atendimento à agricultura familiar. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 13, n. 4, p. 26-35, out./dez. 2004.

FAO. *Faostat*. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/497/default.aspx>. Acesso em: 10 maio 2018.

FERGUSON, C.E. *Microeconomia.* Tradução de Almir Guilherme Barbassa, Antônio Pessoa Brandão. Revisão Técnica de Fernando Lopes de Almeida e Francisco Chaves Fernandes. 19. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996. 610 p.

GARCIA, L.A.F. *Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil.* 2004. 132 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

GOLDEMBERG, J.; JOHANSSON, T.B.; REDDY, A.K.N.; WILLIANS, R.H. *Energia para o desenvolvimento*. São Paulo: Editora T.A. Queiroz, 1988. 102 p.

GOMES, A.L. *Indicadores de eficiência e economias de escalas na produção de leite: um estudo de caso para produtores dos estados Rondônia*, Tocantins e Rio de Janeiro. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de

Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

GREENE, W.H. *Econometric analysis*. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. 1004 p.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C. de.; SERRANO, O.; THAME, A.C.M. de.; NEVES, E.M. *Administração da Empresa Agrícola.* 6. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1987. 325 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE: *Dados agropecuários de 1996*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2008

MACEDO, I.C.; NOGUEIRA. L.A.H. *Avaliação do biodiesel no Brasil*. UNICAMP, 2004, 45 p. Disponível em: < https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/biocombustiveis1_4363.pdf/7042bda8-0995-41c4-9aaa-cd08c389315c?version=1.0>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MELO, F.H.; FONSECA, E.G. *Proálcool, energia e transportes*. São Paulo. PIONEIRA/FIPE, 1981. 163 p.

MENDES, J.T.G. *Economia Agrícola: princípios básicos e aplicações.* Curitiba: Editora Scientia et Labor, 1989. 399 p.

NORONHA, J.F. *Projetos agropecuários*: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiróz, 1981. 274 p.

OLIVEIRA, L.C. *Perspectivas para eletrificação rural no novo cenário econômico institucional do setor elétrico brasileiro.* 2001.116 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

PEIXOTO, A.R. *Plantas oleaginosas herbáceas*. São Paulo: Livraria Nobel, 1972. 171 p.

PINDYCK, R.S.; RUNBIFELD, D.L. *Microeconomia*. São Paulo: Makron Books, 1994. 968 p.

PROENÇA, J.G.C. *Economias de escala: metodologia da sua quantificação aplicada especialmente às adegas cooperativas*. Lisboa: Sociedade Tipográfica, 1971. 236 p.

REIS, R.P.; TEIXEIRA, E.C. Estrutura de demanda e substituição de fatores produtivos na pecuária leiteira: o modelo de custo translog. *Revista Brasileira de Economia*, v. 49, n. 3, p. 545–555, jul./set. 1995.

SILVA, J. A.. Avaliação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel no Brasil - PNPB. *Revista de Política Agrícola,* v. 22, p. 18-31, 2013.

SOUZA JUNIOR, M. T.; CAPDEVILLE, G. de; ONOYAMA, M. M.; SOUZA, D. T. de; SANTOS, G. S.; ALMEIDA, J. R. M. de; LIMA, R. S.; GAMBETTA, R.. *Biodiesel e bioquerosene: o papel da Embrapa Agroenergia.* 2017. 34 p. Embrapa Agroenergia. Disponível em http://www.embrapa.br/ agroenergia/publicações. Acesso em: 04/01/2018.

ZAGATTO, L.C.A.G. *Estrutura produtiva de pequenos agricultores e implicações para a geração e adoção de tecnologia.* 1991. 100 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal Viçosa. Viçosa, 1991.

ZELLNER, A. An efficient method for estimating seemingly unrelated regression and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, v. 8, n. 57, p. 585-612, June 1962.

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP.

SOBRE OS AUTORES

Jeronimo Alves dos Santos
Doutor e mestre em Economia Aplicada pela Universidade São Paulo, Bacharel em Gestão do Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa. Docente da Universidade Federal de São Carlos. Endereço: Rodovia Anhanguera, Km 174 Araras - São Paulo – Brasil, CEP 13604-000. E-mail: jeronimo@ufscar.br

Renato Alves de Oliveira
Doutor em Economia Aplicada pela Universidade São Paulo, mestre Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará, Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará. Docente da Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG. E-mail: natoliveiralves@hotmail.com.

Marta Cristina Marjotta-Maistro
Doutor em Economia Aplicada pela Universidade São Paulo, mestre Economia Aplicada pela Universidade São Paulo, Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Docente da Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Anhanguera, Km 174 Araras - São Paulo – Brasil, CEP 13604-000. E-mail: marjotta@ufscar.br.