

## ESTRUTURAÇÃO E ANÁLISE DE PROPOSTAS DE UNIDADES INDUSTRIALIS DE PROCESSAMENTO DE MAMONA NO BRASIL

Marco Antonio Sartori<sup>1</sup> Ronaldo Perez<sup>2</sup> Moacir Chaves Borges<sup>3</sup> Aziz Galvão da Silva Júnior<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Professor Assistente, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)- Brasil  
E-mail: sartori.ufes@gmail.com

<sup>2</sup>Professor Adjunto, Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV.

<sup>3</sup>Engenheiro de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFV.

<sup>4</sup>Professor Adjunto, Departamento de Economia Rural, UFV.

### RESUMO

Com a consolidação do programa brasileiro de biodiesel, além das unidades de produção de biodiesel, a estruturação da cadeia de suprimento faz-se necessária, especialmente com a proposta governamental de inserção da agricultura familiar nesta. Este estudo fornece suporte à decisão na implantação de usinas de extração de óleo vegetal de mamona em pequena escala, vinculadas à agricultura familiar. Foram desenvolvidos três projetos de complexos industriais de extração de óleo de mamona, com capacidade para processar 135 toneladas de matéria-prima (mamona) por dia, dois deles utilizando tecnologia de extração mecânica e outro utilizando extração mista (extração por prensagem e por solvente). O estudo inicia-se com a escolha de tecnologias e avança na escolha de fornecedores e definição de coeficientes técnicos de processo, detalhando os custos de produção envolvidos, com a utilização do software BioSoft. A partir dos resultados encontrados e analisados, verifica-se que a unidade centralizada que utiliza tecnologia de extração por solvente apresenta menor custo unitário de produção. Contudo, devido à centralização das atividades operacionais, exige maior concentração de recursos financeiros e produtivos, o que dificulta a obtenção de financiamento e concentra o gerenciamento das atividades.

**PALAVRAS-CHAVE:** óleo vegetal, mamona, agricultura familiar, biodiesel.

### ORGANIZATION AND ANALYSIS OF PROPOSALS OF INDUSTRIAL UNITS FOR PROCESSING CASTOR OIL IN BRAZIL

### ABSTRACT

With the consolidation of the Brazilian program of biodiesel, in addition to units of biodiesel production, the organization of the supply chain is necessary, especially with the government proposal for inclusion of familiar agriculture in this chain. This

study provides decision support to the implantation of plants for extraction of castor oil plant on a small scale, linked to family farming. Three projects for the extraction of castor oil were developed, with capacity to process 135 tonnes of raw materials (castor oil) per day, two of them using technology of mechanical extraction and other using mixed extraction (by pressing and extraction by solvent). This study begins with the choice of technologies and advances in the choice of suppliers and definition of technical coefficients of the process, detailing the production costs involved, using the software BioSoft. From the results found and analyzed, it appears that the centralized unit that uses a solvent extraction technology provides a lower unit cost of production. However, due to the centralization of operational activities, requires greater concentration of resources and production, making it difficult to obtain financing and focuses the management of activities.

**KEYWORDS:** vegetable oil, castor oil, family farming, biodiesel.

## 1. INTRODUÇÃO

Temas relacionados aos recursos naturais do planeta e as desigualdades sociais têm-se destacado em discussões mundiais, envolvendo uma consequente necessidade de associar esforços governamentais, sociais e acadêmicos no intuito de viabilizar alternativas para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, ações relacionadas ao setor de biocombustíveis são merecedoras de destaque, já que além de implicações ambientais e sociais, possuem caráter estratégico na economia de cada país.

Os biocombustíveis têm recebido muita atenção, por seu caráter renovável e à possibilidade de produção em muitas partes do mundo. Com a expectativa do aumento da demanda por energia, com o crescimento da população mundial e a elevação do padrão de vida nos países em desenvolvimento, a utilização de fontes energéticas renováveis torna-se um fator prioritário na atenuação da dependência em relação aos combustíveis fósseis.

No Brasil, a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar é uma realidade que abre caminho para uma nova perspectiva no mercado energético mundial. Já a produção de biodiesel está vinculada a um novo programa que está se consolidando. Entretanto, a consolidação, a longo prazo, depende de fatores como: a produção e oferta de oleaginosas, o desenvolvimento de mercados para os subprodutos ou derivados do processo industrial e os custos relacionados à espécie utilizada, assim como a necessidade de adaptação das tecnologias e escalas existentes.

Outra expectativa é o desenvolvimento de novas estruturas de produção de oleaginosas junto à agricultura familiar e ainda na industrialização dessas oleaginosas, produzindo óleos vegetais, agregando valor e gerando maior renda. No entanto, para que isto ocorra, há necessidade de uma melhor organização da cadeia produtiva, o que requer estudos de alternativas que favoreçam a definição de políticas de inserção da agricultura familiar neste processo.

Neste contexto, este trabalho fornece suporte à decisão na implantação de usinas de extração de óleo vegetal de mamona em pequena escala, vinculadas à agricultura familiar. São apresentados esquemas de arranjos, levantamentos da necessidade de investimentos e parâmetros de referência para os custos de produção.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. O Programa Brasileiro de Produção e Uso de Biodiesel**

Constituído pela Lei nº. 11.197/05 o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) traz a obrigatoriedade de adição de pelo menos 2% de biodiesel a todo o diesel comercializado no país a partir de 2008, passando este percentual para 5% em 2013. Considerando a alta capacidade de produção do parque industrial de biodiesel no país a partir de julho de 2008 o percentual mínimo de 2% foi elevado para 3% e acredita-se que o valor de 5% deva ser antecipado ainda para 2010.

Paralelamente, visualizando a potencialidade de inclusão da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel, o PNPB também apresenta um viés social, concedendo uma certificação social, denominada Selo Combustível Social (SCS) às empresas produtoras de biodiesel que adquiram pelo menos parte de sua matéria-prima de agricultores familiares e/ou suas organizações produtivas, conforme disposto no Decreto nº. 5.297/04, regulamentado pela Instrução Normativa do MDA IN/MDA nº. 01/09.

Segundo a ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – de 2005 até 2008 foram produzidos no país mais de 1,6 bilhões de litros de biodiesel, sendo quase 1,2 bilhões somente em 2008. Desse total o Nordeste foi responsável por 19% da produção. Apesar de o Nordeste representar quase um quinto da produção nacional, o óleo de mamona ocupa menos de 1% do volume de biodiesel, enquanto a soja responde por quase 80% e o sebo bovino por 20%.

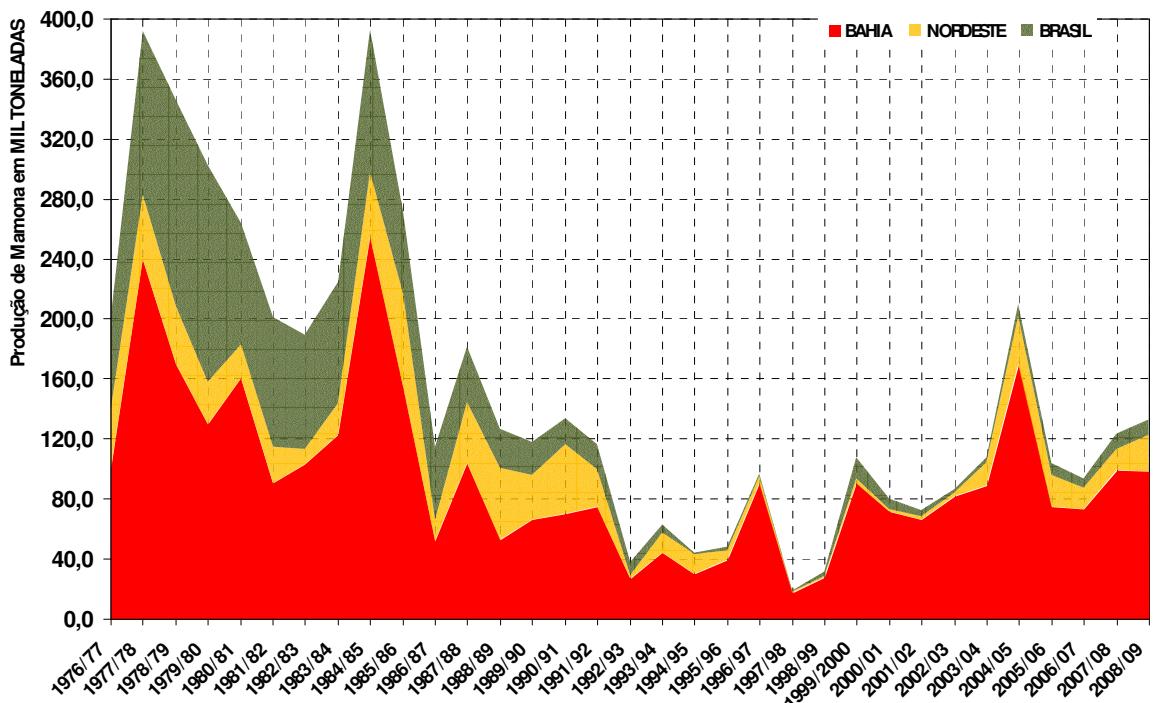
Desta forma percebe-se que a agricultura familiar não passa de mera fornecedora de grãos oleaginosos, enquanto que a produção de mamona incentivada no Nordeste não atendeu as expectativas do Governo. Maiores avanços deverão ocorrer a partir da verticalização da produção dos agricultores pelo menos até a fase de extração de óleo vegetal. Porém a participação neste processo exige organização, avaliação de tecnologias e escalas rentáveis, pois é importante que a agricultura familiar se estruture dentro do modelo de mercado competitivo, e se viabilize perante a concorrência já instalada.

### **2.2. A cadeia de produção da mamona**

Atualmente, a mamona é uma oleaginosa pouco utilizada na produção de biodiesel no Brasil, mas que envolve expectativas no sentido de sua utilização, devido ao Selo Combustível Social. Essa baixa utilização atual ocorre em função da cadeia produtiva da mamona ainda não encontrar-se efetivamente organizada, apresentando preços e volumes de produção bastante oscilantes, ao longo do tempo, assim como flutuações na demanda externa e inconstante política pública de incentivos.

No caso da industrialização da mamona obtém-se, como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta, que embora contenha alto teor de proteínas (32 a 40%), apresenta toxicidade, o que impede a utilização da mesma para a alimentação animal. No entanto, ela vem sendo comercializada para fins de restauração de terras esgotadas, ou seja, como fertilizante, havendo uma intensificação da demanda nos últimos tempos em função do aumento de preços dos adubos químicos.

A cultura de mamona é encontrada em todas as zonas agrícolas brasileiras, em diferentes condições de solo e clima, destacando-se a região Nordeste do país, e o Estado da Bahia, como principal produtor, conforme mostra a Figura 1.

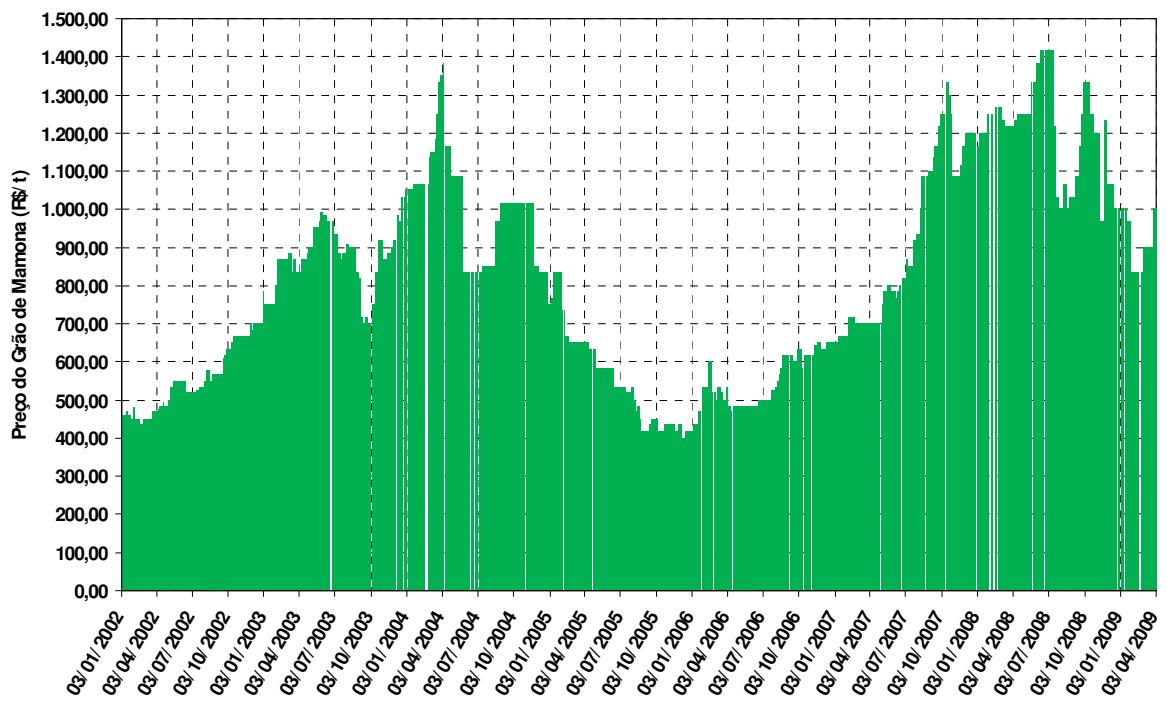


**FIGURA 1** – Produção brasileira de mamona entre os anos de 1990 e 2007.  
Fonte dos dados: CONAB, (2009).

Pode-se observar na Figura 1 que a cultura da mamona vem sendo abandonada no país a partir da metade da década de 70, atingindo o mínimo de produção na safra 1997/98, e se restringindo basicamente ao Estado da Bahia. Com o lançamento do PNPB, verifica-se uma retomada da produção da cultura, acontecendo expansão da mesma para outros Estados da Região Nordeste e até outras regiões do país.

Após o incentivo do governo federal para produção de biodiesel, a mamoneira ganhou destaque, principalmente, nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. No entanto, não se pode negligenciar a retomada do crescimento de vários setores industriais consumidores de óleo de mamona.

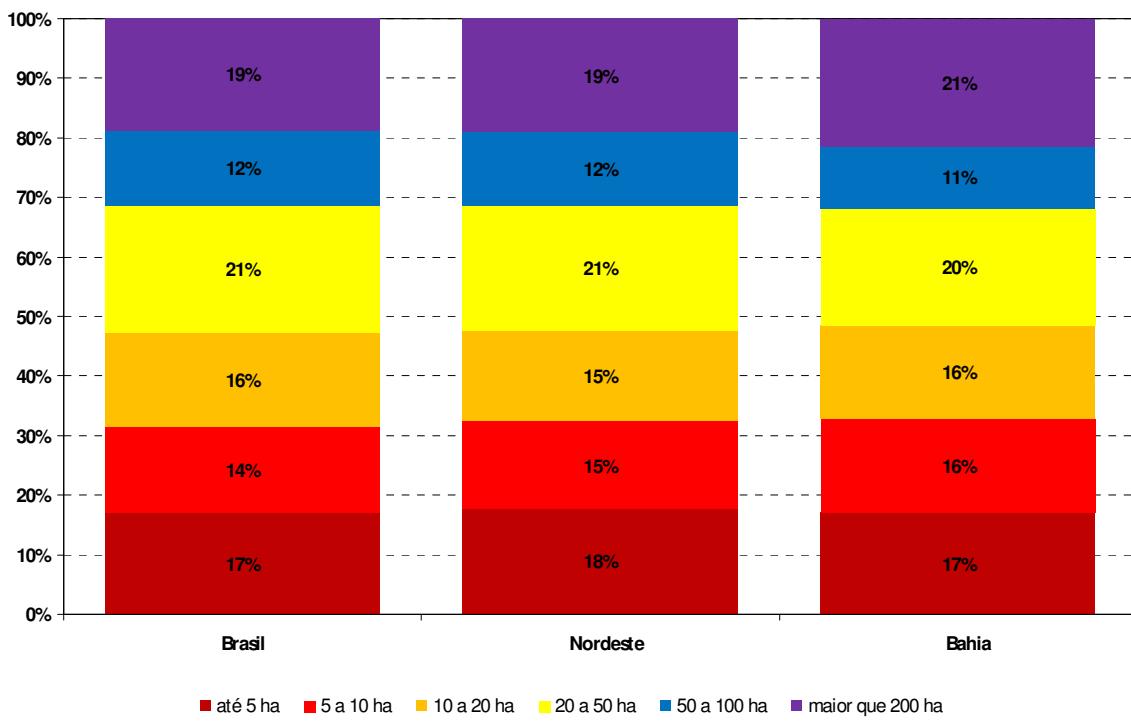
No Brasil, os preços pagos ao produtor têm oscilado muito nos últimos anos, causando desconfiança por parte dos produtores. Os valores pagos aos produtores de mamona na Bahia são mostrados na Figura 2. Cabe notar que o aumento de preços da oleaginosa contribui para a não utilização da mesma na produção de biodiesel no Brasil.



**FIGURA 2** – Preços médios mensais da tonelada de mamona, pagos ao produtor na Bahia, entre os meses de janeiro de 2002 e julho de 2008.

Fonte dos dados: SEAGRI – BA, (2009).

Do ponto de vista da distribuição fundiária da produção, o cultivo de mamona acontece predominantemente vinculado à agricultura familiar. Acredita-se que o perfil da produção não se alterou nos últimos anos, e assim conforme o Censo Agropecuário de 1996 (IBGE, 2009), 70% da produção da cultura vem de propriedades com tamanho inferior a 50 hectares, enquanto apenas 20% provêm de propriedades com tamanho acima de 200 hectares, exclusivas de médios e grandes agricultores, conforme a Figura 3. Assim, percebe-se que a verticalização da agricultura familiar até a fase de extração de óleo vegetal constitui uma importante estratégia de geração de renda para as famílias.



**FIGURA 3** – Distribuição da produção de mamona por tamanho de Propriedade.

Fonte: IBGE, 2009.

### 2.3. A proposição de modelos de arranjos de unidades produtivas

Segundo COSENZA (1998), a decisão quanto ao tamanho do projeto deve considerar fatores de engenharia, localização, mercado e fontes de financiamento, disponibilidade de escalas e tecnologias adequadas, que podem influenciar os custos de produção, em função da condição adotada.

Segundo MELLO (1995), os fatores tecnológicos contribuem para as economias de escala, visto que variando as escalas de produção, são requeridos diferentes equipamentos. Para maiores escalas de produção, a combinação de equipamentos implica a exigência de maiores investimentos na aquisição e instalação de máquinas, porém, em uma menor proporção que em escala menor, considerando-se a relação investimento e produção. Além disso, o aumento da escala ainda permite a utilização de tecnologias diferenciadas ou equipamentos mais especializados, que possibilitam reduzir o custo unitário de produção.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Definição da Escala

Para a definição da escala de produção, partiu-se da demanda exigida por unidades de produção de biodiesel da Petrobrás, em fase de instalação nos municípios de Montes Claros – MG, Candeias – BA e Quixadá – CE, que absorverão, individualmente, um total de 55 milhões de litros de óleo vegetal por ano, conforme autorização de comercialização da ANP (ANP, 2009).

Como alternativas tecnológicas para as usinas, foram adotadas pequenas escalas de produção de óleo vegetal, buscando identificar a melhor alternativa para

a agricultura familiar. Assim, procurou-se verificar a ocorrência de economias de escala e definir o tamanho mais adequado.

### **3.2. Levantamento de Informações**

As informações se concentraram no orçamento do investimento, custo e receita dos empreendimentos, sendo coletadas através de consultas aos fornecedores de equipamentos e insumos. Para tanto, foi necessário definir o processo, de forma que cada unidade estivesse provida de um sistema de recepção e preparo da matéria-prima, uma linha de extração mecânica (por prensagem) e degomagem, além de equipamentos relacionados ao sistema como o moinho para a torta, silos e tanques, caldeira e outros.

Ainda foram levantadas informações sobre: a montagem das unidades operacionais em diferentes tamanhos, utilizando diferentes tecnologias de extração (extração mecânica e extração mista – mecânica e química com a utilização de solvente); os coeficientes de rendimento dos processos; o volume de produção anual de óleo vegetal; a necessidade e as características da matéria-prima para as unidades; e a variação na quantidade dos equipamentos utilizados. Ainda, buscou-se dimensionar as unidades e sua capacidade de produção, otimizando tanto as estruturas físicas quanto a mão-de-obra necessária para operacionalizar cada sistema, entre outros.

### **3.3. Cálculos Financeiros**

O custo industrial de extração foi definido, como sendo o somatório dos custos do processamento industrial, compostos por: custos variáveis de consumo de insumos, remuneração da mão-de-obra, gastos com a manutenção da linha, impostos e custos fixos de administração da unidade e depreciação das instalações físicas e equipamentos, entre outros.

Para a análise de custos de produção dos modelos propostos, utilizou-se o software BioSoft. Este é um sistema de apoio à decisão para técnicos do Governo Brasileiro na implantação de unidades de produção de biodiesel no país, desenvolvido em parceria entre o Ministério do Desenvolvimento Agrário e a Universidade Federal de Viçosa, segundo BORGES et al. (2006).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Definição dos modelos**

Em função das tecnologias diferenciadas, considerou-se que o teor de óleo extraído com o processo estritamente mecânico é 40%, sendo que a fração de óleo não extraído por prensagem permanece incorporada à torta, enquanto com a utilização do processo químico, por solvente, a fração extraída é da ordem de 45% de óleo.

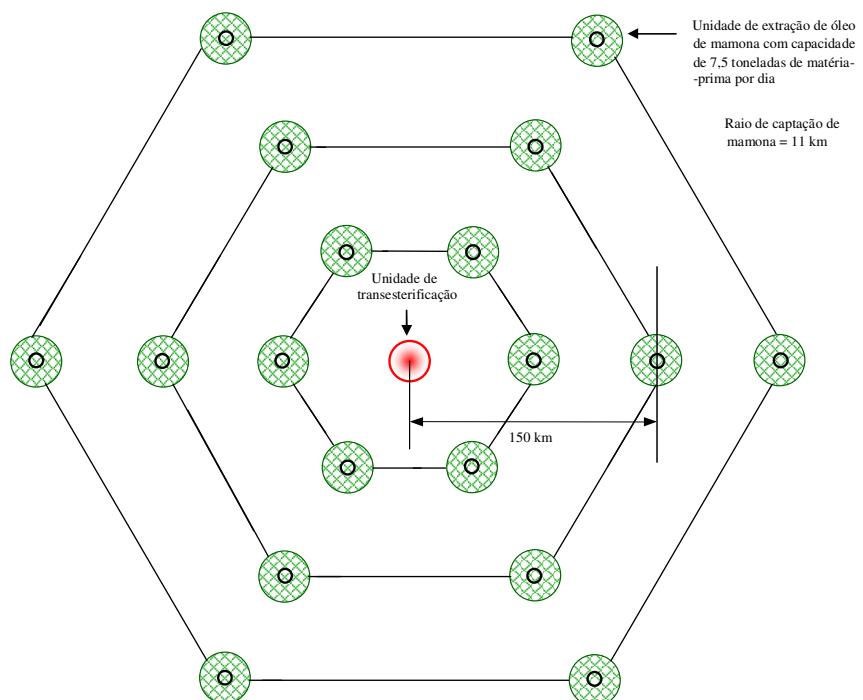
Conforme a metodologia, a escala de produção foi definida com base na capacidade das plantas de biodiesel da Petrobrás, que tem por objetivo adquirir toda sua matéria-prima a partir da agricultura familiar, sendo que a empresa não vai entrar na fase de esmagamento.

Como forma de avaliar o processo de economia de escala adotaram-se três arranjos em escalas distintas, os quais foram orçados em uma única empresa

visando eliminar variações de orçamentos. Dessa forma os arranjos propostos e avaliados foram:

**4.1.1. Proposta Modelo 1** – Complexo de extração mecânica de óleo de mamona, com capacidade para processar 135 toneladas de matéria-prima (mamona) por dia, produzindo 54 toneladas de óleo degomado de mamona por dia, considerando um arranjo de 18 unidades de prensagem de mamona, distribuídas ao redor da unidade de transesterificação, com capacidade individual de 7,5 toneladas de matéria-prima por dia.

Cada uma das 18 unidades demanda 2250 toneladas de mamona por ano, considerando-se uma produtividade de 1020 kg de mamona por hectare, uma área plantada de mamona de 6% da área de captação, o raio médio de captação seria em torno de 11 Km, para cada unidade do Modelo. Este raio é utilizado para definir o custo de transporte de matéria-prima, que depende da distância entre as plantações e as indústrias e também da dificuldade de acesso aos pontos de coleta. A definição desse raio depende da identificação da região da agricultura familiar, onde a unidade será instalada, podendo até atingir valores superiores. Para o cálculo do custo de transporte de óleo, utiliza-se uma distância média de 150 km entre as unidades e a usina de transesterificação, conforme ilustrado na Figura 4.



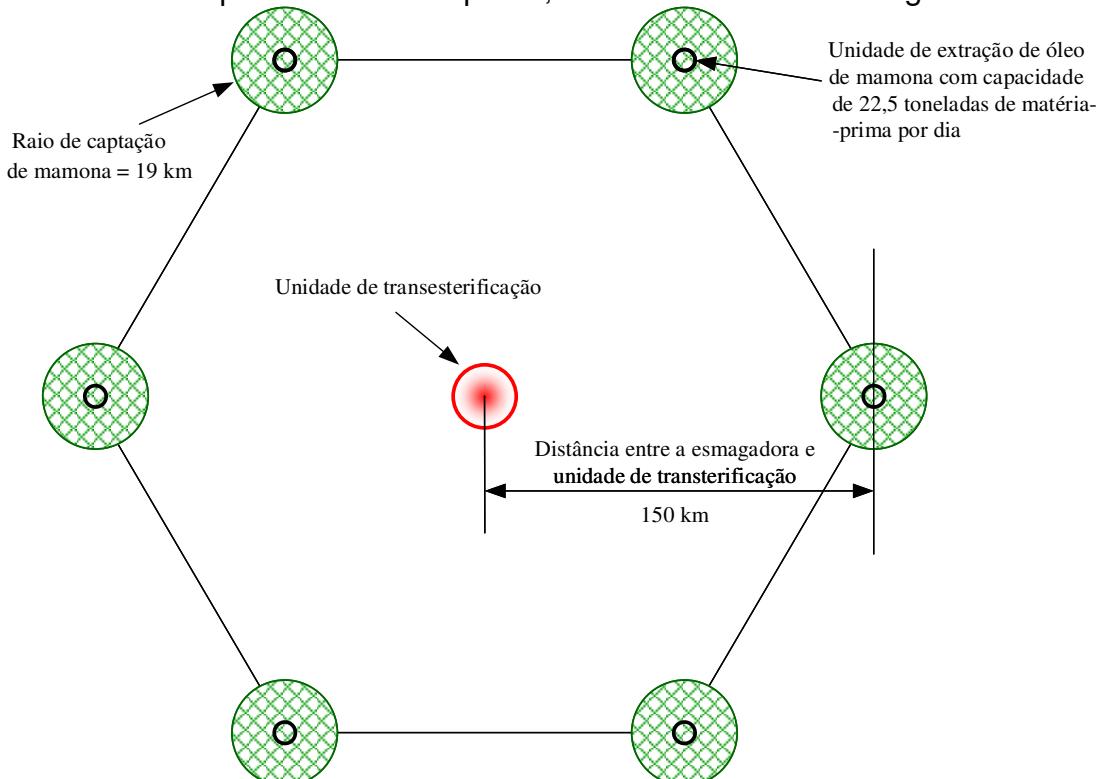
**FIGURA 4** – Distribuição das 18 unidades de produção de óleo vegetal na região produtora, distribuídas em torno da unidade de transesterificação.

Fonte: Elaborada pelos autores.

**4.1.2. Proposta Modelo 2** – Complexo de extração mecânica de óleo de mamona, com capacidade para processar 135 toneladas de matéria-prima (mamona) por dia, produzindo 54 toneladas de óleo degomado de mamona por dia, considerando um arranjo de seis unidades de prensagem de mamona, distribuídas ao redor da

unidade de transesterificação, com capacidade individual de 22,5 toneladas de matéria-prima por dia.

Cada uma das seis unidades demanda anualmente 6750 toneladas de mamona. Considerando-se uma produtividade de 1020 kg de mamona por hectare, uma área plantada de mamona de 6% da área de captação, o raio de captação seria em torno de 19 Km, para cada unidade do Modelo, sendo este raio utilizado para definir o custo de transporte de matéria-prima, conforme ilustrado na Figura 5.

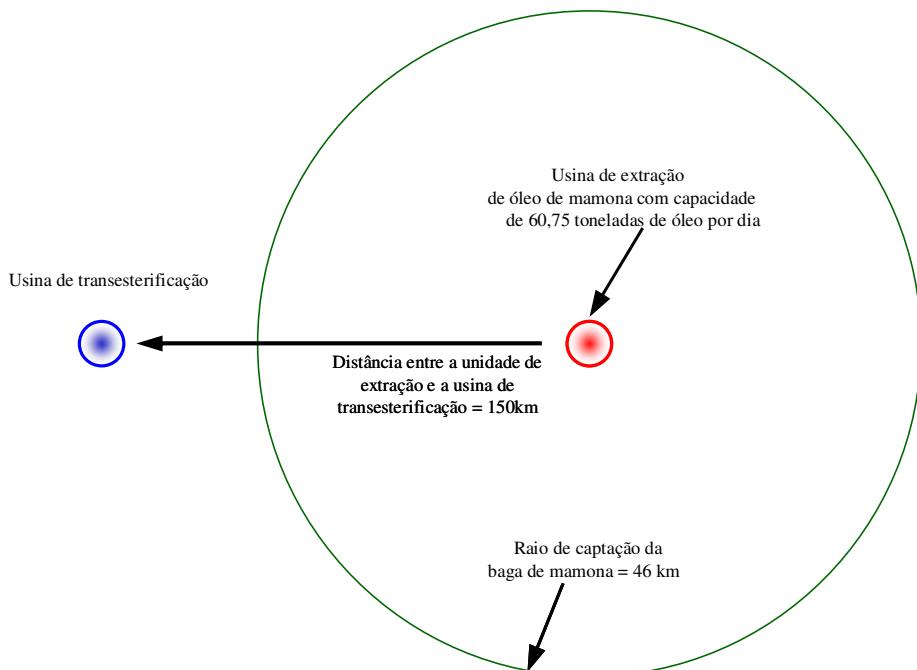


**FIGURA 5 –** Distribuição das 6 unidades de produção de óleo vegetal na região produtora, distribuídas em torno da unidade de transesterificação.

Fonte: Adaptado de SARTORI et al. (2009).

**4.1.3. Proposta Modelo 3 –** Unidade de extração mista (extração por prensagem e por solvente) de óleo de mamona, com capacidade para processar 135 toneladas de matéria-prima (mamona) por dia, produzindo 60,75 toneladas de óleo degomado de mamona por dia.

No Modelo 3, em que a extração ocorre por prensagem e por solvente (extração mista), considerou-se que o teor de óleo extraído é 45%. O complexo tem capacidade para produzir 60,75 toneladas de óleo degomado de mamona, diariamente. A unidade conta com equipamentos para recepção e preparação de grãos, além de um sistema de extração por prensagem constituído de três prensas maiores que as anteriores e com capacidade para processar 135 toneladas de mamona, diariamente, conforme ilustrado na Figura 6.



**FIGURA 6 – Disposição da unidade de extração mista de óleo e a usina de transesterificação**

Fonte: Elaborada pelos autores.

São produzidas, aproximadamente, 92 toneladas de torta gorda, que passam pelo processo de extração química diariamente, sendo que, para este processo. O sistema de extração química utiliza hexano, como solvente.

Vale ressaltar que a torta resultante do processo de extração por solvente (proposta 3) possui uma fração lipídica menor que na extração por prensagem (propostas 1 e 2), pois a extração por solvente implica numa quase total retirada de óleo.

#### 4.2. Confronto das Informações

Como alternativas tecnológicas para as usinas, foram adotadas pequenas escalas de produção de óleo vegetal, buscando identificar a melhor alternativa para a agricultura familiar. As três escalas propostas absorvem 135 toneladas de matéria-prima, diariamente, o que implica um consumo anual de 40.500 toneladas, considerando-se 300 dias de processamento, exigindo uma área cultivada de mamona de 39.706 hectares. O Quadro 1 mostra as relações entre modelos propostos e capacidades de processamento e produção.

**QUADRO 1 – Capacidades de processamento e produção de óleo para os modelos**

Itens	Unidades	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Número de unidades	prensas	18	6	1
Capacidade total	t/dia de matéria-prima	135	135	135
Capacidade individual	t/dia de matéria-prima	7,5	22,5	135
Produção total de óleo	t/dia de óleo	54	54	60,75
Produção individual	t/dia de óleo	3	9	60,75

Do ponto de vista da geração de emprego e inclusão da agricultura familiar, o Quadro 2 mostra o total de postos de trabalho gerados com os modelos.

**QUADRO 2–** Número de postos de trabalho gerados a partir dos modelos propostos

Número de postos de trabalho	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Mão-de-obra administrativa (industrial)	4	7	10
Mão-de-obra operacional (industrial)	216	172	76
Mão-de-obra ATER (agrícola)	206	206	206
Mão-de-obra na agricultura	4.500	4.500	4.500

Em relação à geração de postos de trabalho nas unidades agroindustriais, o Modelo 1 é mais vantajoso que os demais modelos, de forma que o Modelo 1 gera praticamente três postos de trabalho para cada posto do Modelo 3, devido especialmente à existência de um maior número de unidades de produção. No campo estima-se a inclusão de 4.500 agricultores cultivando a mamona, de forma que para assistir tecnicamente a produção será necessário 206 técnicos entre agrônomos, técnicos agrícolas e agentes mobilizadores. Quanto à mão-de-obra administrativa, observa-se um aumento progressivo, devido ao aumento na complexidade dos modelos envolvidos. Verifica-se que os postos de trabalho, gerados na agricultura e na ATER, são iguais para os modelos, pois, estes estão baseados na produção de mamona e na quantidade de famílias envolvidas nos sistemas de produção.

No tocante aos investimentos, a partir de dados coletados em duas épocas distintas (julho de 2006 e julho de 2008), o Quadro 3 destaca os investimentos necessários para a implantação das propostas descritas.

**QUADRO 3 –** Investimentos necessários para a implantação dos modelos propostos

Indicadores	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Julho de 2006 – Investimento total (R\$)	16.447.626,26	12.621.007,32	15.465.556,33
Julho de 2006 – Investimento por unidade (R\$)	913.757,01	2.103.501,22	15.465.556,33
Julho de 2008 – Investimento total (R\$)	22.369.438,60	17.573.636,57	21.268.155,15
Julho de 2008 – Investimento por unidade (R\$)	1.242.746,55	2.928.939,42	21.268.155,15

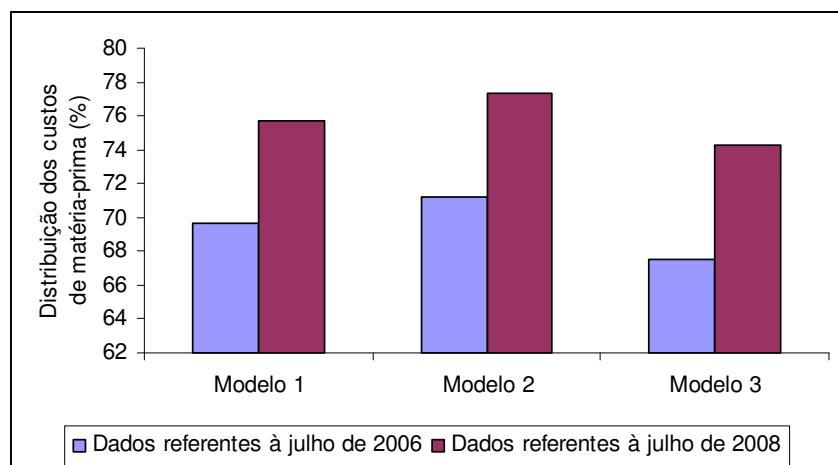
No global percebe-se o impacto da economia de escala entre os Modelos 1 e 2, de forma que o Modelo 2 traz uma economia de quase 25 % sobre os investimentos do Modelo 1. Já o Modelo 3 incorpora tecnologia de extração por solvente, cuja menor escala é a adotada neste arranjo, quebrando, evidentemente a economia de escala, de forma que o Modelo 3 carece de 25% mais investimentos em relação ao Modelo 2.

Por outro lado, em relação aos investimentos por unidade, o Modelo 1 carece de no mínimo 70 famílias organizadas em cada uma das 18 prensas, considerando-se o teto de R\$ 18.000,00 de financiamento do PRONAF Agroindústria (PRONAF, 2009), facilitando a organização das famílias em associações ou mesmo cooperativas. No caso do Modelo 2 este valor sobe para 160 famílias para cada uma das seis unidades do arranjo, o que também é bem factível em termos de associações ou cooperativas de agricultores.

Entretanto, no caso do Modelo 3 a demanda mínima de 1.180 famílias é praticamente impossível levando-se em conta o baixo nível de organização produtiva da agricultura familiar do Nordeste, por exemplo.

Quanto aos custos de produção, entre os custos fixos destacam-se mão-de-obra administrativa e depreciação de construções e equipamentos, enquanto, entre os custos variáveis destacam-se matéria-prima, insumos diversos como energia

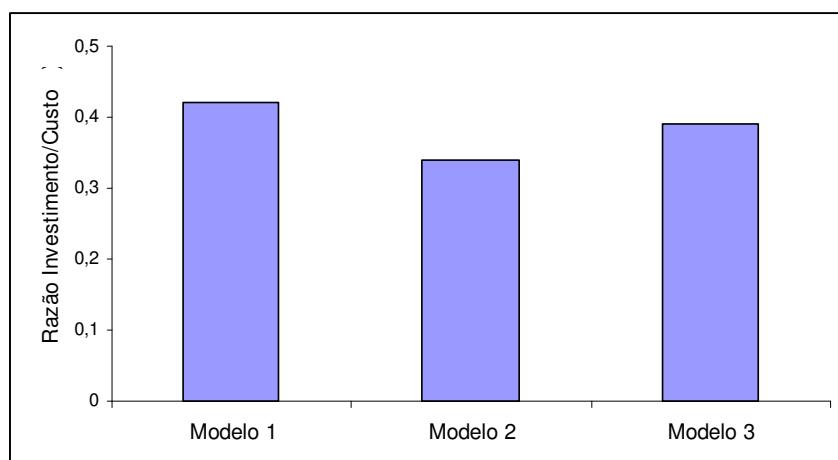
elétrica, vapor, água, transporte de materiais, entre outros. No entanto, em todas as propostas, a matéria-prima foi responsável pela maior parte dos custos, conforme ilustrado na Figura 7.



**FIGURA 7 – Distribuição (%) dos custos da matéria-prima nos modelos descritos.**

Fonte: Dados da pesquisa.

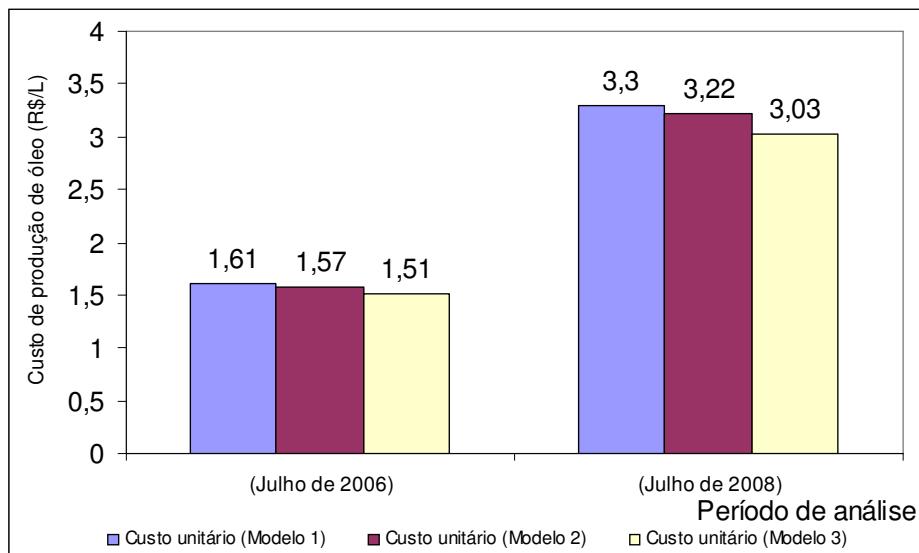
É importante salientar o maior impacto da matéria-prima no Modelo 2 em relação aos demais modelos, o que reforça fatores de economia dos demais itens que compõem o custo neste arranjo em relação as demais. Isto é reforçado na Figura 8, em que o Modelo 2 apresenta a menor relação entre a necessidade de investimento e o custo de produção para os resultados de julho de 2008, demonstrando o menor impacto dos investimentos no custo de produção de óleo para o Modelo.



**FIGURA 8 – Razão Investimento/Custo.**

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto aos custos unitários de produção, o uso de escalas e tecnologias distintas nos modelos geram resultados distintos, considerando-se a total utilização da capacidade das unidades, sendo os valores apresentados na Figura 9.



**FIGURA 9 – Custos de produção (R\$/L) de óleo vegetal nos três modelos.**

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a unidade de extração mista (Modelo 3) possui custo de produção menor que as demais, o que demonstra a redução de custos em função do aumento na escala de produção. Este fato também é muito influenciado pela tecnologia utilizada na extração, ocasionando uma maior fração de óleo extraída (45% da mamona).

Esta diferenciação nos custos de produção implica uma maior flexibilidade em relação a preço de venda, pois, pequenas variações nos preços do óleo vegetal têm menor efeito sobre a rentabilidade que nos outros dois modelos.

Observa-se ainda uma grande variação nos custos de produção no período entre julho de 2006 e julho de 2008, explicado pela alta dos preços de matéria-prima e insumos. Esta alta nos preços coincide com a fase de introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e pela aceleração da economia brasileira, o que promoveu o aumento da demanda por oleaginosas no Brasil.

Finalmente, considerando-se que os produtores associados e fornecedores de matéria-prima são os maiores interessados na utilização da torta de mamona como fertilizante, o Modelo 3 implica uma maior distância entre a indústria e as áreas de produção, dificultando o retorno da torta à agricultura, ou mesmo aumentando seus custos de transporte. No Modelo 1, a torta encontra-se naturalmente distribuída regionalmente, próxima aos agricultores, sendo este o arranjo mais recomendado.

## 5. CONCLUSÕES

O estudo propiciou a análise de arranjos de produção de óleo de mamona pela Agricultura Familiar da região Nordeste com foco na geração de renda adicional à agricultura familiar a partir da viabilidade social e financeira dos empreendimentos.

Enquanto o Modelo 3 apresenta o menor custo de produção, sendo por este critério o modelo mais apropriado, nos demais itens ele é indicado como segunda ou terceira opção de investimento para a agricultura familiar, enquanto que o Modelo 1 é recomendado para nos indicadores necessidade mínima de organização das famílias por unidade de produção e redistribuição da torta.

Já o Modelo 2 é a melhor opção em relação à menor necessidade de investimento e menor impacto do investimento no custo de produção, mas sendo recomendado como segunda opção em todos os casos.

Por fim, em relação ao uso do óleo de mamona para biodiesel o custo de produção mostra claramente que a cultura ainda é inviável do ponto de vista econômico, uma vez que o custo de R\$ 3,03 / L de óleo no caso do Modelo 3 é em média 10% superior ao preço de venda do biodiesel no país nos últimos 12 meses (R\$ 2,60 a R\$ 2,90 o litro).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP – Agência Nacional do Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis, 2009.** Autorizações para Comercialização de Biodiesel. Disponível em: [http://www.anp.gov.br/doc/petroleo/Autorizacoes\\_Comercializacao-Biodiesel.doc](http://www.anp.gov.br/doc/petroleo/Autorizacoes_Comercializacao-Biodiesel.doc), acessado em 30 de março de 2009.
- BORGES, M. C.; PEREZ, R.; SILVA JÚNIOR, A. G.; ALMEIDA JUNIOR, J. F. **Decision support system related to the biodiesel program in Brasil.** In: Applied Modeling and Simulation, 2006 – AMS 2006, Búzios – RJ, Brasil.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2009. **Série Histórica de Produção de Mamona**, disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MamonaSerieHist.xls>, acessado em 30 de março de 2009.
- COSENZA, C. A. N. Tamanho do projeto e economias de escala In: CLEMENTE, A. (Organizador), **Projetos empresariais e públicos**, São Paulo: Atlas, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. **Censo Agropecuário de 1996**, Tabela 497, Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=497&z=t&o=11>, acessado em 14 de abril de 2009.
- MELLO, G. R. A. V. **Economia de escala e eficiência econômica da produção de leite.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 127 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- PRONAF – **Programa Nacional de Agricultura Familiar.** Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf/>>. Acesso em: 15 de setembro de 2009.
- SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária da Bahia, 2009. **Cotação Agrícola**, disponível em <http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao.asp>, acessado em 10 de abril de 2009.
- SARTORI, M. A.; PEREZ, R.; SILVA JUNIOR, A. G.; MACHADO, S.R.S.; SANTOS, M.M.S.; MIRANDA, C.A.C. Análise de arranjos para extração de óleos vegetais e suprimento de usina de biodiesel. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, nº 2, p. 419-434, 2009.