

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Nurdine Abdul Cadre Salé**

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O COMÉRCIO  
INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEL DA *JATROPHA CURCAS*  
(PINHÃO-MANSO) PRODUZIDO EM PAÍSES EM  
DESENVOLVIMENTO**

**Porto Alegre  
2008**

**Nurdine Abdul Cadre Salé**

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O COMÉRCIO  
INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEL DA *JATROPHA CURCAS*  
(PINHÃO-MANSO) PRODUZIDO EM PAÍSES EM  
DESENVOLVIMENTO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronegócio.

Orientador: Prof. Homero Dewes

**Porto Alegre  
2008**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S163o Salé, Nurdine Abdul Cadre

Oportunidades e desafios para o comércio internacional de biocombustível da *Jatropha curcas* (pinhão-manso) produzido em países em desenvolvimento / Nurdine Abdul Cadre Salé. – 2008.

139 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-graduação em Agronegócios, 2008.

Orientador: Prof. Homero Dewes.

1. Agronegócios. 2. Comércio internacional – Exportação. 3. Biocombustíveis – Biodiesel. 4. Produção de combustíveis – Países em desenvolvimento. I. Título.

CDU 631.1

**Ficha elaborada pela Biblioteca da Escola de Administração UFRGS**

Aos meus queridos pais, Arez e Micaela pelo amor, educação e apoio incondicional em todas as fases da minha vida. Muito obrigado, porque foram com bases nesses ensinamentos e valores que consegui ultrapassar dificuldades e alcançar os meus objetivos.

A minha querida irmã, Samira que apesar da distancia sempre esteve presente incentivando-me a persistir com os meus objetivos.

A minha prima, Sheila por dividir comigo todas as fases da minha vida no Brasil, apoiando-me e incentivando-me a vencer os obstáculos. Muito obrigado pelo teu amor, carinho e encorajamento.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Homero Dewes** por ter me mostrado o caminho e os meios para construção de conhecimento científico e pelas lições da vida que levarei comigo. Caro professor Homero, tudo o que eu disser é tão pouco para expressar a minha gratidão, pois o que fizeste por mim vai além de uma simples orientação. Meu reconhecimento e sincero agradecimento pela confiança, amizade e ensinamentos que jamais esquecerei.

Ao Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN) pela oportunidade de cursar este mestrado e aprender com sua rica e interdisciplinar equipe de professores, cujas aulas foram de imenso valor para minha vida acadêmica e profissional.

Deixo registrado minha saudação e meu desejo de “*all the Best*” aos meus queridos colegas de mestrado e doutorado. Muito obrigado pelo apoio e amizade. Espero que apesar da distância que nos separa a nossa amizade perdure.

Agradecimento especial à **Ignes Stefanello** pelo carinho, amor, apoio e bons momentos compartilhados durante estes dois anos.

## RESUMO

O mercado internacional de biocombustíveis tem se expandido muito rapidamente devido às questões e preocupações ambientais, econômicas e geopolíticas. O negócio de biocombustíveis pode oferecer oportunidades para os países em desenvolvimento de modo que eles possam produzir o seu próprio combustível de transporte, reduzir os seus gastos energéticos, criar novos empregos para suas economias rurais e por último desenvolver os seus mercados externos. Atualmente já existem muitas fontes de biocombustíveis sendo exploradas/utilizadas. Mas o interesse pelas culturas energéticas não-alimentares tem crescido bastante e dentro destas a *Jatropha curcas* tem sido realçada como uma possível fonte de biodiesel por causa das suas características de crescer em terras pobres, degradadas sobre condições extremas, de requerer pouca umidade e resultar em colheitas produtivas. Devido ao fato da *J. curcas* ser bem adaptável a condição árida e semi-áridas de muitos países em desenvolvimento, e diante do promissor mercado internacional de biocombustível, vários países Africanos e Asiáticos tem aproveitado oportunidades do comércio de biodiesel através da exploração dos benefícios da produção e comércio da *Jatropha* em larga escala. Embora ela já tenha sido amplamente cultivada como cerca viva, pouco se sabe sobre seus aspectos agrônômicos para a produção de biocombustível. Acrescentando, muitas das espécies da *Jatropha* são conhecidas como altamente plantas tóxicas e o seu cultivo pode ser a causa de muitas preocupações em relação à segurança alimentar e saúde pública. Este estudo pretendeu analisar os desafios e as oportunidades do cultivo da *Jatropha* em larga escala em países em desenvolvimento para produção de biodiesel orientada para exportação, respondendo assim as seguintes perguntas: como o biodiesel da *Jatropha* produzido em países em desenvolvimento pode ser aceite pelo potencial mercado internacional e se existe qualquer preocupação quanto a sua produção em larga extensão. Aplicou-se o referencial teórico da Strategic Niche Management (SNM) para analisar as experiências sócio-tecnológicas da produção de biodiesel na Índia, sendo esta escolhida como estudo de caso devido ao fato de ela ser atualmente a líder mundial no cultivo da *Jatropha* em escala industrial. Os projetos Indianos avaliados/analizados foram selecionados de base de dados eletrônica on-line e através de relatórios de pesquisa publicados. Eles foram descritos e analisados de acordo com os processos de criação de nicho quanto a práticas agrônômicas para avaliar o estado atual do cultivo da *Jatropha* dentro da sua cadeia produtiva. Constatou-se que as espécies da *Jatropha* oferecem oportunidades reais para os prospectivos países exportadores de biocombustíveis. Mas antes de se engrenar na produção da *Jatropha* em larga escala, experiências plausíveis tem de ser realizadas com a participação de todos agentes interessados. Eles devem estar envolvidos na formação de rede de agentes, nos processos de aprendizagem através de tentativas e erro, e especialmente as suas expectativas devem ser construídas/baseadas em cima de dados realmente científicos e não em previsões/projeções meramente comerciais. Além disso, deve-se considerar que o acesso aos mercados desenvolvidos esta crescentemente dependente de sistemas de certificações que levam em conta certas condições específicas sociais e ambientais da produção agrícola na qual todos os países produtores de biocombustíveis deverão cumprir.

**Palavras-chaves:** Cultivo da *Jatropha*. *Strategic Niche Management*. Comércio de biocombustíveis. Índia. África.

## ABSTRACT

The international biofuel market has been expanding rapidly due to environmental, economic and geopolitical concerns and issues. The biofuel business can offer opportunities for developing countries to produce their own domestic transportation fuels, cut their energy costs, create new jobs in their rural economies, and ultimately build their export markets. There are many biofuel feedstocks being exploited. The interest on non-food energy crops is increasing, and among these *Jatropha curcas* has been highlighted as a possible source of biodiesel due to its characteristics of growing on barren, eroded lands under harsh climatic conditions, demanding low moisture and in resulting productive harvests. Because *J. curcas* is well adapted to the arid land and semi-arid conditions of many developing countries, and in face of the promising international biofuel market, several African and Asian countries are seizing biodiesel trade opportunities through exploitation of the benefits of large-scale production and trade of *Jatropha*. Though it has been widely cultivated in the tropics as a living fence, little is known about the agronomics of this crop for biofuel production. In addition, many *Jatropha* species are known as highly toxic plants and its cultivation might be a cause of some concerns, regarding food safety and public health. This study is aimed at analyzing the challenges and opportunities of large-scale *Jatropha* cultivation in developing countries for biodiesel export by addressing the questions how can *Jatropha* biodiesel be accepted by the potential international market and whether there should be any concerns about cultivating it in large extension. The Strategic Niche Management (SNM) framework was applied to analyze socio-technological experiments of *Jatropha* biodiesel production in India, as a case study because this country is currently the world leader in when it comes to cultivate *Jatropha* on industrial scale. The analyzed Indian projects were selected from on-line electronic data basis and from published research reports. They were described and analyzed according to the niche creation process in relation to agronomic practices to assess the current state of *Jatropha* cultivation in its production chain. It was found out that *Jatropha* species offer real opportunities for prospective biofuel-export countries. However, before engaging into large-scale cultivation of *Jatropha* in developing countries considerable experiments ought to be made with the participation of all stakeholders. They ought to be involved in actor network, learning process through trial and error, and especially, their expectations should be built on real scientific data and not merely on commercial forecasts. Furthermore, it is to be considered that the access to developed markets is increasingly dependent upon certification systems which take into account certain specific environmental and social, agricultural production conditions which all the biofuel producing countries would be required to fulfil.

**Key-words:** *Jatropha* cultivation. Strategic Niche Management. Biofuel trade. India. Africa.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Folhas e flores da <i>Jatropha curcas</i> .....	19
Figura 2 – Frutos e Sementes da <i>Jatropha curcas</i> .....	20
Figura 3 - Partes importantes da <i>Jatropha curcas</i> .....	22
Figura 4 - Principais áreas de distribuição da <i>Jatropha curcas</i> (em verde) .....	23
Figura 5 - Oásis no deserto e Cultivo da <i>Jatropha</i> .....	27
Figura 6 - Plantação da <i>Jatropha</i> em solos degradados .....	35
Figura 7 - Consorciação do tomate com a <i>Jatropha</i> .....	43
Figura 8 - Ciclo bioenergético da <i>Jatropha curcas</i> L .....	50
Quadro 1 - Elementos do Sistema ST (Estruturas).....	56
Figura 9 - A perspectiva tridimensional da mudança tecnológica .....	56
Figura 10 - Projetos de cultivo da <i>Jatropha</i> em desenvolvimento .....	69
Quadro 2 - Resumo dos principais desafios e oportunidades para produção de biodiesel da <i>Jatropha</i> produzido nos países em desenvolvimento .....	86
Figura 11 - Mapa da Índia incluindo os estados e territórios .....	88
Quadro 3 - Experimentos Progênicos da <i>Jatropha curcas</i> .....	102
Quadro 4 - Análise indicativa de custo-benefício das plantações da <i>Jatropha</i> durante um período produtivo de 30 anos' .....	106
Quadro 5 - Preço final de venda do biodiesel após inclusão dos retornos da venda dos subprodutos .....	106
Quadro 6 - Relação entre os critérios de sustentabilidade da biomassa e o cultivo da <i>Jatropha</i> na Índia.....	113
Quadro 7 - Resumo dos principais achados da análise sócio-tecnológica de nicho do cultivo da <i>Jatropha</i> na Índia .....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da amêndoa, casca e farinha .....	25
Tabela 2 - Composição do ácido gorduroso do óleo da <i>Jatropha curcas</i> l .....	25
Tabela 3 - Parâmetros químicos, físicos do óleo combustível da <i>Jatropha curcas</i> .....	51
Tabela 4 - Características do biodiesel da <i>Jatropha</i> comparado com as especificações da União Europeia de diesel .....	51
Tabela 5 - Produção mundial de biodiesel production, 2004 and 2010.....	64
Tabela 6 - Terras degradadas adequadas para o cultivo da <i>Jatropha</i> na Índia.....	91
Tabela 7 - Terras degradadas segundo a 1ª fase de cultivo da <i>Jatropha</i> na Índia.....	92
Tabela 8 - Comparação das matérias primas do biodiesel.....	99
Tabela 9 - Modelo de Plantação implementado pelo NOVOD .....	104
Tabela 10 - Benefícios econômicos da produção de biodiesel da <i>Jatropha</i> cultivado em terras degradadas na Índia <sup>a</sup> .....	108

## LISTA DE ABREVIATURAS

CBDA - *Chhattisgarh Biofuel Development Authority*

COC - Cobre Oxy Chloride

CPRs - Recursos de Propriedade Comum

CSMCRI - *Central Salt and Marine Chemicals Research Institute*

FACT - *Fuels from Agriculture in Communal Technology*

FSC - *Forest Stewardship Council* - certificação

GEE - Gases do efeito estufa

GI - Governo da Índia

MA - Micorriza Arbuscular

MAPA - Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

OECD - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento

OMC - Organização Mundial do Comércio

P & D - Pesquisa e Desenvolvimento

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SNM - *Strategic Niche Management*

ST - Sócio-Tecnológico

UE - União Europeia

USAID - *United States Agency International Development*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>JATROPHA E SUAS APLICAÇÕES</b> .....	<b>18</b>
2.1	DESCRIÇÃO DA PLANTA .....	18
2.2	DESCRIÇÃO BOTÂNICA .....	19
2.3	VARIETADES .....	20
2.4	ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO .....	23
2.5	ECOLOGIA .....	23
2.6	PROPRIEDADES .....	24
2.7	TOXICIDADE DA PLANTA .....	25
2.8	PRÁTICAS AGRONÔMICAS .....	27
<b>2.8.1</b>	<b>Atividades de pré-plantio</b> .....	<b>28</b>
<b>2.8.2</b>	<b>Qualidade plantação material</b> .....	<b>28</b>
<b>2.8.3</b>	<b>Solo e preparo do solo</b> .....	<b>28</b>
<b>2.8.4</b>	<b>Micorriza e Jatropha</b> .....	<b>29</b>
<b>2.8.5</b>	<b>Propagação</b> .....	<b>30</b>
2.8.5.1	Viveiro .....	30
2.8.5.2	Semeadura em poli-malas .....	31
2.8.5.3	Semeadura em camas .....	31
2.8.5.4	Semeadura direta .....	32
2.8.5.5	Enxertos .....	33
<b>2.8.6</b>	<b>Levantamento das plantas do viveiro</b> .....	<b>34</b>
<b>2.8.7</b>	<b>Proporção e espaçamento da semente</b> .....	<b>34</b>
2.8.7.1	Plantação .....	34
2.8.7.2	Densidade e geometria de plantação .....	35
2.8.7.3	Cercas vivas ou conservação do solo .....	36
2.8.7.4	Preparando as covas .....	36
2.8.7.5	Plantio direto .....	37
2.8.7.6	Transplântio .....	37
<b>2.8.8</b>	<b>Estrume e fertilizantes</b> .....	<b>38</b>
<b>2.8.9</b>	<b>Irrigação</b> .....	<b>38</b>
<b>2.8.10</b>	<b>Manejo da poda</b> .....	<b>39</b>
2.8.10.1	Operações Inter-culturais .....	40

2.8.10.2	Capina.....	40
<b>2.8.11</b>	<b>Colheita .....</b>	<b>41</b>
<b>2.8.12</b>	<b>Remoção das sementes .....</b>	<b>41</b>
<b>2.8.13</b>	<b>Produtividade .....</b>	<b>42</b>
<b>2.8.14</b>	<b>Consociação .....</b>	<b>42</b>
<b>2.8.15</b>	<b>Base agroflorestal da Jatropha.....</b>	<b>43</b>
<b>2.8.16</b>	<b>Doenças .....</b>	<b>44</b>
<b>2.8.17</b>	<b>Pragas .....</b>	<b>44</b>
<b>2.8.18</b>	<b>Gestão pós-colheita.....</b>	<b>45</b>
2.8.18.1	Armazenamento.....	45
2.9	UTILIDADES .....	46
<b>2.9.1</b>	<b>Aplicação de J. curcas na medicina tradicional.....</b>	<b>46</b>
<b>2.9.2</b>	<b>Plant protetora e moluscicida.....</b>	<b>47</b>
<b>2.9.3</b>	<b>Óleo da Jatropha curcas e óleo transesterificado como combustível substituto .....</b>	<b>48</b>
2.10	OUTRAS UTILIDADES.....	52
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>54</b>
3.1	STRATEGIC NICHE MANAGEMENT COMO FERRAMENTA ANALÍTICA .....	54
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO (PD) .....</b>	<b>62</b>
5.1	TENDÊNCIAS DO MERCADO MUNDIAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS .....	62
<b>5.1.1</b>	<b>Mercado do biodiesel da Jatropha .....</b>	<b>65</b>
5.2	LIGAÇÃO ENTRE OS BIOCOMBUSTÍVEIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	70
5.3	OPORTUNIDADES PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.....	71
<b>5.3.1</b>	<b>Metas do desenvolvimento sócio-econômico .....</b>	<b>71</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Metas Ambientais.....</b>	<b>73</b>
5.4	DESAFIOS PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.....	76
<b>5.4.1</b>	<b>Metas do desenvolvimento sócio-econômico .....</b>	<b>76</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Metas ambientais .....</b>	<b>79</b>
5.5	O BIOCOMBUSTÍVEL DERIVADO DA JATROPHA E O COMÉRCIO INTERNACIONAL.....	81
<b>6</b>	<b>EM DIREÇÃO A TRANSIÇÃO DE ENERGIA A BASE DA JATROPHA</b>	<b>87</b>

6.1	INTRODUÇÃO DA ÍNDIA.....	87
6.2	DISPONIBILIDADE DE TERRA PARA PLANTAÇÃO JATROPHA PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	90
6.3	ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO Á NÍVEL DE NICHOS.....	92
<b>6.3.1</b>	<b>Descrição dos projetos.....</b>	<b>92</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Sistema Sócio-Tecnológico de Nicho .....</b>	<b>95</b>
6.3.2.1	Formação de Rede de Atores .....	95
6.3.2.2	Processos de Aprendizagem .....	98
6.3.2.3	Expectativas dos Atores.....	105
<b>7</b>	<b>NORMAS DE CERTIFICAÇÃO PARA CULTIVO DA JATROPHA EM LARGA ESCALA VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS.....</b>	<b>109</b>
<b>8</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>114</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>121</b>
<b>10</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>123</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>128</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento acentuado do preço dos produtos petrolíferos, a natureza finita dos combustíveis fósseis, e a crescente preocupação ambiental especialmente relacionadas com emissões de gases de efeito estufa, considerações de segurança e saúde pública estão forçando a busca de novas fontes e formas alternativas de energia para alimentar motores de veículos a nível mundial. Os biocombustíveis são definidos aqui como combustíveis orgânicos derivados de biomassa que podem ser transformados em combustíveis líquidos, quer para fins de transporte ou de aquecimento, visto que, estes podem oferecer uma alternativa promissora. Eles podem ser feitos a partir de culturas energéticas cultivadas intencionalmente, bem como, plantações polivalente/multifuncional e de subprodutos como os resíduos e sobras (FAO, 2000).

Este trabalho concentra-se em um tipo de biocombustível líquido produzido a partir de culturas cultivadas intencionalmente: que é biodiesel, obtido a partir de sementes, como a colza/canola, girassol, soja, palma, coco ou jatropha, pela reação do óleo com metanol ou etanol. Biodiesel pode ser queimado diretamente em motores a diesel ou misturado com diesel derivado de combustíveis fósseis (PESKETT et al., 2007). Já existem novas tecnologias de biodiesel como, por exemplo, Fischer-Tropsch que sintetiza o combustível para motores diesel a partir de madeira e palha para uma fase de gaseificação (DUFÉY, 2007).

O novo interesse global em biocombustíveis tem se transformado em rápida expansão internacional de mercado de biocombustível. Vários países desenvolvidos e em desenvolvimento estão estabelecendo quadros regulatórios para os biocombustíveis, incluindo metas de mistura como, por exemplo, a meta da União Europeia (UE) de 10% de mistura de biocombustíveis no combustível de transporte até 2020 (PESKETT et al., 2007). Eles também estão oferecendo vários tipos de subsídios e incentivos para apoiar indústrias nascentes de biocombustíveis. Estes desenvolvimentos são esperados para impulsionar uma contínua procura e oferta de biocombustíveis a nível mundial nos próximos anos (ICTSD, 2006). Provavelmente seus maiores apelos residem nos seus potenciais de redução de emissões gases de efeito estufa (GHG) por substituição parcial do petróleo por um combustível de transporte menos poluente. Segundo Faaij

(2004), uma vez que a procura de combustíveis de transporte é imensa, os biocombustíveis oferecem aos agricultores em todos os países - ricos e pobres - grandes oportunidades de mercado. Isso poderia ajudar países a cumprir os seus compromissos no âmbito do Protocolo de Kyoto e atenuar os efeitos das alterações climáticas. Ainda em relação à procura por bio-energia, a redução das emissões de gases de efeito estufa é importante, pois é a garantia de que a biomassa produzida em outra parte do mundo é produzida e fornecida de uma forma sustentável.

Segundo Dufey (2007), em termos económicos, hoje os elevados preços do petróleo tornam os biocombustíveis, da maioria dos países produtores eficientes, competitivos, sendo que estes são majoritariamente as nações em desenvolvimento. Outras forças motrizes do mercado de desenvolvimento de biocombustível incluem a promoção de uma maior segurança energética e poupança de divisa, através de redução na importação de petróleo, desenvolvimento rural e redução da pobreza. A combinação destes fatores faz com que, atualmente, os biocombustíveis estejam no topo da agenda política de vários países. Assim, o tema de biocombustíveis está a emergir com implicações nas áreas da agricultura e energia, meio ambiente, desenvolvimento e comércio internacional. O melhor proveito desta inovação tecnológica exigirá a combinação eficiente de mercados, incentivos e instituições a nível local, nacional e internacional. Portanto, a medida que o mercado dos biocombustíveis se desenvolve, o mesmo poderá acontecer com seu comércio internacional.

Para Faaij (2004), o comércio internacional de bioenergia é o resultado da combinação desses impulsionadores e condutores da diversidade regional, tais como o clima, disponibilidade de água, condições do solo, densidade populacional, situação de desenvolvimento agrícola e métodos de produção. Atualmente, as matérias-primas ou *feedstocks* exploradas comercialmente pelos países produtores de biodiesel provém de óleos comestíveis derivados de colza/canola, soja, girassol, palma e coco (KORBITZ, 1999). Alguns autores defendem que a utilização deste tipo de óleo comestível para produzir biodiesel nos países em desenvolvimento não é viável, uma vez que, a maioria destes países já tem uma escassez de óleo alimentar e, portanto, a utilização desta matéria-prima deveria ser utilizada para suprir suas necessidades básicas.

Entretanto, o óleo não-comestível produzido a partir de plantas como a *Jatropha curcas* (pinhão-manso) pode ser uma possível escolha de fonte para o biodiesel nas atuais circunstâncias, uma vez que ela pode crescer em terras degradadas, erodidas sob extremas condições climáticas, como por exemplo, em solos de deserto, impróprios para produção de culturas alimentares ou de pastagem (FRANCIS et al., 2005; AZAM et al., 2005).

Dependendo das condições específicas agrícolas, ambientais, econômicas e energéticas que os países possuem, os biocombustíveis podem oferecer diferentes opções. Além disso, as políticas desempenham um papel importante para o desenvolvimento do comércio de bioenergia. A rentabilidade dos biocombustíveis dependerá de uma série de fatores tais como: crescente procura energética e de outros mercados de *feedstocks* (por exemplo, alimentos); subprodutos e dos próprios combustíveis fósseis convencionais (ICTSD, 2006).

Comumente assume-se que o aumento da produção e comércio do biocombustível irá elevar o preço do *feedstocks*, mas que os efeitos podem variar significativamente em relação a algumas culturas, como por exemplo, o aumento dos preços do milho devido a demanda de etanol, principalmente nos Estados Unidos. Peskett et al. (2007), argumentam que, não obstante as diferenças entre os diversos sistemas de produção, matéria-prima, históricos ou padrões de produção agrícola e os níveis de pobreza, a economia da produção de biocombustíveis mostra em geral que: as economias de escala são importantes na produção dos biocombustíveis.

Como todas as grandes inovações tecnológicas na história humana, a transição para um regime de energia com baixa emissão de carbono irá criar benefícios e encargos. Embora os biocombustíveis apresentem oportunidades e riscos, eles representam perspectivas promissoras no futuro sistema mundial de energia. No entanto, existem muitas incertezas quanto as ambições relacionadas a produção de biocombustível.

Em face deste mercado promissor, vários países Africanos e Asiáticos estão visualizando oportunidades para o crescimento das suas economias através do comércio de biodiesel a partir da utilização dos benefícios da produção e comércio em larga escala de sementes da *Jatropha*, embora pouco se conheça sobre o seu balanço de energia, ciclo de dióxido de carbono (gases de efeito

estufa) bem como os impactos ambientais, uso da terra e questões sócio-econômicas do sistema de produção agrícola da *Jatropha*.

Portanto, considerando-se uma produção em larga escala de biodiesel da *Jatropha*, torna-se necessário responder às seguintes questões norteadoras da pesquisa:

- Quais são as implicações do cultivo da *Jatropha* em larga escala para a produção de biodiesel nos países em desenvolvimento?
- Quais são os entraves enfrentados e os avanços alcançados no cultivo da *Jatropha*, até o momento, nos países em desenvolvimento?
- Como pode o biodiesel da *Jatropha*, produzido nos países em desenvolvimento, ser aceito pelo potencial mercado internacional?

Tais questões serão estudadas utilizando a Índia como referencial de produtor da *Jatropha*, pelo fato desta ser a líder mundial no cultivo desta cultura em escala industrial. Além disto, este país possui semelhanças edafoclimáticas e culturais com países africanos e algumas regiões do Brasil.

Desta forma, este estudo tem como objetivo analisar as oportunidades e desafios do cultivo da *Jatropha* em larga escala, nos países em desenvolvimento, para exportação do biodiesel. Como objetivo específico, visa-se identificar as oportunidades e desafios para a produção de biodiesel nestes países.

A organização deste estudo efetuou-se da seguinte maneira: Capítulo 2 fornece uma introdução de *Jatropha* e suas aplicações. No capítulo 3 a abordagem do *Strategic Niche Management* (SNM) foi delineada e apresentada segundo a sua importância para a cadeia produtiva. No capítulo 4, é apresentado o método que foi utilizado, e é seguido pelo capítulo 5 em que as oportunidades e desafios para a produção de biodiesel da *Jatropha* foram identificados. Após a identificação, foi utilizado o *framework* do SNM para analisar os projetos de produção implementados na Índia, descritos no capítulo 6. A resposta para a possível aceitação do biodiesel da *Jatropha*, produzidos em países em desenvolvimento, é relatada no capítulo 7. Seqüencialmente, são apresentadas as discussões sobre o cultivo da *Jatropha* em larga escala, para produção de

biocombustível. As considerações finais são apresentadas no capítulo 9. Finalmente, o capítulo 10 resume os emergentes *insights* sobre como a transição de energia baseada em culturas bio-energéticas pode ser estudada nos países em desenvolvimento, e também apresenta recomendações para a estruturação da cadeia de suprimento e à elaboração de políticas públicas referentes a biocombustíveis.

## 2 JATROPHA E SUAS APLICAÇÕES

### 2.1 DESCRIÇÃO DA PLANTA

A utilização de árvores e arbustos nas zonas áridas e semi-áridas é de vital importância para a população humana nos países em desenvolvimento (BEN SALEM; PALMBERG, 1985). Tentativas estão sendo feitas para promover o cultivo de culturas que anteriormente cresciam apenas regionalmente ou eram pouco cultivadas. Existem inquéritos detalhados especialmente para as culturas que se adaptam bem nas condições de zonas áridas e semi-áridas (DAVIS et al., 1983; WEISS, 1989). A fim de se identificar espécies vegetais relevantes, não só para utilização como matéria-prima na indústria, mas também como fonte de energia, um conjunto abrangente de pesquisas foram realizadas em muitas partes do mundo (NIELSEN et al., 1977; GÜBITZ et al., 1999). Espécies de plantas que podem ser processados para fornecer um substituto do combustível diesel tem atraído a atenção de cientistas principalmente em regiões de clima temperado. Nesta categoria de plantas, as seguintes propriedades da *Jatropha curcas* L. tem atraído interesse de diversas agências desenvolvimento, visto que ela se adapta bem as regiões marginais semi-áridas, o seu óleo pode ser processado para uso como substituto do combustível para motores a diesel e também ela pode ser usada para controlar a erosão. *Jatropha curcas* L. ou pinhão manso é uma árvore pequena ou um grande arbusto, que pode atingir uma altura de até 5 metros, e pertence à família Euphorbiaceae. O gênero *Jatropha* contém aproximadamente 170 espécies conhecidas. O nome do gênero *Jatropha* deriva do grego iatrós (médico) e trophé (comida), que significa usos medicinais. Curcas é o nome comum para “physic nut” em Malabar, Índia. A planta é largamente cultivada nos trópicos como cerca viva, uma vez que ela não serve de fonte de pastagem para os animais. Numerosos nomes vernáculos existem para *jatropha*: physic nut, purging nut (Inglês); pourghère, pignon d'Inde (francês); purgeernoot (holandês); Purgiernuß, Brechnuß (alemão); purgueira (Português); fagiola d'Índia (Italiano); dand barrî, habel meluk (árabe); kanananaeranda, parvataranda (sânscrito);

bagbherenda, jangliarandi, safed arand (Hindi); kadam (Nepal); yu-lu-tzu (chinês); sabudam (Tailândia); túbang - Bákod (Filipinas); jarak budeg (Indonésia); bagani (Costa do Marfim); kpoti (Togo); tabanani (Senegal); mupuluka (Angola); butuje (Nigéria); makaen (Tanzânia); piñoncillo (México); Coquillo, tempate (Costa Rica); tártago (Porto Rico); mundubi-assu, pinhão-manso (Brasil); piñol (Peru) e pinón (Guatemala) (HELLER, 1996 citando MÜNCH, 1986; SCHULTZE-MOTEL, 1986).

## 2.2. DESCRIÇÃO BOTÂNICA

*Jatropha curcas* L., ou pinhão manso, tem ramos espessos. A árvore tem um tronco reto e cinzento ou casca avermelhada, mascarada por grandes manchas brancas. Possui folhas verdes com um comprimento e largura de 6 a 15 cm, com 5 a 7 lóbulos superficiais. As folhas são dispostas alternadamente. Dormência é induzida por flutuações da precipitação e temperatura / luz. Mas nem todas as árvores respondem simultaneamente. Em uma cobertura se pode ter ramificações sem folhas e próximo a elas, ramos cheios de folhas verdes. Os ramos contêm látex esbranquiçada, que provoca manchas marrons que são muito difíceis de remover. Normalmente, cinco raízes são formadas a partir de sementes: uma raiz principal e 4 raízes laterais. Plantas de enxertos desenvolvem apenas raízes laterais (DOVE BIOTECH, 2002).



**Figura 1 - Folhas e flores da *Jatropha curcas***  
Fonte: Rashtrapati (2006).

As inflorescências são formadas nos terminais dos ramos e são complexas, possuindo principal e co-florescências com paracladia. Botanicamente, isso pode ser descrito como um cyme. A planta é monoécia e as flores são unisexuais; as flores hermafroditas muito ocasionalmente ocorrem. Dez estames são dispostos em dois distintos verticilos de cinco em cada uma única coluna no androecium, e nas proximidades de uns aos outros. No gynoecium, os três estilos finos estão ligados a cerca de dois terços do seu comprimento, dilatando ao maciço bifurcado estigma. Polinização da *Jatropha curcas* é feita através de insetos (DEHGAN; WEBSTER, 1979). Após a polinização, é formado um fruto trilocular elipsoidal. O exocarpo permanece carnudo até as sementes ficarem maduras. As sementes são pretas e em média 18 mm de comprimento (11 - 30) e 10 mm de largura (7 - 11). O peso das sementes (por 1000) é de cerca de 727g, este equivalem a 1375 sementes por kg na média. O tempo de vida da planta *Jatropha curcas* tem mais de 50 anos (DOVE BIOTECH, 2002). A Figura 2 mostra frutos e sementes da *Jatropha*.



**Figura 2 – Frutos e Sementes da *Jatropha curcas***  
Fonte: Rashtrapati (2006).

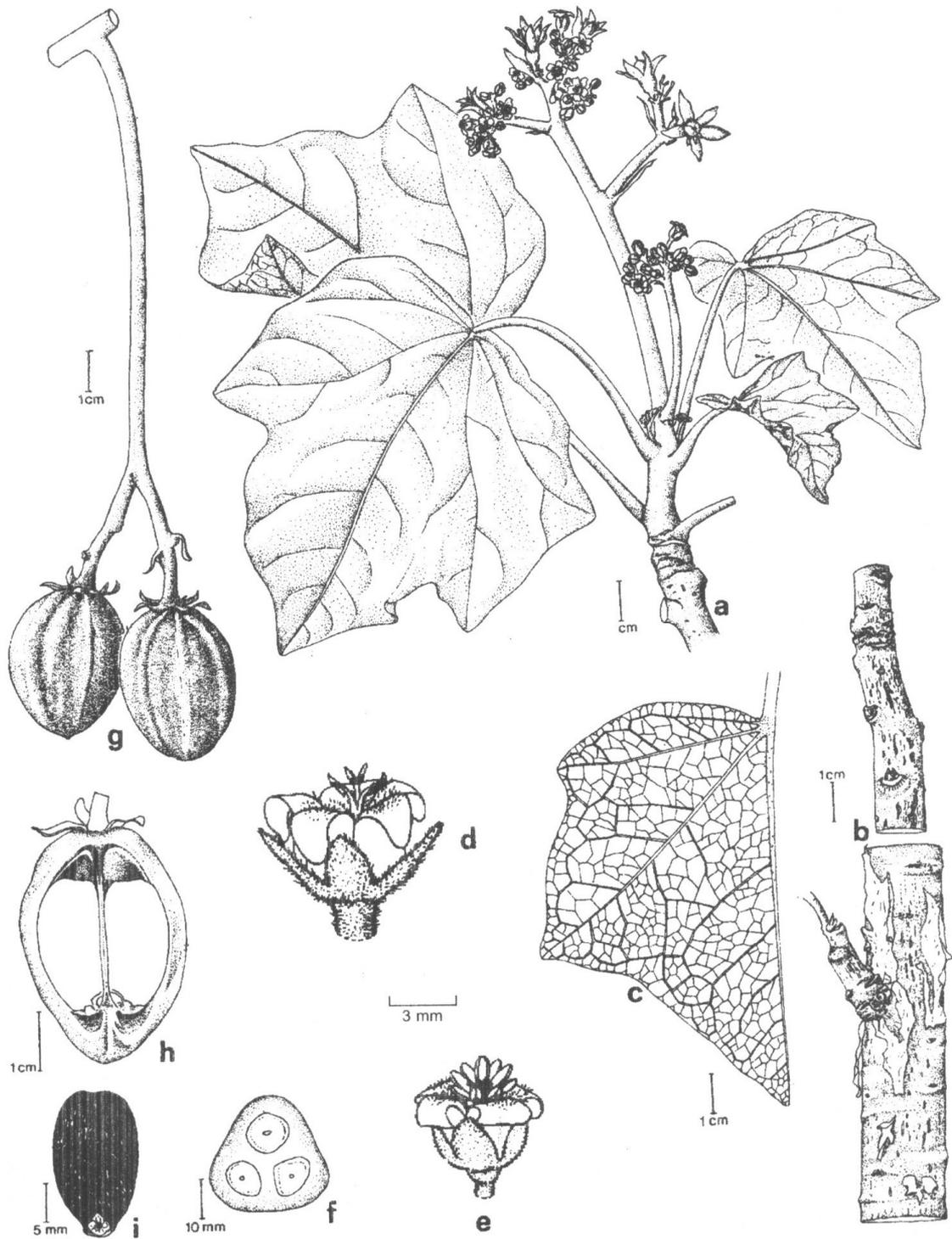
### 2.3 VARIEDADES

Há três variedades mais conhecidas da *Jatropha* até ao momento. Estas três variedades são:

**Variedade Cabo Verde** – possui pequenas sementes é de cerca de 682 g, o comprimento das sementes é de cerca de 16,8 mm). Esta variedade é encontrada em quase todos os países do mundo, com exceção da América Central.

**Variedade Nicarágua** - essa variedade é diferente da Cabo Verde por ter muito mais folhas, que têm uma forma mais arredondada, e muitas sementes pesam cerca de 878 g, o comprimento das sementes é de cerca de 20,3 mm). O rendimento das árvores parece ser a mesma, porque há menos frutos em uma árvore do que variedade Cabo Verde.

**Variedade Não tóxica Mexicana** - peso de sementes está entre 524 g e 901 g. Esta variedade não tóxica existe no México, na zona em redor Misantla, Veracruz, e que são muito apreciadas pela população como alimento depois torradas. Não contém Phorbol ésteres. Makkar et al. (1999) relatam, que as variedades comestíveis (não-tóxicas) de *J. curcas* não estão restritas apenas ao Estado de Veracruz México, mas são também encontradas no estado de Quintana Roo. As sementes coletadas do estado de Quintana Roo parecem ser de melhor qualidade visto que os níveis de proteína, lipídios e cinzas são mais altos e os fatores antinutricionais e tóxicos mais baixos na maioria das amostras estudadas. Torrar as sementes como é utilizado pelos agricultores não inativa completamente a atividade lectin e, por conseguinte, o consumo destas sementes em altas quantidades pode causar efeitos adversos. Existe uma grande variação nos níveis de nutrientes e antinutrientes em sementes comestíveis de procedências, na qual oferecem boas perspectivas na seleção de sementes e sua multiplicação em larga escala utilizando abordagens convencionais reprodutoras ou de técnicas baseadas em *tissue culture*. Esta é provável de melhorar a segurança alimentar em vários países tropicais, fornecendo óleo comestível, nozes torradas e tortas/adubo orgânico, que são boas fontes de suplemento de proteína tanto para os seres humanos assim como para os animais.



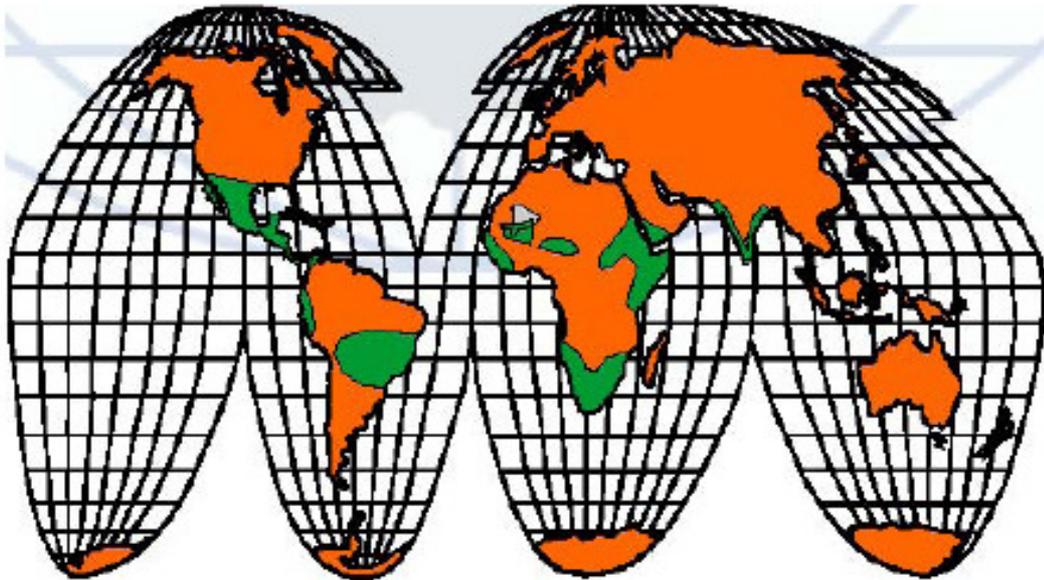
**Figura 3 - Partes importantes da *Jatropha curcas***  
 Fonte: Adaptado de Aponte (1978) e Dehgan (1984).

**Nota:**

- a – ramo florescente
- b – casca
- c – veias da folha
- d – flor pistillate
- e – flor staminate
- f – corte transversal do fruto imaturo
- g – frutos
- h – corte longitudinal dos frutos

## 2.4 ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO

Cientistas têm tentado definir a origem da *Jatropha*, mas a fonte permanece controversa. Portanto *Jatropha curcas* L. parece ser nativo para a América Central, assim como ao México, onde ele ocorre naturalmente nas florestas de regiões costeiras (APONTE, 1978). A partir do Caribe, esta espécie foi provavelmente distribuídos por Português marítimos através das Ilhas de Cabo Verde e Guiné ex Português (actual Guiné-Bissau) para outros países da África e da Ásia. Hoje é cultivada em quase todos os países tropicais e subtropicais como cercas vivas de jardins e campos, uma vez que não é consumido por animais.



**Figura 4 - Principais áreas de distribuição da *Jatropha curcas* (em verde)**

Fonte: Dove Biotech (2002).

## 2.5 ECOLOGIA

*Jatropha curcas* L. não é uma planta daninha. Não é uma espécie de auto-propagação. Ela tem de ser plantada. Tal como muitas outras espécies de *Jatropha*, o Pinhão manso é suculento e derruba suas folhas durante a estação

seca. É, portanto, melhor adaptada às zonas áridas e semi-áridas. A atual distribuição do Pinhão manso mostra que a introdução tem sido melhor sucedida em regiões secas dos trópicos com uma média anual de precipitação entre 300 e 1000 mm. Bons exemplos são Cabo Verde e Mali (HELLER, 1996).

Ela tolera temperaturas anuais num intervalo de 18-28°C ou superiores, mas é suscetível ao frio e nevoeiro. Para a emergência das sementes, climas quentes e úmidos são preferidos. A floração é induzida na estação chuvosa e o amadurecimento dos frutos no inverno. A folhagem cai com a queda na temperatura durante o inverno e cresce com a subida no verão. A *Jatropha* tem mecanismos adaptativos muito fortes para resistir a variáveis climáticas. Ela pode tolerar variações extremas de temperatura, mas não a geada. A geada causa danos as plantas, enquanto altas temperaturas afetam negativamente a produtividade. Portanto, sugere-se que as áreas com baixa temperatura enfrentando geadas não devem ser destinadas ao cultivo da *Jatropha* devido à sua efeitos negativos sobre o crescimento e danos à plantação, até que variedades resistentes / tolerantes sejam identificadas.

## 2.6 PROPRIEDADES

Numerosos estudos têm sido realizados para determinar o conteúdo das sementes de Pinhão manso. A Tabela 1 mostra a composição química da semente, assim como as diferentes componentes de *Jatropha curcas* calculados com base de matéria seca. O principal componente tóxicos da torta e da semente é uma toxina chamada hemaglutinina curcin, que já haviam sido descritas em 1913 (GÜBITZ et al., 1999 citando FELKE, 1913). Os componentes tóxicos e antinutricionais da torta e da semente podem incluir fitatos, saponinas e um inibidor trypsine, respectivamente (MAKKAR; BECKER, 1997). Várias fontes estão disponíveis sobre a composição dos ácidos graxos do Pinhão manso provenientes de diferentes países.

**Tabela 1 - Composição química da amêndoa, casca e farinha**

	<b>Amêndoa<sup>a</sup></b>	<b>Casca<sup>b</sup></b>	<b>Farinha<sup>c</sup></b>
Matéria seca (%)	94.2-96.9	89.8-90.4	100
Conteúdo (% na MS)			
Proteína bruta	22.2-27.2	4.3-4.5	56.4-63.8
Lípidos	56.8-58.4	0.5-1.4	1.0-1.5
Cinza	3.6-4.3	2.8-6.1	9.6-10.4
Fibra de detergente neutro	3.5-3.8	83.9-89.4	8.1-9.1
Fibra de detergente ácido	2.4-3.0	74.6-78.3	5.7-7.0
Lignina de detergente ácido	0.0-0.2	45.1-47.5	0.1-0.4
Energia bruta (MJ Kg <sup>-1</sup> )	30.5-31.1	19.3-19.5	18.0-18.3

Fonte: **a** e **b** – Adaptado de Gübitz et al. (1999) e **c** – Trabi (1998).

**Tabela 2 - Composição do ácido gorduroso do óleo da *Jatropha curcas***

Ácido gorduroso		%
Ácido myristic	14:0	0-0.1
Ácido palmitic	16:0	14.1-15.3
Ácido stearic	18:0	3.7-9.8
Ácido arachidic	20:0	0-0.3
Ácido behenic	22:0	0-0.2
Ácido palmitoleic	16:1	0-1.3
Ácido oleic	18:1	34.3-45.8
Ácido linoleic	18:2	29.0-44.2
Ácido linolenic	18:3	0-0.3

Fonte: Adaptado de Gübitz et al. (1999).

Dependendo da origem, tanto oleic ou linoleic, o conteúdo do ácido é alto. O óleo da semente pertence ao grupo do ácido oleic ou linoleic, o qual a maioria dos óleos vegetais pertencem (REHM; ESPIG, 1991).

## 2.7 TOXICIDADE DA PLANTA

A toxicidade das sementes deve-se principalmente aos seguintes componentes: uma proteína tóxica (curcin) e diterpene ésteres. Curcin é semelhante ao rícino, a proteína tóxica da Mamona (*Ricinus communis*). As substâncias puras são os mais potentes toxinas no reino vegetal e pode matar quando administrada em quantidades de microgramas (HELLER, 1996).

Há relatos de que o México White Winged Dove (*Zenaida asiatica*) é geralmente alimentados a partir de sementes de *J. curcas* (RIVERA-LORCA e KU-VERA, 1997b).

Em alguns casos frangos ou suínos consomem as sementes e no México sementes cozidas e assadas são utilizadas para preparar pratos tradicionais (RIVERA-LORCA e KU-VERA, 1997a). Além disso, há relatos de que ratos alimentados com sementes de *J. curcas* de Veracruz, México, obtiveram ganho de peso (PANIGRAHI et al., 1984). No entanto, as sementes de *J. curcas* são, em geral, tóxicas para o homem e os animais. Numerosos experimentos com diferentes espécies animais demonstraram a toxicidade das sementes, bem como do óleo e da torta (GÜBITZ et al., 1999). Embora nenhum sinal de intoxicação tenha sido encontrado em ratos alimentados com óleo *Jatropha* de Veracruz, México (CANO et al., 1989), outros autores têm relatado diarreia severa e inflamação em ratos quando alimentados com óleo de *Jatropha* a partir de uma variedade indiana (GANDHI et al., 1995). Há alguns relatórios publicados de intoxicação de *Jatropha curcas* em crianças. Em geral, ingestão de 3-5 sementes causa náuseas, irritação gastro-intestinal, dores abdominais, vômitos e diarreia (ABDU-AGUYE et al., 1986; JOUBERT et al., 1984; LEVIN et al., 2000). De acordo com o estudo financiado pela GTZ (Agência Alemã de Cooperação) sobre a possibilidade de detoxificar a semente da torta da *Jatropha* e o potencial da mutação dos diterpenoides contidos no óleo, conduzido pelo Prof. Wink da Universidade de Heidelberg em 1993, os principais achados foram: sementes da torta ainda contém aproximadamente 11% de conteúdo de óleo, onde componentes tóxicos termos-estáveis estão vinculados; aquecimento de até 100°C por 30 minutos, não desativou as lectinas das sementes secas e sementes do bolo; o cozimento das sementes secas ou sementes da torta por 5 minutos desativa as lectinas, o óleo não tem propriedades mutagênicas; quando manuseados com cuidado, não há perigo para os trabalhadores. Wink deu indicações de desintoxicação em experiências de laboratório. No entanto, a viabilidade e rentabilidade têm de ser provado em grande escala (GÜBITZ et al., 1999 citando WINK, 1993).

## 2.8 PRÁTICAS AGRONÔMICAS

As práticas de cultivo da *Jatropha*, citadas abaixo, estão de acordo com as condições edafoclimáticas da Índia. Deste modo, a sua replicabilidade depende das condições específicas de cada país.

Percebendo o potencial inerente da *Jatropha curcas* L. para completar ou substituir petro-diesel com biodiesel e reduzir as emissões de GEE, a introdução de *Jatropha curcas* em plantação de larga escala é passível de afectar o actual sistema de cultivo. Em um cenário de diminuição disponibilidade de boas terras para a agricultura, a degradação dos solos e dos recursos hídricos, o aumento da poluição, e as ameaças ao ambiente e aos ecossistemas, novas abordagens em sistemas agrícolas são necessários para satisfazer cada vez mais alimentos, forragens, bem como combustível para alimentar exigências crescentes população e proteger sistema vulnerável devido a fatores, incluindo as alterações climáticas antropogénicas. *Jatropha* pode crescer em terras impróprias para a agricultura economicamente viável (Figura 5).



**Figura 5 - Oásis no deserto e Cultivo da *Jatropha***

Fonte: Nature (2007).

Cultivo da *Jatropha* pode combater a erosão do solo, incrementar a retenção da água no solo e transformar solos degradados e pobres em exuberantes terras produtivas

### **2.8.1 Atividades de pré-plantio**

Apesar da plantação poder ser feita sem qualquer limpeza, é aconselhável parcialmente limpar a área. Altas árvores podem ser deixadas. Todos os arbustos e touceiras no solo devem ser cortados acima da raiz. Se a terra é adequada para o consórcio de cultivo o preparo do solo deverá ser feito nos meses de Abril e Maio, e toda vegetação seca deve ser queimada e destruída antes da plantação.

### **2.8.2 Qualidade plantação material**

A constante ênfase para identificar e gerar quantidade necessária material para o plantio é a necessidade e prioridade, mas isso em si é um limitante devido à não disponibilidade de tais materiais no momento. O ensaio e a identificação do material é processo que toma tempo. O maior comprometimento deve ser o de buscar materiais para um plantio de qualidade, eliminado os problemas de baixo rendimento. Existe uma remota possibilidade de substituição de baixo rendendo plantações por elite ou variedades melhoradas em fase posterior, devido ao envolvimento de tempo, trabalho e dinheiro.

### **2.8.3 Solo e preparo do solo**

*Jatropha curcas* é uma planta bem adaptada às condições de terras áridas e semi-áridas. É uma planta que pode crescer em quase qualquer lugar, mesmo em solos porosos, rochoso, compactado, arenoso, calcário, salino e inclinado. Tem baixa demanda por fertilidade e umidade. Para lutar contra a deficiência de fósforo pode beneficiar-se da simbiose com fungos raiz (Mycorrhiza). A cultura não demanda tipo específico de solo e ainda não requer preparo. Ele pode

crescer ainda em fendas de pedras. Ela não prosperar em condições húmidas. Experiências demonstraram que em terrenos onde a profundidade do solo é inferior a 45 centímetros plantação de *Jatropha* não deve ser tomadas como uma das culturas comerciais devido ao baixo rendimento esperado. As folhas caem nos meses de inverno para formar cobertura morta ao redor da base da planta. A matéria orgânica das folhas é importante para reforçar a atividade de minhocas no solo ao redor da zona de raiz das plantas, o que é um justo indicador de melhoria na micro-fauna e da fertilidade e textura do solo.

#### **2.8.4 Micorriza e *Jatropha***

Micorriza ("M") é uma simbiose, não patogênico, permanente associação entre as raízes de plantas terrestres e de um grupo de fungos. Mycorrhizae são organismos essenciais no solo que por mais de 400 milhões de anos desempenham um papel essencial permitindo plantas a colonizar terras plantas. O mais comum entre estes estão MA (micorriza arbuscular) fungos que beneficiam de 90% das plantas terrestres. Eles fornecem ramificações alargado à raiz da planta ajudando explorar mais nutrientes do solo e, assim, proporcionar uma vantagem seletiva para a planta em termos de saúde geral e melhor sobrevivência. Alguns dos benefícios e singularidade deste grupo de fungos incluem:

- Oferece até 50% de redução do fósforo da adubação;
- Permite uma melhor absorção de nutrientes como o fósforo e imóveis oligoelementos, como zinco, cobalto, magnésio, ferro, cobre, molibdênio, etc;
- Oferece tolerância contra a gama de solo, como salienta toxicidade dos metais pesados, salinidade, seca e temperaturas elevadas do solo;
- Maior resistência a vários solos de origem e raiz-suportada por patógenos, assim, se torna um potencial agente bio-controle;

- Contribui para a conservação dos solos e estrutura do solo estabilização, assim restaurando terras produtividade.

Como *Jatropha* ("J") é uma planta muito resistente e com seus conhecidos naturalmente existentes associação com "M" fungos, esta combinação de "M" e "J" não só dará rendimentos mais elevados no que diz respeito à produção das sementes, mas também dá maior biomassa vegetativa (RASHTRAPATI, 2006).

### **2.8.5 Propagação**

Sementes ou enxertos são rapidamente e facilmente propagadas. A propagação através de sementes não dá certo para a população parental existências devido à polinização cruzada. Enxertos do caule mantém a pureza do poder paternal existências devido à propagação clonal. Assim, existe uma constante ênfase em desenvolver massa propagação in vitro protocolo de produzir grande quantidade de material de qualidade para atender a necessidade final.

#### **2.8.5.1 Viveiro**

É evidente a partir de outras culturas que a classificação de sementes ajudar na análise da qualidade das sementes permitindo uma maior germinação (%), a partir dos lotes de sementes. Viveiro fornece necessário controle de umidade, luz, solo e permite desenvolvimento saudável da árvore. O solo do viveiro deve ter uma boa estrutura, porosidade, rico em matéria orgânica e água exploração boa capacidade. O viveiro deve ser construído em três meses antes do início das monções.

### 2.8.5.2 Semeadura em poli-malas

O polietileno sacos de 10 x 20 cm e 15 x 25 tamanhos foram encontrados adequado para três e seis meses creche. A árvore nesta dimensão pode ser mantida durante o período de três meses. O viveiro devem ser mantidos durante pelo menos seis meses poderia ser plantadas em poli-bag tamanho de 15x25cm. O tamanho da poli-malas pode ser decidido, por necessidade, as condições e o tipo de terreno 234 (terrenos sem cobertura, precisariam de um mistura rica para o estabelecimento com a certeza de um crescimento rápido). A mistura de terra, areia e composto / vermi-composto numa proporção de 1:1:2 é ideal. As sementes são semeadas 4-6 cm de profundidade em cada poly bags e regar é feito regularmente.

As sementes pré-encharcadas germinam em 7-8 dias de calor úmido tempo, que o processo continua por 10-15 dias. Demora mais tempo em condições de temperatura baixa. As sementes da árvore da *Jatropha* desenvolvem um típico *taproot* e quatro raízes laterais. O viveiro deve ser irrigado como e quando necessário. As áreas onde prevalecem alta temperatura ( $40 \pm 1$  C) para longa duração localmente disponíveis materiais como capim palha pode ser usado para criar cobertura na estação chuvosa. As árvores são normalmente prontas para serem transferidas 45 dias após semeadura. Elas devem ser transferidas no tempo adequado para permitir toque raízes se desenvolvam adequadamente no campo. A capina em viveiro deve ser feito como e quando necessário. Eliminar árvores fracas e anormais no viveiro para estabelecer boas uniforme plantação.

### 2.8.5.3 Semeadura em camas

Os grandes projetos de plantação podem ser feitos usando uma rica mistura de camas para semeadura (1:1:2) para cultivar e transportar saplings de raiz nua para longas distâncias para transplante. O transporte deve ser feito em

dias chuvosos ou de embalagem embebido em água média. O saplings estabelece com elevado sucesso. O mesmo saplings como por necessidade pode ser transferida em poli-malas. As mudas podem ser transportadas utilizando apenas areia para diminuir a perda de tempo. Os seis polegadas profundo areia cama está disposta horizontalmente por manter tijolos (9 "x3" x4 " ), em duas camadas. O quadrado ou rectângulo blocos são feitas e preenchido com quatro polegadas profunda camada de areia filtrada. Uma camada de semente é espalhada sobre a areia e  coberta com duas polegadas camada de areia e irrigadas para molhar as sementes cama. A semente , então, coberto com cama úmida para mantê-la úmida. A semente  irrigada todos os dias durante os dias secos. As sementes início emergentes dentro 7-8 dias. As sementes germinadas dentro de 10-12 dias são então transferidos na mistura pr-poly bags ( $\frac{3}{4}$ ) e irrigado. O poli sacos são dispostos em um bloco de 10x10 com lacunas entre blocos de trabalho. A cama de areia pode ser feita com um intervalo para manejar a quantidade exigida de mudas.

As plantaes de viveiro levantadas saplings têm demonstrado alta taxa de sobrevivência melhor estabelecimento. As rvores crescem muito rapidamente. As rvores com 3-4 folhas são ideais para transplante.

#### 2.8.5.4 Semeadura direta

A *Jatropha* plantio pode ser feito por semeadura das sementes de árvores existentes com a produtividade de grãos acima dois quilogramas e conteúdo de leo de 30% devido à não disponibilidade de variedades geneticamente melhoradas. Duas sementes são semeadas em cada interseo, de acordo com a geometria do plantio. Sementes de boa qualidade de cor atraente deve ser selecionada para o plantio. Para este efeito, a boa qualidade dos frutos devem ser colhidos no mês de setembro e outubro e as sementes devem ser calibrados. Recém colhidas as sementes devem ser mantidos ao longo do tempo de um mês à temperatura ambiente para superar dormência, e conseguir um bom germinao. *Jatropha indica inata* (primário) dormência. Sementes secas

germinam facilmente serão, em princípio, sem pré-tratamento. Apenas um viveiro de mudas deve ser mantido em declives, mudas extra podem ser transplantadas, sempre que necessário. Foi observado que a sementeira direta de sementes feita no início da estação chuvosa auxilia no desenvolvimento do sistema radicular saudável que cresce profunda e mais tarde se espalha para fora para apoiar o equilíbrio da planta e que lhe permitam utilizar umidade conservada na profundidade do solo. Heller (1991) estudou os fatores responsáveis pela sobrevivência de sementeira direta (sementeira tempo, sementeira profundidade). Os ensaios confirmaram que a taxa de sobrevivência depende não só das sementeiras tempo e profundidade da sementeira, mas também sobre o ano, bem como a sementeira deve ser feita quando a chuva é certa, após o início da estação chuvosa. Assim, a sementeira depende muito tempo.

#### 2.8.5.5 Enxertos

Os enxertos lenhosos enraizados semi-duro e duro também podem ser utilizados para plantio. Estacas estão prontas para plantio em 2-3 meses. Normalmente os cortes de 25-30 cm de comprimento partir de um ano de idade ramo são boas fontes e plantadas em condições de sombreamento parcial com irrigação intermitente. As estacas são colocadas com a sua corte final em polimantas ou diretamente no idealmente desenvolvida viveiro cama. A experiência com a colocação de ramos longos plantadas horizontalmente no solo emitindo brotos de nós com regenerar raízes, o que pode ser cortado entre os entrenós e plantadas em polimantas para mais estabelecimento. Essa prática é muito bom para a geração de plantas híbridas ou preciosas plantas para manter pureza genética de mais árvores. Ela cresce rapidamente e começa a rótula no mesmo ano de plantio. A multiplicação por estacas contribui muito para manter genótipo parental, mas algumas das experiências em áreas secas revelam que, devido à ausência de raiz no plantio sofre mortalidade durante seca especialmente na fase inicial de criação. De acordo com Heller (1996), sucesso de pré-cultivo caracteriza-se por elevados índices de germinação das sementes, altas taxas de

surgimento de estacas e sobrevivência. Com base no método de propagação, chuva condições desempenhar um papel decisivo na sobrevivência e propriedades da planta no campo.

### **2.8.6 Levantamento das plantas do viveiro**

Antes do levantamento, as plantas devem ser muito bem regada para evitar desidratação durante o transporte até à plantação. Plantas depois da elevação de viveiro e antes do plantio no campo ser mantido sob sombra e água devem ser aspergidos. Esses lotes devem ser transportadas para o destino, o mais rapidamente possível.

### **2.8.7 Proporção e espaçamento da semente**

#### **2.8.7.1 Plantação**

A quantidade de sementes para plantio em um hectare é 5-6kg (sementes com boa viabilidade minimiza sementes exigência por ha). A 2 x 2m espaçamento acomoda 2500 plantas por hectare irrigado ou parcialmente sob condições irrigadas. Em terras marginais e sem irrigação, alta densidade de plantação com um espaçamento de 2 x 1m ou 1,5 x 1,5m acomodar 5000 ou 4444 plantas por hectare, respectivamente será desejável. Satisfatória densidades populacionais são 2 x 2m, 2 x 2,5m, 2,5 x 2,5m e 3 x 3m. Isto é equivalente à cultura densidades de 2500, 2000, 1600 e 1111 plantas / ha, respectivamente. A plantação após a primeira chuva durante a monção período é ideal para plantação *Jatropha*. As áreas com a história de menos chuva deve ser gerida com cuidado. A plantação em áreas marginais pode ser complementada com estrume em trincheiras para

promover a acumulação de partículas e de conservação do solo e umidade em torno das mudas para sustentar o crescimento (Figura 6).



**Figura 6 - Plantação da Jatropha em solos degradados**

Fonte: Rashtrapati (2006).

#### 2.8.7.2 Densidade e geometria de plantação

Os principais critérios de densidade de plantação e geometria (quadrado, retângulo e suplentes) baseiam-se no tipo de solo e disponibilidade de instalações para irrigação. A alternância na geometria garante a disponibilidade de radiação solar para cada unidade por um longo período de tempo, com menos de sombra. O espaçamento ideal poderia ser 2x2m sem irrigação e 2,5 x 2,5m, 3 x 3m, 4 x 2m com irrigação, que podem acomodar o consórcio com outros cultivos entre a Jatropha na fase reprodutiva e durante a fase de desfolhação. A plantação alternada permite circulação de tratores somente em uma direção. A plantação em larga escala longas extensões de terra deve ser feito com uma plantação geometria de 2,5 x 1,5m. O ideal é uma geometria que acomoda o máximo de plantas por hectare e aproveitar para melhorar a produtividade máxima luz, proporcionar mais espaço para mecanização operações como a sementeira e o consórcio, capina e pulverização do solo.

### 2.8.7.3 Cercas vivas ou conservação do solo

O espaçamento para cercas vivas é 15 -25cm x 15-25cm, em uma ou duas linhas. Assim, haveria entre 4000 a 6700 plantas por km para uma única linha de cerca viva e o dobro quando duas linhas são plantadas.

### 2.8.7.4 Preparando as covas

A preparação, limpeza e nivelamento do terreno para o plantio pode ser usado para cavar as covas sem preparo. Covas de tamanhos padrões são cavadas inicialmente, com base no declive do terreno, disponibilidade de água ea qualidade do solo. A densidade de plantação em solos férteis deve ser mais baixa do que em solos com baixa fertilidade. Os boxes devem ser escavados no com bom layout para gerir plantações mecanicamente. As covas de tamanho 30 cm<sup>3</sup> (30x30x30cm) são ideais para plantação de solos bastante ricos em nutrientes. As covas devem ser cavadas antes da estação chuvosa, quando é suficiente umidade disponível no solo. As covas são preenchidas por mistura com mistura de terra, areia, composto / orgânica mistura e 40-50g methyl parathion (2%) poeira por cova para proteger as plantas contra térmitas, sempre que necessário. No entanto, o terreno arenoso ou compactado devem ser escavados no tamanho 45 cm<sup>3</sup> para fornecer solo mais rico no estabelecimento inicial das mudas. A mistura de torta de Nim detém térmitas e também suplementa nutrientes.

A terra poderia ser lavrada uma ou duas vezes, dependendo da natureza do solo e história da cultura. No caso de solos compactados fazer subsolagens e em solos porosos apenas lavragens leves. Sob a argila do solo trincheiras podem ser tomadas com 30cm, 30cm de largura e 2m de distância entre elas. Covas são preenchidas com solo e composto orgânico ou esterco @ 400g/cova. Na fase inicial de crescimento, raízes crescem muito rapidamente e tentar penetrar no solo para sugar nutrientes do solo. Crescimento inicial é muito importante, por conseguinte, nutrientes devem ser aplicados no primeiro ano de plantio.

#### 2.8.7.5 Plantio direto

As sementes ou estacas são plantadas diretamente no campo principal com o início da monção durante junho-agosto meses. Para sementeira direta duas sementes são colocadas em cada local, o espaçamento desejado. Quando as mudas tem 4 semanas de idade, as mais fracas devem ser removidas para manter uma saudável em cada local e as mudas removidas poderiam ser utilizadas para enchimento de lacunas. Este método tem uma limitação que, durante a seca na região o transplante deve ser seguido pela irrigação manual seguido por mulching utilizando material disponível localmente como cobertura morta. Mudanças semi-lenhosas ou lenhosas podem ser plantadas diretamente no campo.

#### 2.8.7.6 Transplântio

De acordo com Rashtrapati (2006), para um melhor estabelecimento dos saplings, a temporada das monções deve ser preferido para plantio (de junho a setembro). Para transplântio mudas são cultivadas em sacos poli-1/2kg capacidade preenchida com solo orgânico e mistura @ 100g por poli-malas mais de 400g do solo. Duas sementes devem ser semeadas cerca de 6cm de profundidade em poli-saco e irrigação deve ser feito regularmente.

Quando as mudas são cerca de 4 semanas, a mais fraca das duas mudas devem ser removidos e utilizados para preencher lacuna. O crescemos mudas ou estacas são transplântadas no campo principal. As covas são preenchidas com 500g estrume de animais e 100g de torta de Nim para garantir profusa enraizamento deficiente em nutrientes dos solos. O transplante no campo deve ser feita, preferencialmente à noite. Dias nublados, durante o período chuvoso não causa choque para as plantas. As árvores removidas do viveiro devem ser mantidas na sombra lugar para evitar ressecamento.

Quando se estabelecer a muda, a taxa de sobrevivência pode ser influenciada pela escolha do método de cultivo. Além de custos fixos e uma agenda de trabalho agrícola, destinados a utilização de uma plantação devem ser tomados em consideração na seleção do método de cultivo. Para o rápido estabelecimento de cercas vivas e plantações para controlar a erosão, enxertos plantados diretamente são mais adequados; em plantações de ciclo longo para produção de óleo vegetal, plantas propagadas por sementes são melhores. No entanto, se rendimentos precoces são desejados em tais plantações, pode-se utilizar o plantio de estacas. Melhores condições de chuvas, o plantio também poderia ser estabelecido por semeadura direta se superior manutenção (capina) pode ser garantida (HELLER, 1996).

#### **2.8.8 Estrume e fertilizantes**

Embora *Jatropha* está adaptado à baixa fertilidade e solos alcalinos, melhor rendimento é obtido em solos de má qualidade se fertilizantes com pequenas quantidades de cálcio, magnésio e enxofre são utilizados. Associações micorrízicas têm sido observados com *Jatropha*. Em geral aplicação do super fosfato @ 150kg / ha e alternaram com uma dose de 40:100:40kg / ha NPK em 6 intervalos mensais é reportado para melhorar o rendimento.

O período deverá coincidir com a estação chuvosa ou seguido de irrigação adequado imediatamente após a aplicação de fertilizantes. Do quarto ano 10% extra super-fosfato deve ser acrescentada à dose acima.

#### **2.8.9 Irrigação**

Irrigação é uma necessidade imediatamente após o plantio. Irrigação deve ser dada em três dias após o plantio. As mudas exigem irrigação especialmente

durante os primeiros 2-3 meses de plantio. A exigência de água está subordinada ao solo e das condições climáticas. A fase de fertirrigação deve ser correspondida com o tempo de irrigação. Com o aumento da produtividade de óleo ocorre a necessidade de suplementação fertilizante, a dose ótima e sua frequência estão sendo estudadas. Durante o período seco, a irrigação pode ser administrada com intervalo de tempo, dependendo da necessidade. Gotejamento não é o ideal, uma vez que induz muito do crescimento vegetativo. A identificação das fases críticas, de acordo com o cronograma e planejamento pode ajudar este sistema a funcionar eficazmente. As fases críticas de irrigação (viz. transplante, seca durante o verão no primeiro ano de plantio de sobrevivência em áreas sem irrigação, floração para controlar a mudança de sexo e promover a deiscência de anteras) e frequência precisam ser elaboradas para poupar água. O método de cobertura adequada deve ser desenvolvida. Logo após plantio, irrigação seguido pela colocação de jornal úmido ao redor da planta parece ter sido muito eficaz para o estabelecimento inicial das mudas. Qualquer material usado localmente como bagaço contribuirá para a conservação de umidade para o estabelecimento das mudas.

#### **2.8.10 Manejo da poda**

Cortar arquitetura desempenha um papel importante em uma planta como *Jatropha* onde, uma boa poda irá ajudar na elaboração mais ramos, inflorescência saudável para reforçar bons frutos fixados e, em última análise, o rendimento. O ajeitar de terminais é essencial em seis meses de idade induzir os laterais. As experiências mostram que a poda de 30cm altura é ideal. Do mesmo modo os ramos secundários e terciários estão a ser podadas no final do primeiro ano de induzir mínimo de 25 filiais e sucursais 35-40 no final do segundo ano. Durante o segundo ano cada lado sucursal deve ser podado até 2/3 porção superior e retendo 1/3 do ramo sobre a planta. Podas periódicas, podem ser realizadas, dependendo do crescimento vegetativo das plantas (RASHTRAPATI, 2006).

O lento crescimento procedências com maior número de nós por unidade de comprimento pode ser podadas a 45cm de altura para induzir ramificação. A poda deve ser feita quando a árvore perder as folhas e entrar em um período de dormência de preferência durante a temporada de inverno. As árvores são mantidos em alturas baixas para gerir durante a floração e frutificação, mas também oferece a facilidade durante a apanha da maturidade cápsulas. O manejo do dossel é aconselhável em árvores com terminal rolamento. Os tipos de plantas com filial em cada folha não devem ser podadas vigorosamente. Toda a planta tem que ser reduzido para 45cm do solo uma vez em 10 anos. O re-crescimento é rápido e começa a ceder em cerca de um ano. Ela induz novo crescimento e ajuda a estabilizar rendimento (HELLER, 1996; RASHTRAPATI, 2006; DOVE BIOTECH, 2002).

#### 2.8.10.1 Operações Inter-culturais

As práticas culturais envolvem capina, adubação adequada, superfície lavouras e poda. O campo deve ser mantido isento de plantas daninhas em todos os momentos. Cerca de 3-4 capinas no período inicial é suficiente para manter o campo livre de plantas daninhas até a colheita atravessa a fase de grande crescimento. Insolação moderada é benéfica durante as primeiras fases do crescimento. O espaçamento de 2 x 2m inicialmente permite trator montado implementa para diversas operações, mas as etapas posteriores do crescimento das plantas sugere a optar por 2 x 2,5m em condições parcialmente irrigado.

#### 2.8.10.2 Capina

A capina mecânica com ótimo espaço para a circulação de tratores pode ser feito usando rotavator. Isto elimina as daninhas na área mais vasta distância a partir de plantas. A capina química pode ser feito em pequenas plantas com

herbicidas cobrindo as plantas com baldes plásticos de polietileno sacos utilizando paraquat @ 2ml/lit de água. A base deverá ser mantida isenta de plantas daninhas. A mão capina manual deve ser praticado para remover ervas daninhas a crescer perto de plantas.

### **2.8.11 Colheita**

Este é um elemento crítico da cultura. As cápsulas são colhidas, conforme necessário para fins medicinais. Por fim, o óleo das sementes são colhidas na maturidade. Maiorias das cápsulas que fica amarelo são colhidas junto com as cápsulas marrons e maduras. A apanha de frutos verdes deve ser evitada. As vagens são coletados manualmente e as sementes são separadas mecanicamente ou manualmente. As sementes para plantio são secos na cabana enquanto que para o óleo, devem ser secos no sol durante quatro dias (6-10% de umidade nível), antes de embalar. A cápsula madura (amarelo / marrom), devem ser aceitas nos centros de coleção, que têm coleções com elevado teor de óleo. Devido à falta de pós-colheita de gestão da qualidade da cultura irá deteriorar-se. A qualidade das sementes determina o processo de refinação.

### **2.8.12 Remoção das sementes**

Os frutos colhidos devem ser espalhados em uma única camada sobre o piso cimentado batimento para secar. Os frutos não devem ser secos ao sol. Depois de terem devidamente secas, as sementes podem ser removidas manualmente ou mecanicamente.

### **2.8.13 Produtividade**

A produtividade de grãos é uma expressão do efeito combinado da variedade, intercultural operações, a aplicação dos fatores de produção, a fertilidade do solo e controle além humanos são edáficas, climáticas e rhizospheric (especialmente no plantio das culturas). O rendimento previstos, a partir da Jatropha varia de uma a cinco toneladas; que, 2,5 ton é realizável e rendimento meta de 5 toneladas pode ser realizado em áreas marginais impróprias para o cultivo com a utilização de insumos externos. Os rendimentos aumentar até o sexto ano e estabilizar depois. É principalmente influenciada pelo material de plantação e práticas de manejo.

### **2.8.14 Consorciação**

Plantação de Jatropha perenes pode ser intercalado com culturas sazonais e outras plantações até a principal plantação trata de frutificação. A necessidade de culturas adequadas às condições agro-climáticas de preferência culturas devem ser cultivadas para colheita. Em plantações de Jatropha culturas em consórcio podem ser cultivadas durante o período inicial do crescimento e na fase posterior, espécies de sombra podem ser cultivadas por baixo. Agrônomos estão buscando espécies apropriadas, plantas medicinais e aromáticas como intercrop a acrescentar ao rendimento dos agricultores até o plantio atinge fase reprodutiva.



**Figura 7 - Consorciação do tomate com a Jatropha**  
Fonte: Rashtrapati (2006).

### **2.8.15 Base agroflorestal da Jatropha**

Todos os sistemas agroflorestais (AF) é composto de, pelo menos, dois dos três principais grupos de componentes AF árvores e arbustos (perenes), as culturas agrícolas (anuais ou bienais) e pastagem / pecuária, árvores e arbustos estar presente em todos os sistemas AF. O sistema com Jatropha proporcionaria alternativas em ecossistemas degradados e em opções através da intensificação / diversificação, envolvendo cultivos de baixo e elevado valor englobando um amplo agroecossistema no país. A inclusão de culturas leguminosas / árvores em solos pobres pode resultar numa melhoria significativa na fertilidade do solo por:

- Aumentar a matéria orgânica do solo através da adição de serrapilheira e resíduos vegetais;
- Eficientes ciclagem de nutrientes;
- Eficiente fixação biológica de nitrogênio;
- Pouca perda de nutrientes do sistema;
- Redução da erosão;
- Economia de nutrientes (captação das camadas mais profundas e deposição na camada superficial via serrapilheira);

- Liberação de nutrientes pela decomposição das raízes;
- Aumento da atividade favorável microrganismo;
- Adicionando shoot / root biomassa;
- Nitrogênio suplemento de culturas leguminosas;
- Melhoria nas condições físicas do solo:
  - Água exploração capacidade;
  - Agregado estabilidade, temperatura do solo permeabilidade;
  - Drenagem.

### 2.8.16 Doenças

O Collar podridão pode ser o problema no início e pode ser controlada com 0,2% Cobre Oxy Chloride (COC) ou 1% Bordeaux encharcado. Ela pode se tornar um problema grave em algumas áreas durante monocultura sob condições irrigadas. É causada por *Macrophomina phaseolina* ou *Rhizoctonia bataticola*. A apodrecer na fase adulta, foi observado nos solos saturados com umidade de um longo período de tempo. A *Cercospora jatrophae-curcas leaf spots* são reportados a ser associada a esta espécie. A podridão pode ser controlada pela aplicação de 1% Baurdoux drenching. Menor doenças como a podridão radicular (*Fusarium moniliforme*), Dumping off (*Phytophthora* spp.) E mancha foliar são reportados a ser causada por *Helminthosporium tetramera* e *Pestalotiopsis* sp.

### 2.8.17 Pragas

Insetos, como besouros, alimentadores e folhas menores larvas alimentação (*Spodoptera litura*) lepidopteron larvas, die-back dos ramos /

amortecer escala (*Pinnaspis strachani*) azul bug sucção em frutas (*Calidea dregei*) gafanhotos que se alimentam de folhas de plântulas (*Oedaleus senegalensis*), Green stink bug sucção em frutas (*Nezara viridula*) são reportadas a ser associada a esta espécie. Casca eater (*Indrabela* sp.) E cápsula trado são as principais pragas que afectam as plantas. Eles podem ser controlados pelos diversos Herbal pesticidas por exemplo, Misturas de vitex, nim, aloe, Calatropis ou Rogor @ 2ml / lit. De água. Estes podem ser controlados por pulverização Endosulfan 3 ml por litro de água. O ataque de ácaros em folhas reduz o tamanho folha causas crinkling em superfície das folhas. Opmite (@ 2ml / lit) e Wettable enxofre estão sendo testadas contra o ácaro.

## **2.8.18 Gestão pós-colheita**

### **2.8.18.1 Armazenamento**

As sementes armazenadas em condições ambiente mantém viabilidade de 7-8 meses. O tempo de armazenamento afeta a viabilidade das sementes além oito meses. Portanto, a semente a ser utilizada para fins plantação é mantida a baixa temperatura sem perder viabilidade e eficaz emergência. A indústria petrolífera exige fornecimento contínuo de matéria-prima para a extração de óleo e esterificação. As sementes / kernel contendo o óleo deve ser devidamente armazenados e preparados para a extração, de modo a manter elevada qualidade do produto final. O tempo de armazenamento de grãos é relatada a afetar a qualidade e quantidade do óleo, portanto, tempo de armazenamento deve ser evitada. A secagem das sementes até 4% de umidade aumenta armazenabilidade. Deve ser mantida a reforçar armazenabilidade. Há poucos operação a ser realizada, a fim de manter a plantação livre da doença e insecticidas.

## 2.9 UTILIDADES

*Jatropha curcas* é largamente cultivada nos trópicos como cerca viva (hedge) para proteger campos e assentamentos. Isto é principalmente porque ele pode ser facilmente propagado por estacas e também porque a espécie não é navegada por bovinos. As primeiras aplicações comerciais do óleo de sementes de plantas *Jatropha curcas* foram notificadas a partir de Lisboa, onde o óleo importado de Cabo Verde foi utilizado para a produção de sabão para lâmpadas. A torta de prensagem era utilizada como adubo para as batatas. Duke (1985), afirma que as folhas jovens podem ser consumidas com segurança quando cozidas. Na literatura, é relatado que o Pinhão manso é comido em determinadas regiões do México, uma vez que o mesmo tenha sido cozido e assado (RIVERA-LORCA; KU-VERA, 1997; PANIGRAHI et al., 1984). Segundo a Gübitz et al. (1999) citando Wink (1993), sementes mexicanas não contêm phorbol ésteres. Contudo, o consumo de sementes de outra origem transformadas em princípio deveria ser evitado. Muitos casos de intoxicação com porca física são relatados na literatura (ABDU-AGUYE et al., 1986; JOUBERT et al., 1984; LEVIN et al., 2000).

### 2.9.1 Aplicação de *J. curcas* na medicina tradicional

Na Índia, em África e na América Latina várias partes de *J. curcas* incluindo sementes, folhas e cascas, frescos ou como uma decocção, têm sido e continuam a ser usadas na medicina tradicional e para fins veterinários. O óleo tem uma forte ação purgativa e é também amplamente usado para doenças cutâneas e dor como a provocada pelo reumatismo. As folhas podem ser usadas contra a tosse e como um anticético após o nascimento (HELLER, 1996). Ramos são utilizados como uma mastigação stick na Nigéria (ISAWUMI, 1978). A raiz cozida bebida contra a pneumonia, a sífilis, como abortivos, vermífugo e purgativo (CHHABRA

et al., 1990). Outros usos na medicina tradicional são descritas nas seguintes fontes: Duke (1985), Levingston e Zamora (1983) e Joubert et al. (1984).

### 2.9.2 Plant protetora e moluscicida

De acordo com o levantamento realizado pelo Grainge e Ahmed (1988) em plantas com propriedades insecticidas, extractos de todas as partes dão Pinhão manso mostram propriedades. O óleo de extratos de sementes e frutos secos foram usadas para controlar diversas pragas com, em muitos casos, resultado bem sucedido. Sementes caídas no chão mostraram atividade moluscicida contra o anfitrião de *liver fluke* (*Lymnaea auricularia rubiginosa*), uma doença que é amplamente distribuída nas Filipinas e também contra os anfitriões da *Fasciola gigantean* no Senegal (HELLER, 1996). Óleo de *Jatropha curcas* e extratos também foram aplicados com sucesso contra *golden snails* (*Pomacea* sp.), Bem como vetor de caracóis humanos schistosomes (HELLER, 1996; LIU et al., 1997). Esquistossomose (Bilharziasis) é uma doença humana causada por parasitas sangue do género *Schistosoma*. Schistosomes é endémica em mais de 70 países tropicais e subtropicais e infectar mais de 200 milhões de pessoas. As larvas dos parasitas, que são infecciosos para o ser humano são libertados de seus vetores, caracóis aquáticos (GÜBITZ et al., 1999). Para Solsoloy (1993), o uso de óleo de *J. curcas* para o controle de pragas do algodão inseto parecia ser uma alternativa promissora para os produtos químicos perigosos. O efeito do óleo extraído da *J. curcas* sobre *bollworm* do algodão *Helicoverpa armigera* e sobre o *flowerweevil* *Amorphaidea lata* do algodão tem sido estudada por este autor. Em contraste com a pulverização de produtos químicos, o tratamento com óleo extraído da *J. curcas* não afetou a população de artrópodes úteis. Também mostraram potencial no controle de pragas do sorgo (*stem borers*) *Sesamia calamistis* e *Busseola fusca*, o óleo bruto a ser mais eficiente do que o extrato metanólica (MENGUAL, 1997).

### **2.9.3 Óleo da *Jatropha curcas* e óleo transesterificado como combustível substituto**

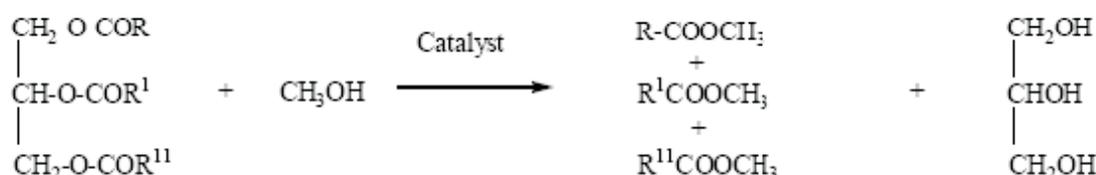
Tecnologia em recursos naturais envolve a exploração de substâncias naturais e / ou abordagens biotecnológicas nos processos de produção. Existem vários métodos para recuperar o óleo do *Jatropha curcas* sementes que tenham sido investigadas, incluindo extração com solventes orgânicos e água (GÜBITZ et al., 1999). Semente de óleo pode ser extraída quer hidraulicamente usando uma prensa ou quimicamente com solventes. Extração química não pode ser alcançado sobre uma base pequena escala. Vários tipos de equipamentos mecânicos estão disponíveis: parafuso prensas (mão-ou-motor-powered), spindle prensas e prensas hidráulicas, que são amplamente distribuídos em todo os países em desenvolvimento para a extração para fins nutricionais (HELLER, 1996). Óleos vegetais como a colza, girassol e óleo de soja têm-se revelado excelentes fontes de combustível. Duas estratégias foram realizados e avaliados:

1. Adaptação do motor ao combustível;
2. Adaptação do combustível ao motor.

A primeira estratégia pode ser feita utilizando especialmente mecanismos desenvolvidos como o motor Elsbett. Esta estratégia só faz sentido quando se utiliza óleo vegetal puro nos motores estacionários, uma vez que o preço do motor é demasiado oneroso devido à baixa produção. Assim, mesmo nos países em desenvolvimento a segunda estratégia parece ser mais viável. A produção de ácidos graxos-metil ésteres de óleos vegetais e sua utilização como combustível para motores diesel foram bem testadas e avaliadas em vários países europeus, como a Áustria, França e Itália. A simples tecnologia especialmente desenvolvida para este processo químico também pode ser realizada em países menos industrializados (MITTELBACH et al., 1983; CONNEMANN, 1994).

Uma vez que o óleo de *Jatropha curcas* não pode ser utilizado para fins nutricionais (exceto para variedade mexicana), sem desintoxicação torna a sua utilização como fonte de energia para a substituição de combustível muito atraente. Além da produção de sabonetes (HELLER, 1996), o óleo foi em tempos antigos também usado como lâmpada de óleo (MARTIN; MAYEUX, 1984). Em Madagascar, Cabo Verde e Benin óleo da semente de *Jatropha* foi utilizado como um substituto do combustível para motores diesel durante a Segunda Guerra Mundial. Mistura do óleo com o combustível para motores diesel (BANERJI et al., 1985; NASIR et al., 1988), bem como a trans-esterificados *Jatropha* óleo ésteres foram testados como combustível alternativo (TAKEDA, 1982).

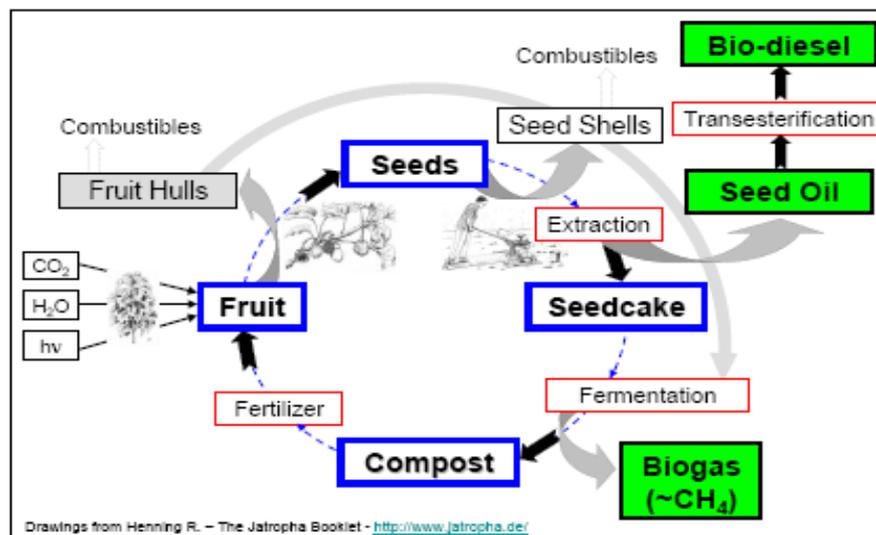
Transesterificação, também chamada alcoholysis, é o deslocamento de álcool a partir de um éster por outro álcool, em um processo semelhante ao hidrólise. Metanol é mais comumente utilizado para o efeito, uma vez que é o álcool mais barato disponível. Etanol e álcoois superiores, como isopropanol e butanol também pode ser usado para a esterificação. Usando maior peso molecular álcoois melhora o fluxo frio propriedades de biodiesel, mas reduz a eficiência do processo trans-esterificação. A reação é a seguinte:



O ponto inicial de centelha *Jatropha* óleo é de 1000 C, em comparação a 500 C no caso do diesel. Em vista da maior flashpoint, tem vantagem sobre petrodiesel, como mais segurança durante o armazenamento, manuseamento e transporte. No entanto, pode criar maior flash ponto inicial a partir problema no motor. Do mesmo modo, maior viscosidade do óleo *Jatropha* poderá colocar o problema do bom fluxo de óleo combustível no abastecimento de canalização e bocal. Estes problemas ou dificuldades podem ser resolvidos através de esterificação do óleo da *Jatropha*, que é uma maneira muito eficaz de superação

de alta viscosidade e emissões de fumaça de óleo vegetal por formar os seus etílico / ésteres metílicos (RASHTRAPATI, 2006).

Biodiesel ou ésteres metílicos são produzidos por esterificação do óleo vegetal. Jatropha éster metílico é o biodiesel fabricado a partir de jatropha óleo. Esterificação é um processo em que o metanol ou etanol reage com o óleo vegetal, produzir o óleo metil ou éster etílico e os secundários-produto glicerina (Figura 8 - Bioenergia ciclo de *Jatropha curcas* L.). As propriedades do biodiesel são como as do diesel fóssil e, portanto, pode ser utilizado na maioria dos motores Diesel, sem ou com pouca adaptação ao motor. Também é possível utilizar a mistura de biodiesel e de diesel normal, o que já é muito comum em alguns países.



**Figura 8 - Ciclo bioenergético da *Jatropha curcas* L**  
 Fonte: Achten et al. (2007).

A adequação do *Jatropha* sementes transesterificação de óleo em biodiesel também foi claramente demonstrada (FOIDL et al.1996; EISA, 1997; VAITILINGOM; LIENNARD, 1997; ZAMORA et al., 1997). O processo utiliza um agente alcalino (hidróxido de potássio ou sódio, ou seja, KOH ou NaOH) ou um ácido (ácido clorídrico ou ácido sulfúrico, ou seja, HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) como catalisadores, e exige acrescentando cerca de 15%, em peso, de simples álcool, por exemplo, Metanol ou etanol. A produção de biodiesel é de cerca de 92% do peso inicial do óleo de *Jatropha* (FOIDL, 1996).

As propriedades combustível do óleo de *Jatropha curcas* bem como ésteres metílicos e etílicos ésteres foram determinados e comparados (Tabela 3). Além disso, a Tabela 4 apresenta propriedades físicas e químicas do biodiesel produzido a partir de óleo *Jatropha* que o funcionário cumprir as normas internacionais para o produto.

**Tabela 3 - Parâmetros químicos, físicos do óleo combustível da *Jatropha curcas***

Parâmetro	Unidade	óleo da <i>J. curcas</i>	óleo Methyl esters da <i>J. curcas</i>	óleo Ethyl esters da <i>J. curcas</i>
Densidade 15°C	g/cm <sup>3</sup>	0,920	0,879	0,886
Viscosidade 30°C	cSt	52	4,84	5,54
Ponto de centelha	°C	240	191	190
Número de neutralização	mg KOH/g	0,92	0,24	0,08
Cinza de Sulfato	% peso	-	0,014	-
Número <sup>a</sup> de Cetane		-	51	59
Resíduo <sup>b</sup> de carbono	% peso	-	0,02	50,018
Conteúdo de Methyl (ethyl) ester	% peso	-	99,6	99,3
Monogliceridos	% peso	não detectada	0,24	0,55
Digliceridos	% peso	2,7	0,07	0,19
Trigliceridos	% peso	97,3	não detectada	não detectada
Metanol	% peso	-	0,06	0,05
Água <sup>c</sup>	% peso	0,07	0,16	0,16
Glicerol livre	% peso	-	0,015	não detectada
Total de glicerol <sup>d</sup>	% peso	-	0,088	0,17
Fósforo	ppm	290	17,5	17,5
Cálcio	ppm	56	6,1	4,4
Magnésio	ppm	103	1,4	0,8
Ferro	ppm	2,4	0,9	0,3

Fonte: Adaptado de Foidl et al. (1996).

**Nota:**

<sup>a</sup>ISO 5165

<sup>b</sup>O resíduo de carbono Conradson (CCR) foi determinado usando 10,0g da amostra original.

<sup>c</sup>O conteúdo da é limitado pela definição: livre da água separada.

<sup>d</sup>Soma do glicerol livre e ligado.

**Tabela 4 - Características do biodiesel da *Jatropha* comparado com as especificações da União Europeia de diesel**

Característica	Biodiesel da <i>Jatropha</i>	Padrões da União Europeia	Observação <sup>a</sup>
Densidade (g cm <sup>-3</sup> a 20°C)	0.87	0.860-0.900	+
Ponto de centelha (°C)	191	>101	+
No. De Cetane (ISO 5165)	57-62	>51	+++
Viscosidade (mm <sup>2</sup> /s a 40°C)	4.20	3.5-5 (40°C)	+
Net cal. val. (MJ/L)	34.4 (or 39.5 MJ/g)	-	-
No. de Iodine	95-106	<120	+
Cinza de Sulfato	0.014	<0.02	+
Resíduo de carbono	0..25	<0.3	++

Fonte: Adaptado de Gübitz et al. (1999) e Francis et al. (2005).

**Note:**

<sup>a</sup> + indica que a *Jatropha* tem melhor desempenho que o diesel da União Europeia segundo seus padrões.

Do ponto de vista do desempenho motor tanto ésteres metílicos e etílicos estão bem adaptadas como combustíveis substitutos. A partir de vista ecológica a utilização de etanol tem a vantagem porque ele pode ser obtido a partir de matérias-primas naturais e, por isso, é renovável e CO<sub>2</sub> neutro. Contudo, o preço mais elevado de etanol privilegia a produção industrial de ésteres metílicos. Portanto, devido ao fato de hoje, mesmo nos países em desenvolvimento, metanol é mais barato do etanol, nos próximos anos principalmente a produção de ácidos gordos-ésteres metílicos poderia ser utilizado como substituto do combustível para motores diesel (GÜBITZ et al., 1999).

## 2.10 OUTRAS UTILIDADES

O subproduto da extração de óleo *Jatropha* a é rica torta em nutrientes, que contém uma grande quantidade de proteínas de alta qualidade (MAKKAR et al., 1998). De acordo com Francis et al. (2005), extraídos de semente de *Jatropha* contém cerca de 61% de proteína bruta, em comparação com cerca de 45% no farelo de soja.

Embora as sementes torradas de determinadas variedades de *Jatropha* possam ser comidas, a presença de várias toxinas (phorbol ésteres, inibidores da tripsina, lectinas, fitatos) tornam as sementes cruas de várias outras variedades impróprias para consumo humano ou como alimento para animais.

Phorbol ésteres são a mais potente entre estas toxinas. O conteúdo das sementes phorbol ésteres varia entre os diferentes cultivares de *Jatropha*. No entanto, a torta é valiosa como adubo orgânico, uma vez que contém 5.7-6.5% N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% 2.6-3.0, 0.9-1.0% K<sub>2</sub>O, 0.6-0.7% CaO e 1.3-1.4% MgO, e tem mais nutrientes do que o esterco de frango e gado e é semelhante a torta de sementes de mamona.

A torta de sementes de *Jatropha* poderia simultaneamente servir como biopesticida / inseticida devido à presença de toxinas potentes mas biodegradáveis, como phorbol ésteres que, de acordo com Rug e Ruppel (2000), se decompõem completamente dentro de seis dias, assim, adicionando ao seu valor.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 STRATEGIC NICHE MANAGEMENT COMO FERRAMENTA ANALÍTICA

A introdução de tecnologias sustentáveis não é uma tarefa fácil. Experiências demonstram que este é um processo complexo e longo com alta probabilidade de fracasso, mesmo que elas apresentem vantagens superiores, quando comparadas a tecnologias atuais (CANIËLS; ROMIJN, 2006). Este referencial é explicado pelo fato de que, as tecnologias normalmente fazem parte de um sistema amplo e complexo-regime sócio-tecnológico (ST), que consiste na interação de vários elementos sociais e tecnológicos.

Hoogma et al. (2002, p. 19) definiu o sistema sócio-tecnológico como sendo:

Todo o complexo de conhecimento científico, práticas de engenharia, tecnologias de processo de produção, características dos produtos, habilidades e procedimentos, necessidades dos usuários, requisitos reguladores, instituições e infra-estrutura.

Em contrapartida, o regime está inserido em um contexto amplo “landscape” (cenário), que é constituído por fatores materiais e imateriais da sociedade.

Van der Laak et al. (2007), aponta que os sistemas estão bloqueados em um caminho de dependência tecnológico, institucional e social, resultando em uma variedade de barreiras para novas inovações, tais como, a falta de infraestrutura do combustível, ausência de regras claras governamentais ou uma concorrência acirrada com uma rede de agentes atuantes, que não apóiam a inovação. Além do mais, as novas tecnologias freqüentemente sofrem desvantagens frente aos desempenhos tecnológicos e econômicos, quando comparadas aos modelos dominantes, que já adquiriram, ao longo dos anos, vastas experiências em pesquisa e desenvolvimento (P & D). Ainda assim, as novas tecnologias freqüentemente recebem apoio com base em expectativas sobre o futuro melhoramento do seu desempenho.

Acrescentando, Eijck e Romijn (2006), argumentam que inovações com novas propriedades, especialmente aquelas que objetivam melhorar questões de sustentabilidade quanto ao meio ambiente e a sociedade, geralmente não condizem com as características do regime sócio-tecnológico, que enfatizam apenas a importância dos ganhos econômicos no curto prazo. Adaptações simultâneas, na maioria dos parâmetros do regime, são requeridas para novas tecnologias serem desenvolvidas e introduzidas com sucesso no mercado e adotadas largamente. Levinthal (1998) argumenta que, embora a expectativa sobre um futuro desempenho de novas tecnologias possa criar um nicho para P & D, este fator não é suficiente. Pelo contrário, para o sucesso da introdução de tecnologia na sociedade, experimentos e testes em nichos de mercado, são etapas fundamentais no processo de inovação. No entanto, existe um limite para a adaptabilidade do regime, por si próprio, por que a sua mudança é condicionada por fatores do *landscape*. Isto pode resultar em uma potente inércia que impossibilita as novas tecnologias sustentáveis de alavancarem, que por si só elas não conseguem sobrepor as existentes.

A fim de resolver estes problemas, a abordagem de *Strategic Niche Management* (SNM) defende a criação de nichos, que são espaços protegidos, no qual novas tecnologias têm oportunidades de se incubarem e amadurecer a partir de experimentos e aprendizagens graduais, através de rede de atores, de produtores, investigadores, usuários, organizações governamentais e outras (EIJCK; ROMIJN, 2006). Esta perspectiva multi-nível - *landscape*, regime e nicho - é adotada em SNM para analisar o potencial de transição dos processos emergentes e sua dinâmica. A abordagem *Strategic Niche Management* tem revelado ser útil para a análise de fatores de sucesso e fracasso na introdução de específicas inovações, tais como: a energia eólica, biomassa, sistemas de transportes públicos e a produção de alimentos transgênicos. A fim de identificar as principais características e desenvolvimentos de cada nível e rastreando seus efeitos para os outros níveis, através de processos de criação de nichos, é possível ter *insights* sobre as constatações das principais forças que conduzam e impeçam o desenvolvimento de novas cadeias de suprimentos de tecnologias sustentáveis.

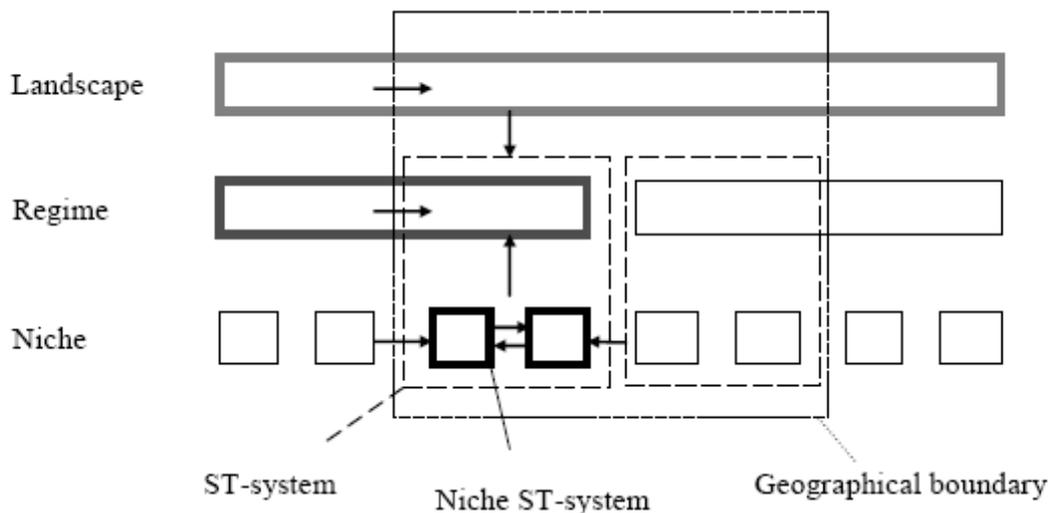
A perspectiva de nível tri-dimensional do sistema sócio-tecnológico (ST) é composta pelas seguintes estruturas (Quadro 1).

Atores (indivíduos, redes formais e informais)
Artefatos físicos (incluindo sistemas naturais controlados)
Relações (formal e informal, entre atores, artefatos, e atores e artefatos)
Instituições (regras)
Conhecimento / Crenças (regras explícitas e cognitivas)
Normas (regras reguladoras e normativas)

**Quadro 1 - Elementos do Sistema ST (Estruturas)**

Fonte: Adaptado de Jonasson (2005).

Para este estudo, utilizou-se a perspectiva multi-nível do sistema sócio-tecnológico (ST) proposto por Geels (2002), complementado por uma fronteira geográfica adequada aos projetos de produção do biodiesel a partir da *Jatropha* (Figura 9).



**Figura 9 - A perspectiva tridimensional da mudança tecnológica**

Fonte: Adaptado de Geels (2002).

Nesta perspectiva, as tecnologias emergentes inserem-se em nível de nicho, o qual faz parte do seu sistema sócio tecnológico e descreve as relações entre os três processos de criação de nicho que são: formação de redes de atores, processo de aprendizagem e as expectativas dos *stakeholders*.

Quanto ao nível de regime é composto por atores, relações, instituições e artefatos físicos que estão ligados a novas tecnologias inseridas neste nível, e estes, principalmente as instituições, determinam a maneira adequada de fornecer produtos e serviços à sociedade.

As instituições agem como reguladoras dos sistemas através de conhecimentos tácitos e explícitos, elaborando regras e normas para a sociedade.

Nesta perspectiva há também um nível mais elevado o *landscape* que contém questões, as quais não são abordadas nos níveis anteriores (regime, nicho) tais como, preocupações da sociedade, questões políticas e a situação econômica em geral. No entanto, o nível de *landscape* pode ser influenciado pelas mudanças do nível de regime durante um longo período.

Os desenvolvimentos no nível de *landscape* são externos ao nível do regime e conseqüentemente ao nível de nicho, sendo que o *landscape* influencia através de seus efeitos especialmente na estabilidade do nível de regime. A probabilidade de mudança de um regime pode ocorrer quando as importantes condições do *landscape* mudam ao decorrer do tempo, e quando os seus efeitos de mudança começam a se manifestarem e terem impactos na vida das pessoas. Tais mudanças criam incertezas e tensões as quais se sobressaem entre os principais componentes do atual regime. Assim, a sociedade percebe que os problemas são de difícil resolução dentro do próprio regime.

A amplitude na qual as tecnologias emergentes podem capitalizar as possibilidades oferecidas por esta situação é determinada pelos três processos no nível de nicho, onde ocorrem as experiências com as novas tecnologias, processos estes de rede de formação de atores, de aprendizagem e de expectativas dos *stakeholder* (EIJCK; ROMIJN, 2006).

O primeiro processo é a manifestação e formação de expectativas, que serve para relacionar as promessas da inovação e as expectativas dos *stakeholders* sobre esta, com as necessidades da sociedade, que devem ser satisfeitas pela inovação (KEMP et al., 1998). Empresas, usuários, políticos, empreendedores e outros atores relevantes participam em projetos com base nas expectativas. A articulação das expectativas é importante para atrair atenção e recurso, assim como também novos atores, em particular quando a tecnologia

ainda está em fase inicial de desenvolvimento e funcionamento, visto que o seu desempenho ainda não está claramente definido.

O processo de formação de expectativas é considerado adequado quando: (a) há um número cada vez maior de participantes que compartilham das mesmas expectativas, e (b) quando as expectativas são baseadas em resultados tangíveis de experimentos (VAN DER LAAK et al., 2007).

O segundo processo de criação de nicho gira em torno de aprendizagem a base de experimentos sobre: as possibilidades tecnológicas e ambientais e as limitações da inovação; a descoberta dos domínios das aplicações específicas e seus usos; sua aceitabilidade pela sociedade; políticas que regulam ou promovem esta inovação; dentre outros aspectos. Ao mesmo tempo, atores sociais mudam as suas visões e aliam suas expectativas sobre a nova tecnologia com o decorrer do tempo, sob a influência de um desenvolvimento futuro das novas tecnologias e a sua exposição a elas (CANIËLS; ROMIJN, 2006).

Os potenciais benefícios e limitações da nova tecnologia para a população torna-se claro a medida que o experimento evolui. As expectativas das pessoas sobre esta, tornam-se mais específicas e consistentes, quando os conhecimentos implícitos dão lugar ao acúmulo de experiências, de fatos e de dados concretos (RAVEN, 2005, p. 39).

Resumindo, Kemp et al. (1998, p. 190) diz que "experimentos são uma maneira de estimular processos de articulação, que são necessárias para que a nova tecnologia se tornarem socialmente incorporadas". Assim, um processo adequado de aprendizagem é: (a) amplo – focalizando não só na otimização tecno-econômica, mas também em um alinhamento entre as questões técnicas (desenho técnico, infra-estruturas) e sociais (preferências do usuário, normas e valores culturais); e (b) reflexivo – quando há atenção direcionada aos questionamentos dos pressupostos subjacentes como valores sociais e vontade de mudar o curso caso a tecnologia não coincida com os pressupostos (VAN DER LAAK et al., 2007).

O terceiro processo é a construção de redes sociais. De acordo com Hoogma (2000), o sucesso será alcançado quando a motivação dos atores a participar na rede for descentralizada nos ganhos financeiros em curto prazo. Em particular, nas fases iniciais do ciclo de vida de uma inovação, a rede social é

ainda muito frágil. Experimentos em nichos de mercado podem atrair novos atores e fazer surgir novas redes sociais.

A construção de redes sociais é considerada adequada quando: (a) a rede é ampla (incluindo empresas, utilizadores, políticos, cientistas e outros atores relevantes), e (b) quando o alinhamento dentro da rede for facilitado através de interações regular entre os *stakeholders* (VAN DER LAAK et al., 2007).

Finalmente, os atores participantes da rede deveriam compartilhar da mesma visão sobre as suas direções e em relação a tecnologia. As visões, as práticas, as crenças, as expectativas e as estratégias dos atores devem andar no mesmo sentido, ou seja, paralelamente (HOOGMA, 2000).

Algumas vezes, um sistema social já existente, que evoluiu por alguns motivos alheios pode servir como base útil para o desenho do novo experimento. No entanto, isto nem sempre pode funcionar bem, principalmente quando os *stakeholders*, importantes para o desenvolvimento da nova tecnologia, são deixados de fora (RAVEN, 2005 citando HOOGMA, 2000). A interação entre estes três processos constitui a base da abordagem SNM para o entendimento do sucesso e fracasso da introdução de tecnologia sustentável.

Entretanto, o trabalho mais recente sobre *Strategic Niche Management* conclui que os três processos de nichos são importantes, mas não são as únicas condições. Raven (2005, 2006) explicitamente inclui a dinâmica dos regimes sócio-tecnológico estabelecidos como uma variável explanatória para o entendimento do sucesso e do fracasso da introdução de uma nova tecnologia. Assim, no caso dos biocombustíveis, o regime centrar-se na redução das emissões de CO<sub>2</sub>, e como a abordagem SNM enfatiza a compreensão do fracasso e sucesso de inovações sustentáveis, esta abordagem foi utilizada como ferramenta analítica para o objetivo deste estudo, ou seja, contribuir para a introdução de uma produção de biodiesel, a partir da *Jatropha*, orientada para exportação nos países em desenvolvimento.

Este estudo foi realizado com base nos três processos internos de criação de nicho e suas características descritas anteriormente. A variável explanatória, ou seja, a influência da dinâmica do regime sócio-tecnológico estabelecido, é tratada apenas de uma maneira indireta. Devido aos diferentes sistemas, tais

como: a energia, a agricultura e o transporte; a análise completa do nível de regime para todos estes setores está além deste estudo.

Portanto, esta pesquisa concentrou-se principalmente no sistema sócio-tecnológico de nicho, uma vez que as novas tecnologias geralmente surgem no nível de nicho, como foi salientado por Eijck e Romijn (2006), que a criação desses nichos serve como espaços protegidos nos quais novas tecnologias têm a oportunidade de se encubarem e amadurecerem a partir de experimentos graduais e aprendizagem dos *stakeholders* envolvidos na cadeia de valor da *Jatropha*. Mais especificamente, foi utilizada abordagem *Strategic Niche Management* para analisar os projetos de produção de biodiesel a partir da *Jatropha* na Índia, e transformar os conhecimentos adquiridos em *insights* de como a transição de energia baseada em culturas bio-energéticas pode ser estudada em países em desenvolvimento e orientações relevantes para o desenho da cadeia de suprimento e formulação de políticas para o biocombustível.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa trata-se de um estudo exploratório que buscou desenvolver uma melhor compreensão a respeito da introdução de novas tecnologias sustentáveis.

O estudo utilizou dados secundários, obtidos em relatórios de pesquisa, sites e bases de dados eletrônicas, tais como: Periódicos Capes, Google Scholar, Scopus, Scielo, Web of Knowledge, Elsevier, Science e Nature.

O procedimento de seleção de artigos deu-se a partir da utilização da palavra chave "agric\*", seguida de "*Jatropha curcas* L.", "biodiesel", "biofuel", "bioenergy" e "bio-trade".

A partir de uma gama de artigos selecionados sobre a produção de biodiesel da *Jatropha* nos países em desenvolvimento, buscou-se identificar aqueles que apresentaram maiores avanços em pesquisas e tecnologias quanto ao seu cultivo.

Foram selecionados oito projetos, originários da Índia, pelo fato deste país estar atualmente na vanguarda das pesquisas em *Jatropha curcas* L. Contudo, apenas quatro destes foram estudados aprofundadamente por apresentarem maior abrangência e avanço tecnológico em relação a produção de biodiesel.

Para a análise destes projetos utilizou-se o *framework Strategic Niche Management* (SNM) cujo foco deu-se na análise de Nicho baseado em três processos: formação de rede de atores; processos de aprendizagem; e expectativa dos *stakeholders*.

## **5 OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO (PD)**

### **5.1 TENDÊNCIAS DO MERCADO MUNDIAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS**

O interesse global por alguns biocombustíveis, principalmente o álcool, tem-se exprimido em rápida expansão de mercados internacionais. Comumente são citadas forças direcionadoras, para o desenvolvimento do mercado atual de biocombustíveis, tais como: elevados preços do petróleo; possibilidades de uma maior segurança energética; poupança de divisas, através de redução das importações do petróleo. Um número crescente de países industrializados e em desenvolvimento vêm introduzindo políticas para aumentar a proporção de biocombustíveis em suas matrizes energéticas. Para satisfazer esta procura global são necessários aumentos significativos na produção. Por exemplo, o objetivo da União Européia (UE) em misturar 5,75 por cento de biocombustível no combustível utilizado nos transportes até 2010, exigirá que a UE quintuple sua produção. Com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto e a aplicação das diferentes medidas internas para os biocombustíveis, espera-se que a produção global deste produto quadruple nos próximos vinte anos, representando cerca de 10 por cento do petróleo utilizado nos motores a diesel, a nível mundial (IEA, 2004).

Segundo Dufey (2006), atualmente pouco biocombustível é comercializado nos mercados internacionais, em relação ao montante consumido internamente. No entanto, espera-se que o comércio de biocombustível tenha rápida expansão, uma vez que muitos países como o Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos e alguns países da Europa, não terão a capacidade de abastecer os seus mercados internos e estão, portanto, eles terão que importar de outros países estes biocombustíveis para suprir esta demanda e atingir suas metas ambiciosas. Neste sentido, a distribuição de biocombustíveis líquidos pode ser facilmente acomodada pela infra-estrutura existente da distribuição do petróleo e venda a varejo (DOERING, 2004). Além disso, o atual nível de preços do petróleo torna

mais eficiente a produção nos países produtores competitivos. Bioetanol e biodiesel são ambos produzidos em todo o mundo, mas o bioetanol é muito mais produzido do que o biodiesel.

O bioetanol é de longe, o biocombustível mais utilizado para os transportes, que representa mais de 94 por cento da produção mundial de biocombustíveis. Cerca de 60 por cento de bioetanol provém da cana-de-açúcar e 40 por cento de outras culturas (TRINDADE, 2005). O E.U.A. e o Brasil são os maiores produtores de bioetanol, sendo o Brasil o maior exportador deste combustível, fornecendo cerca da metade do mercado mundial (DUFÉY, 2007).

A União Europeia é o principal mercado e produtor de biodiesel, que representam cerca de 95 por cento da produção mundial (DUFÉY, 2006). Os biocombustíveis representam no momento aproximadamente 1,4 por cento do consumo de combustível da UE (GAIN, 2005a), e o biodiesel representa cerca de 82 por cento deste mercado. Entre 80 e 85 por cento da produção da UE provém do óleo de colza/canola (DUFÉY, 2005), o que é equivalente a 20 por cento da produção total desta cultura da UE (GAIN, 2005a). Dependendo da disponibilidade da conversão da matéria-prima, estima-se que o biodiesel possa abranger tanto quanto 10 por cento das necessidades de transporte rodoviário na UE até 2020 (IFP, 2004).

O comércio de biodiesel está em uma fase menos desenvolvida do que comércio de bioetanol, por isso, os dados são pouco confiáveis. No entanto, espera-se que o comércio de biodiesel irá desenvolver-se de forma semelhante à de bioetanol. Há já alguns indícios de aumento dos fluxos comerciais. Segundo a Krishnan e Mudeva (2005), a UE, por exemplo, atualmente importa cerca de 3,5 milhões de toneladas por ano de petróleo refinado e óleo de palma bruto, principalmente da Malásia e da Indonésia. Isto estava previsto a aumentar em cerca de 1 milhão de toneladas em 2006, devido a previsão de duas novas refinarias de óleo de palma pertencentes a Malásia de entrarem em funcionamento em Rotterdam.

Espera-se que o óleo de palma e seus subprodutos sejam capaz de suprir até 20 por cento do biodiesel da UE nos próximos cinco anos. Além disso, segundo as informações da Pioneer Press (2005), os E.U.A. recentemente começaram a importar biodiesel a base de óleo de palma do Equador. Estes

pretendiam importar 45 milhões de galões em 2006, e mais de 100 milhões no ano seguinte, superando os 75 milhões de galões produzido em 2005 de toda a sua indústria de biodiesel.

Previsões para o futuro deste mercado são muito otimistas a medida que todos os tipos de países industrializados e em desenvolvimento, grandes e pequenos, vêm implementando ou tencionam introduzir quadros regulatórios para promover maior utilização dos biocombustíveis. Deste modo espera-se que a capacidade de produção aumente, uma vez que já há muitos novos projetos em curso em todo o mundo. Mas é importante frisar que não se espera que os biocombustíveis substituam por completo o combustível convencional utilizado no sistema de transportes, todavia eles tem que ser vistos como alternativa ou um complemento a esta última. A Tabela 5 apresenta algumas estimativas para a produção mundial de biodiesel de acordo com Early et al (2005), no qual fornece detalhes do estimado aumento da produção nos diferentes países. Em termos de *feedstocks*, esta produção é provável de ser composta por 58 por cento de óleo de colza/canola, 25 por cento de óleo de soja, 16 por cento de óleo de palma e 1 por cento de outros óleos.

**Tabela 5 - Produção mundial de biodiesel production, 2004 and 2010**

<b>País</b>	<b>2004 (Mil toneladas)</b>	<b>2010 (Mil toneladas)</b>	<b>Var. 2004-2010 (%)</b>	<b>Participação até 2010 (%)</b>
EU	1.400	6.000	329	77
US	125	750	500	10
Brasil	25	750	2900	10
Outros	50	250	400	3
Total	1.600	7.750	384	100

Fonte: Adaptado de Early, Early e Straub (2005).

Os aumentos mais significativos no comércio biodiesel, a partir de uma base muito baixa, provavelmente serão as exportações da Malásia e da Indonésia para a União Europeia, que visa atingir a mistura de 10% de biocombustíveis no seu combustível de transporte até 2020 (PESKETT et al., 2007). Mas, novos produtores vêm surgindo na América Latina, e também espera-se que o Brasil seja o principal beneficiário das importações de soja para biodiesel da UE (PRECOCE et al., 2005). Outros produtores de óleo de palma tais como o Equador e a Colômbia e do óleo de soja, o tradicional exportador - Argentina,

estão também aproveitando as oportunidades comerciais que o biodiesel oferece. Os países do sudeste asiático como a Filipinas e a Tailândia introduziram políticas agressivas para os biocombustíveis e que também já iniciaram a sua produção. Por outro lado, vários países Africanos e asiáticos vêm explorando os benefícios produção e o comércio de larga escala das sementes da *Jatropha curcas* (DUFEY, 2007).

### 5.1.1 Mercado do biodiesel da *Jatropha*

Quanto ao potencial da *Jatropha* como uma fonte de produção de biocombustível em larga escala, o número de projetos de pesquisa relacionada a ela aumentou significativamente (Figura 10). A seguir serão descritos os projetos mais conhecidos e mais importantes, analisados em diversos países. No parágrafo seguinte os mais importantes ou bem conhecidos serão resumidos (*DTi UK, 2005; HENNING, 2003; JATROPHA, 2006; FACT, 2006; NATURE, 2007; RASHTRAPATI, 2006.*).

Na Austrália a *Jatropha curcas* sempre foi classificada como uma planta daninha, contudo, este conceito vem mudando a partir da realização de estudos em recursos energéticos alternativos, que tem incluído a *Jatropha* como uma das matérias-primas possíveis na obtenção de tais energias.

Benin: nos anos 1940 em torno de grandes quantidades de *jatropha* foram exportados para a França, mas somente a partir da década de 1990, é que esta cultura recebeu maior atenção pela sua divulgação no norte do país.

Brasil: Além da produção de bioetanol como um substituto da gasolina o país iniciou também um forte estímulo á produção de biodiesel, no qual a *jatropha* surge como uma potencial matéria-prima, principalmente para o cultivo em áreas degradadas, contudo as pesquisas ainda são incipientes e a sua regularização junto ao Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA) está prevista para o ano de 2008.

Camboja: Existem estudos á respeito do potencial energético da *Jatropha* sendo realizados pela Fundação Agrícola de Camboja.

Cuba: Na seca e salínea província de Guantánamo a *jatropha* já era utilizada para se produzir sabão. Atualmente, está em curso uma iniciativa de produção de biodiesel como suprimento para as necessidades de combustível da ilha.

Egito: no deserto perto de Luxor, foi comprovado que a *jatropha* pode ser cultivada em solos muito pobres em uma área de aproximadamente de 5.000 hectares.

Gana: A companhia *Anuanom Industrial Project Ltd.* possui o planejamento de produção de 250.000 ha de *Jatropha*. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), implementou quadros regulatórios multifuncionais de energia em Mali e pretende ampliar seu projeto para Gana.

Guiné: O país já possuía uma elevada densidade de *jatropha* utilizadas principalmente como cercas vivas. Ainda não existem projetos sobre a sua utilização para biocombustíveis, contudo o seu potencial é grande.

Índia: uma vez que o estudo se foca na produção da *Jatropha* neste país, também como um exemplo para outros países, os projetos aí existentes serão discutidos mais detalhadamente. Um destes projetos é o programa de *Chhattisgarh Biofuel Development Authority (CBDA)* que é atualmente o programa de biodiesel mais desenvolvido no país. O programa concentrou a distribuição gratuita de mais de 380 milhões de mudas de *Jatropha* para os agricultores nos últimos 3 anos, o suficiente para cobrir 150.000 hectares. Segundo o CBDA, o estado também forneceu 80 prensas de óleo a várias aldeias *panchayats* – corpos de governança locais – coordenados a nível nacional por um consórcio de departamentos governamentais, que garante a comprar das sementes de *Jatropha* ao preço de 6.5 rupias (US\$ 0,16 de dólar) por kg a fim de estimular a confiança na colheita. Várias pequenas empresas locais surgiram através do estado, e agora operam como micro-refinarias fornecendo biodiesel para a utilização em tratores, bombas de irrigação, jipes e geradores de eletricidade para as aldeias. Outro importante projeto é o "*Tamil Nadu biodiesel program*", que tem cerca de 44.000ha de *Jatropha* cultivadas e a maioria desta área está sob

irrigação. Até Junho de 2006, havia mais de 25 empresas de biocombustíveis e uma dúzia de agências promotoras desta cultura além de várias indústrias de processamento em funcionamento em Tamil Nadu.

Laos: Apesar de ainda não existirem projetos concretos, a existência da *Jatropha* no território tem despertado o interesse governamental com a discussão de um plano de produção em mais de 9.000.000 de hectares até o ano de 2009.

Indonésia: Os primeiros estudos pelo governo começaram em 1998, na qual muitas instituições estiveram envolvidos. Atualmente existem iniciativas de produção em largas áreas.

Madagáscar: já em 1940 a ilha exportava a *Jatropha* para Marselha com fins de produção de sabão. Ainda existem muitas plantas porém as sementes não têm sido utilizadas. A *United States Agency International Development (USAID)* tem apoiado a comercialização da *Jatropha* uma vez que mais de 500.000 hectares de cultivo estão em vigor.

Mali: O primeiro projeto de produção da *Jatropha* iniciou em 1978. O projeto foi criado no âmbito do "Programa Especial de Energia" da Agência Alemã de Cooperação Tecnológica (GTZ). Ao final dos projetos da GTZ, em 1997, a população de *jatropha* foi estimada em cerca de 10.000 km de cercas vivas, o que corresponde a aproximadamente 2000 toneladas de óleo. Desde 1993 o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) financia novos projetos, sob a forma de quadros regulatórios multifuncionais de energia", que visam reduzir a carga de trabalho da mulher rural. Este programa também será estendido ao Senegal, Guiné, Costa do Marfim e Gana.

México: A Universidade de *Hohenheim* está trabalhando em um banco de genes com estudos especialmente voltados para a obtenção de variedades de *Jatropha* não-tóxicas.

Moçambique: A Companhia de Óleo e Gás sul africana *Sasol Technology* construiu um gasoduto do sul de Moçambique até Joanesburgo e aos redores deste gasoduto estão sendo criadas plantações de *Jatropha*.

Nepal: a organização de cooperação da igreja protestante alemã tem financiado a introdução de biocombustíveis a partir da *Jatropha*.

Nicarágua: A Agência de Cooperação Australiana tem financiado um grande projeto para produzir biodiesel a partir do óleo da *Jatropha*. Pelo menos 1.000 hectares já foram plantados.

Senegal: na região de Tiés, uma ONG americana "*Enterprise Work*" tem promovido o cultivo de *Jatropha* para produzir sabão e biocombustível.

África do Sul: na África do Sul, pelo menos, três grandes projetos estão em execução: *Emeral Oil int.* está iniciando uma planta industrial que produz 100.000 toneladas de biodiesel ao ano. O objetivo é o de importar a *Jatropha* do Zimbábue, Malawi e Zâmbia. Além disso, o Instituto Técnico '*Owen Sithole College of Agriculture*', possui plantações de testes em cooperação com o serviço de extensão, *KwaZulu-Natal* formando uma equipe de trabalho em produção de *Jatropha* no sul da Suazilândia.

Sudão: As pesquisas iniciaram no ano de 1972. A *Jatropha* sempre foi utilizada como cercas vivas, mas agora novos projetos estão emergindo. Um destes localiza-se ao Norte de Darfur e foi criado em participação com o Serviço Alemão de Desenvolvimento.

Tanzânia: há uma série de projetos que estão em andamento e outros sendo iniciados. Um deles é o projeto de "*Diligent Energy Systems*", dirigido por uma companhia holandesa que comercializa biocombustíveis. É também representado pela Fundação FACT (*Fuels from Agriculture in Communal Technology*) que promove, gera e divulga conhecimentos sobre combustíveis vegetais nos países em desenvolvimento. Os países que também estão envolvidos com a FACT são Colômbia, Índia, Mali, Tanzânia, Uganda e Dinamarca.

Tailândia: na Tailândia cerca de 30 instituições acadêmicas e grupos do setor privado estão envolvidos com a *Jatropha*. O governo criou um sistema nacional de energias alternativas dando relevância á produção da *Jatropha*.

Zâmbia: em 1999 após um grupo de 20 agricultores visitarem um projeto de produção da *Jatropha* no Zimbábue a produção iniciou-se também no país. Passados dois anos já haviam mais de 100 agricultores envolvidos no seu cultivo.

Zimbábue: Existe um projeto de cultivo da *Jatropha* localizado em Makosa criado em 1996. O projeto é financiado pela Fundação Rockfeller, a Agência para o Desenvolvimento Internacional de origem australiana e da embaixada holandesa. O objetivo é a produção de óleo para combustível, produção de sabão ou iluminação e a utilização da torta como fertilizante. Projetos semelhantes no Zimbabué são: *Binga Trees Project* e outros conduzidos por *Environment of Africa* e *Plant Oil Producers Association*.



Figura 10 - Projetos de cultivo da *Jatropha* em desenvolvimento

Embora no presente momento, não há comercialização de biodiesel da *Jatropha* a nível mundial devido a falta de produção em larga escala e da escassez de sementes necessárias para sustentar as biorefinarias, existe uma série de expectativas na qual esta planta poderá ser uma fonte potencial de biocombustíveis, de tal forma que, atualmente, um número de variedades estão sendo analisadas quanto as melhores formas de cultivo e a sua adaptação em diferentes zonas climáticas (NATURE, 2007).

Uma vez que a *Jatropha* é uma planta perene, possuindo o período da frutificação que varia do primeiro ano ao terceiro e a produção de sementes ocorre após o quinto ano dependendo da pluviosidade e fertilidade do solo, pode-se levar 5 anos para a obtenção de dados científicos que sirvam de base para as indústrias.

Esta afirmação pode ser corroborada com a citação do diretor do *Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI)*, Pushpito Ghosh (NATURE, 2007):

Without understanding the basic agronomics, a premature push to cultivate *Jatropha* could lead to very unproductive agriculture, and the mass multiplication of reliable producing plant is key to developing biofuel industry.

## 5.2 LIGAÇÃO ENTRE OS BIOCOMBUSTÍVEIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Foi em Setembro de 2000 durante a Conferência do Milênio, onde estiveram presentes líderes mundiais da história das Nações Unidas, que deste encontro resultou na formação de uma nova parceria mundial chamada de Declaração do Milênio das Nações Unidas cujo principal comprometimento foi o de reduzir a pobreza extrema até o ano de 2015. Através desta declaração organizou-se uma série de objetivos que se tornaram conhecidos como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Os ODM foram elaborados em torno de oito temas que abordam a pobreza nas suas diferentes dimensões, incluindo a fome, a doença, a falta de abrigos adequados, bem como a promoção de direito de igualdade e educação entre homens e mulheres.

Uma especial relevância dentro destas ODMs se deu à questão da sustentabilidade ambiental. Um dos objetivos é de integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas governamentais buscando reverter a perda de recursos ambientais dos países.

Neste aspecto, os biocombustíveis proporcionam oportunidades para contribuir na realização destas metas, contudo, apresentam também algumas ameaças. Ligações entre os biocombustíveis e o desenvolvimento sustentável são complexas, se por um lado, os biocombustíveis podem trazer vantagens quanto à segurança e eficiência energética, redução na emissão de gases poluentes em relação aos combustíveis fósseis, ganhos econômicos e desenvolvimento rural, por outro lado, a produção de culturas energéticas poderia resultar na expansão da fronteira agrícola, desmatamento, monocultivos, poluição da água, problemas de segurança alimentar, condições injustas de trabalho e má distribuição dos benefícios ao longo da cadeia de valor. Os impactos positivos e os trade-offs envolvidos variam em função do tipo de culturas energéticas, das práticas agrícolas a serem utilizadas, da conversão tecnológica e do país ou região em questão (DUFÉY, 2006).

### 5.3 OPORTUNIDADES PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

#### 5.3.1 Metas do desenvolvimento sócio-econômico

As culturas agrícolas destinadas à produção de biocombustíveis podem oferecer novos fluxos de rendimento para os agricultores, portanto, como as indústrias voltadas aos biocombustíveis vêm crescendo, significativas oportunidades econômicas podem surgir para o desenvolvimento das nações, principalmente as em desenvolvimento.

O investimento em biocombustíveis traz a possibilidade de produção dos seus próprios combustíveis com significativa redução dos custos energéticos, criação de novos postos de trabalho nas áreas rurais e, em última análise, construção de mercados de exportação. Contudo, os seus possíveis impedimentos não devem ser ignorados - incluindo questões de propriedade e uso da terra, a governança e infra-estrutura.

Porém o desenvolvimento da bioenergia oferece aos países em desenvolvimento a possibilidade de reduzir a sua dependência do petróleo, que se torna cada vez mais caro, e a uma nova e boa forma de atrair o investimento estrangeiro, que poderia possibilitar a modernização das práticas agrícolas e aumentar, ao invés de diminuir, a sua produção alimentar. Além disso, com rendimentos mais elevados, tais países teriam condições de comprar produtos alimentares que não seriam capazes de adquirir anteriormente (ICTSD, 2006).

Outro benefício potencial associado aos biocombustíveis é o seu impacto positivo no emprego agrícola e de subsistência. A Cana-de-açúcar que é a base para a produção do etanol no Brasil, por exemplo, já emprega cerca de um milhão de trabalhadores (MOREIRA, 2005) e este número deverá crescer em 20 por cento nos próximos cinco anos. A maioria desses empregos são preenchidos por trabalhadores com menor qualificação profissional das áreas rurais (MACEDO, 2005).

Além disso, em um cenário de redução de disponibilidade de terras férteis para a agricultura, a degradação dos solos e dos recursos hídricos, o aumento da poluição e as ameaças ao ambiente e aos ecossistemas, novas abordagens em sistemas agrícolas são necessárias para fornecer cada vez mais alimentos e energia à população mundial crescente.

Determinadas culturas energéticas exigem menos insumos e muitas delas podem ser cultivadas em solos muito degradados proporcionando inclusive a regeneração do solo. Estas culturas têm o potencial para ampliar a base de terras disponíveis para as atividades agrícolas e também na criação de novos mercados para os agricultores (DE LA TORRE, 2005).

Desta forma, a *Jatropha curcas* surge como uma destas culturas energéticas com a possibilidade de ser cultivada em terras impróprias para a agricultura e de uma forma economicamente viável. Sua produção pode sustentar um sistema que visa alcançar a auto-suficiência no ramo dos combustíveis, levando oportunidades a zonas rurais pobres com maior justiça social além dos outros benefícios associados (RASHTRAPATI, 2006). Na mesma linha, de acordo com Rajagopal (2007), além de reduzir a dependência das importações de petróleo, o biodiesel produzido da *Jatropha* proporciona outros grandes benefícios como o combate à pobreza rural através da geração de emprego e benefícios

ambientais pela da recuperação das terras devastadas. Os programas são essencialmente destinados para beneficiar os pequenos agricultores pobres e sem terras com o fornecimento de subsídios para cobrir os custos de cultivo durante os primeiros anos de implantação desta cultura.

Segundo o ICTSD (2006), os biocombustíveis poderão também reforçar a sinalização dos mercados agrícolas, o aumento da procura de emprego e comércio. Pelo acoplamento com os mercados da energia, os agricultores estão transformando a sua indústria de produção alimentar, com limitada volta as culturas energéticas, produção com altos preços e demanda quase ilimitada. Por sua vez, pelo acoplamento com os mercados agrícolas de energia, fornecedores estão descobrindo novos meios e oportunidades - e novos concorrentes. Para os países em desenvolvimento como a Índia os biocombustíveis derivados da *Jatropha* apresentam uma opção interessante para a diversificação da energia e do desenvolvimento rural.

### **5.3.2 Metas Ambientais**

Os biocombustíveis também oferecem vantagens ambientais. Uma das maiores vantagens associadas aos biocombustíveis, e uma das principais forças direcionadoras para o desenvolvimento deste mercado mundial, é a redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e, conseqüentemente, o seu potencial para ajudar a minimizar as alterações climáticas.

O principal argumento está no fato das culturas energéticas absorverem CO<sub>2</sub> na fase de crescimento da planta e, deste modo, o CO<sub>2</sub> emitido no processo de combustão do biocombustível não gera aumento na quantidade de carbono emitido, pois já fazem parte do ciclo de carbono fixo (DUFÉY, 2006). A perspectiva de acordos bilaterais ou multilaterais está gerando um significativo interesse dos países em desenvolvimento nos biocombustíveis, apoiando nas transferências para a mitigação das alterações climáticas através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto e outros programas. As emissões de dióxido de carbono oriundas dos biocombustíveis variam muito,

dependendo do tipo de matérias, métodos de cultivo, processo de produção, subprodutos, mudanças no uso da terra e pressupostos de eficiência energética (ICTSD, 2006).

As maiores reduções de gases do efeito estufa podem ser obtidas a partir do bioetanol da cana-de-açúcar e da "segunda geração" de biocombustíveis, como o bioetanol de ligno-celulose e o biodiesel Fischer-Tropsch (DUFEY, 2007).

Além de reduzir as emissões de GEE, os biocombustíveis também têm potencial para reduzir as emissões das principais substâncias tóxicas - como o monóxido de carbono, material particulado e sulfatos - geralmente associados aos combustíveis convencionais. Ao mesmo tempo, é importante ter em mente que os biocombustíveis não são considerados como sendo a solução para o aquecimento global, mas eles formam um componente importante de uma abordagem integrada para combater este problema.

Uma questão é o balanço energético de biocombustíveis, que se refere ao ponto em que a energia necessária para produzir uma unidade de biocombustível é maior do que a energia gerada, conseqüentemente, isto torna a produção não é viável. Em alguns casos, é notável que quando os combustíveis fósseis são usados no processo de produção, os biocombustíveis não conseguem ser melhores do que combustíveis convencionais. Segundo International Energy Agency (2004), estimar o impacto líquido dos biocombustíveis no balanço energético é uma questão muito complexo. Nos cálculos dos balanços energéticos é necessário considerar todo o ciclo do combustível, desde a produção da matéria-prima até o consumo final – denominada como abordagem '*well-to-wheels*'. As avaliações devem incluir também retornos energéticos associados com subprodutos – os chamado "créditos de subprodutos". Deste modo, os balanços energéticos variam de acordo com o tipo de matéria utilizada, o método de cultivo, assim como a tecnologia de transformação. Há também diferenças, dependendo do método utilizado para calcular o balanço energético, como os balanços energéticos pressupostos nos subprodutos. A maioria dos estudos foca o biodiesel obtido a partir da colza/canola, e sugerem um balanço energético variando entre 0,33 e 0,82 unidades (DUFEY, 2006). Um estudo comparativo, realizado por Macedo et al. (2004), sobre balanço energético do óleo de palma, mamona e óleo de soja no Brasil, revelou que o melhor balanço

energético é do óleo de palma de 5,63 unidades, e o pior é do óleo de soja, com 1,43 unidades.

Entretanto, a existência de incentivos políticos pode impulsionar o desenvolvimento do mercado de biocombustíveis em favor dessas culturas, que não são necessariamente as mais eficientes em termos de energia. Isto é importante, pois os mais altos níveis de apoio ao mercado agrícola interno são dos países industrializados, enquanto o cultivo de espécies de melhor potencial energético está crescendo nos países tropicais em desenvolvimento. Outras culturas energéticas menos conhecidas, como a *Jatropha*, e algumas novas tecnologias baseadas em culturas perenes, como a ligno-celulose, estão provando que têm os melhores balanços energéticos. A *Jatropha*, por exemplo, é apontada por ter o mais alto equilíbrio energético para qualquer biocombustível.

O balanço energético total e o ciclo de vida da emissão de dióxido de carbono ainda não foram medidos para a *Jatropha curcas*. No entanto, tem sido mostrado, nos Estados Unidos, que o uso do biodiesel de soja pode reduzir o ciclo de vida das emissões de CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> em 80 e 100%, respectivamente, em comparação com o diesel de petróleo (USDA / USDOE, 1998). O mesmo estudo apresenta que para a produção de biodiesel de soja nos E.U.A., cada unidade energética de petróleo consumida produz 3,37 unidades de biodiesel. A redução das emissões de CO<sub>2</sub> em 80% foi calculada para biodiesel produzido a partir de óleo de soja em agricultura intensiva (consumindo cerca de 75 litros de óleo e 125 kg de fertilizantes químicos por hectare, bem como herbicidas e inseticidas).

Trindade (2005b), afirma que, apesar da soja ser a fonte preferida de biodiesel no Brasil, espera-se que venha a ser substituída por óleos vegetais mais eficientes, tais como o óleo de palma e de mamona; e mais recentemente, o óleo da *Jatropha*, a medida que a indústria de biodiesel se desenvolve. Francis et al. (2005) aponta que o ciclo de vida das emissões de dióxido de carbono, resultantes da produção de biodiesel, com baixa utilização de insumos, em plantios diretos, as plantações perenes de *Jatropha* (sem previsão de aplicação de produtos químicos) seriam muito menores e provavelmente inferiores a 15%, comparados ao diesel de petróleo.

## 5.4 DESAFIOS PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DA JATROPHA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

### 5.4.1 Metas do desenvolvimento sócio-econômico

Não se pode considerar que existam apenas pontos positivos. Apesar do potencial dos biocombustíveis em contribuir para o desenvolvimento sustentável, a sua produção em larga escala nos países em desenvolvimento também implica desafios. Existem algumas preocupações relacionadas com a produção e utilização dos biocombustíveis. Dufey (2007) argumenta que a forte demanda exercida no mercado de *commodity* pela indústria de biocombustível poderia desviar o uso da terra para outros fins, tais como a produção de alimentos, e possíveis alterações nos preços dos alimentos e a sua disponibilidade para os mais pobres.

O recente aumento do preço do milho nos os E.U.A. e a expansão de plantações de palma, para a produção de óleo, em detrimento das florestas tropicais da Malásia, pode ser citada em apoio de tais alegações. Com o aumento dos preços da energia, os produtores vêm explorando vários mercados como resposta pelo deslocamento existente na mudança da quantidade produzida de milho e de soja, de alimentação para a produção de combustível. Esta produção pode ser transferida de culturas alimentares para não-alimentar (por exemplo, a *Jatropha*,). Em ambas situações, o aumento nos preços do alimento e a sua redução podem ter efeitos adversos sobre os pobres e os famintos, particularmente nos países importadores de produtos alimentares. No entanto, existem regiões de países em desenvolvimento, onde há extensas áreas adequadas e condições de produção de biomassa, úteis, sendo cinco vezes melhores que as do Reino Unido (JOHNSON et al., 2006).

Assim, Keyser e Hongo (2005) estimam que, na Tanzânia, cerca de 300.000 ha, em um total de 4,6 milhões de hectares cultivados, seriam necessários para suprir as importações de combustível. Além disto, segundo Koonin (2006) os biocombustíveis poderiam fornecer 20 a 30 por cento da

demanda mundial de combustível, de forma ambientalmente responsável, sem afetar a produção alimentar. Em muitos países em desenvolvimento, os esforços para aumentar a produtividade da terra e do trabalho serão fatores cruciais para evitar as competições dos biocombustíveis com o uso da terra para cultivo de alimentos. Também surgem preocupações quanto ao cultivo de culturas para exportação, uma vez que, as necessidades de acesso à energia, nos próprios países, não estão totalmente satisfeitas. Corroborando, a maioria da população mais pobre do mundo vive em terras agrícolas e muitas vezes não têm acesso a energia, água potável e alimento. Eles são mais vulneráveis às mudanças na economia e nos ecossistemas.

De acordo com ICTSD (2006), se as culturas energéticas forem cultivadas em larga escala, elas poderão competir com culturas alimentares de várias maneiras, incluindo uso da terra, investimentos, água e fertilizantes. Conseqüentemente, a maneira pela qual a transição dos combustíveis que utilizam produtos de base agrícola é administrada terá implicações profundas e necessitará de esforços para satisfazer as necessidades básicas dos mais pobres, antecipando a sua liberdade, garantindo os direitos humanos à alimentação e à água, e para atingir as metas internacionais dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (MDG).

O cultivo de culturas energéticas, como a soja, tende a ser associado com os métodos de produção em larga escala, com reduzida contribuição no trabalho rural. Além disso, uma produção generalizada de biocombustível pode resultar, ou piorar, em pobres práticas de trabalho. Em alguns países em desenvolvimento certos tipos de matérias-primas (notadamente a cana-de-açúcar e o óleo de palma), têm sido produzidos em más condições de trabalho com riscos à saúde e segurança, e em alguns casos, com trabalho infantil e/ou trabalho forçado. Por último, porém, não menos importante, a provável expansão de terras agrícolas para produção de biocombustível também pode exacerbar o número de pessoas sem-terra nos países em desenvolvimento devido ao deslocamento de pessoas das áreas rurais que dependiam do acesso aos recursos florestais e dos serviços dos ecossistemas (DUFÉY, 2007).

Um dos maiores entraves ao desenvolvimento em larga escala de biocombustíveis permanece nos elevados custos econômicos, em comparação com os combustíveis convencionais. Algumas estimativas mostram os biocombustíveis como sendo duas vezes mais dispendioso que os combustíveis convencionais (PETROLEUM ECONOMIST, 2005). Custos econômicos, no entanto, tendem a diferir, dependendo: do tipo de biocombustível; do país de proveniência; e da tecnologia utilizada, sendo o Brasil o país produtor mais eficiente em termos de custos. Há também diferenças dependendo das matérias-primas utilizadas. O milho, por exemplo, é mais caro e produz menos bioetanol por hectare do que as culturas tropicais, tal como a cana-de-açúcar, que é cultivada em muitos países em desenvolvimento.

Isto é importante porque os elevados níveis de apoio agrícola prevalecentes, em muitos países industrializados, têm o poder de sub-valorizar o potencial de produção que os biocombustíveis podem oferecer para os países em desenvolvimento, mais eficiente em termos de custos. A *Jatropha*, por exemplo, é uma das culturas não-alimentares que pode crescer em terras degradadas e produzir três vezes mais combustível por hectare do que a soja (NATURE, 2007), e mais de dez vezes a do milho (JATROPHA, 2006).

Por outro lado, Openshaw (2000) estima que os preços de venda de óleo da *Jatropha* e de outros óleos vegetais podem ser 2,5 vezes mais que o preço do diesel, o que demonstra que o principal obstáculo para do biodiesel de *Jatropha* é o elevado custo de produção.

Peskett et al. (2007) destaca que se não houver restrições artificiais sobre o comércio, a distribuição internacional de produção de biocombustíveis será determinada largamente pelos relativos custos de produção (incluindo o transporte para o mercado). Isto porque, na prática, os mercados não são perfeitos e as considerações comerciais são susceptíveis a favorecer uma das fontes de abastecimento em detrimento da outra. Um efeito desta ausência de restrição poderá ser o aumento no fornecimento de biocombustível nos países com baixos constrangimentos em aumentar as áreas de terras aráveis.

Um aumento na produção de biocombustíveis na UE, E.U.A. ou em outros países da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD), possivelmente poderá resultar em substituição de alimentos (para humanos e animais), como também poderá induzir um aumento nos preços globais destes alimentos e, conseqüentemente, originar problemas para os produtores e os consumidores dos países em desenvolvimento.

#### **5.4.2 Metas ambientais**

Em muitos casos, culturas bioenergéticas podem contribuir para melhorar e recuperar o solo, aumentar rotação de culturas e repor alguns nutrientes. No entanto, existem algumas preocupações ambientais a serem consideradas em relação à produção e utilização de biocombustíveis.

As culturas bioenergéticas também podem provocar vários problemas ambientais associados à produção agrícola, tais como o desmatamento, monoculturas, degradação do solo, uso e poluição da água. Destes, a expansão da fronteira agrícola é uma das mais preocupantes e, em especial, os impactos desta atividade sobre as florestas tropicais, as savanas e a biodiversidade. Florestas têm sido desmatadas para a produção do óleo de palma em países como a Indonésia e a Malásia. Se o aumento na demanda por biocombustíveis for suprida pela expansão da produção de soja, isto implicará em mais pressão ambiental nas áreas secas das sensíveis savanas norte-central do Brasil (o cerrado) e na floresta amazônica (DUFÉY, 2007).

Peskett et al. (2007), argumenta que, em virtude das complexas regras, processos e políticas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto, o acesso ao MDL é restrito para os países menos desenvolvidos, sendo que, os pequenos produtores têm dificuldade de aproveitar esta oportunidade. Por exemplo:

- Projetos de biomassa (um tipo comum de projeto do MDL) ocorrem, geralmente, em larga escala e estão relacionados aos sistemas de matrizes energéticas desenvolvidas. A expansão geográfica também é limitada, sendo que a maioria dos projetos está em vários países em desenvolvimento, e alguns na África;
- Regras para projetos relacionados ao uso da terra no MDL são restritas para incluir apenas florestamento, reflorestamento, e certos processos relacionados à biomassa (como captação de metano de biodegradação), enquanto o sistema de comércio de emissão da União Europeia “Emissions Trading System”, normalmente não aceita projetos de uso da terra;
- Pequenos agricultores têm pouco acesso ao mercado de carbono, pois falta conhecimento na implantação de complexas metodologias, sistemas de pré/pós pagamento, pois os investidores estão pouco interessados em pequenos projetos, com elevado risco e longo prazos e, conseqüentemente faltam financiamentos para os pequenos projetos. Metodologias de pequena escala com requisitos e processos simples para implementar os projetos, têm sido desenvolvidas para tratar de algumas destas questões, mas comumente não existe metodologia para produção em pequena escala de biocombustíveis líquidos, só apenas metodologia de larga escala baseada na utilização de resíduos de óleos alimentares para biodiesel (CD4CDM, 2007);
- Apesar de seu potencial de contribuição para os benefícios do desenvolvimento sustentável (que é o principal objetivo do MDL), projetos de biocombustível são menos atraentes para os investidores, devidos os elevados custos de implantação, dificuldades em demonstrar aspectos adicionais para os projetos e problemas para calcular a redução nas emissões de gases do efeito estufa (BAKKER, 2006).

Segundo a ONU (2007), a demanda por biocombustíveis poderia aumentar a pressão do desmatamento, pela necessidade de se ter mais terras para culturas bioenergéticas. Isso pode contribuir para a erosão do solo, aumento nos riscos de seca, e afetar a biodiversidade local. Na África, como em outras regiões, os ecossistemas agrícolas podem ser complexos e frágeis. Cerca de 65 por cento do total da área de cultivo e 30 por cento das pastagens na África são afetadas pela degradação, com uma conseqüente diminuição nos rendimentos agrícolas. Os solos apresentam tipicamente baixa fertilidade e teor de matéria orgânica, sendo que a fertilidade do solo tem diminuído com a remoção da vegetação e da super exploração das terras. Além disso, a utilização dos escassos recursos de água doce é uma preocupação.

## 5.5 O BIOCOMBUSTÍVEL DERIVADO DA JATROPHA E O COMÉRCIO INTERNACIONAL

O comércio internacional de biocombustíveis e produtos similares oferecer oportunidades de ganho para todos os países (*win-win*): em vários países importadores, uma das condições necessárias para alcançar suas meta impostas de misturas de biocombustíveis; para os países exportadores e em desenvolvimento, em especial para as pequenas e médias empresas, o mercado de exportação é um fator importante para alavancar as atividades industriais. Segundo Dufey (2006), ao passo que, a maior parte da demanda de biocombustíveis seja oriunda de países industrializados, então acredita-se que os países produtores mais eficientes estão localizados nas nações em desenvolvimento. Assim, muito dos benefícios do desenvolvimento sustentável de biocombustíveis dependerá criticamente da possibilidade da existência de comércio internacional.

No entanto, nas atuais condições comerciais existem vários problemas políticos que impedem os países em desenvolvimento de usufruir-se dos benefícios do comércio de biocombustíveis, sem apontar os impactos sociais e ambientais negativos que estas políticas possam ter.

A preocupação fundamental é a existência de barreiras comerciais - tarifas e barreiras não tarifárias – que prejudicam as trocas comerciais e comprometem o potencial de países em desenvolvimento de usufruir esta grande demanda mundial pelos biocombustíveis. As barreiras tarifárias comumente isolam os produtores nacionais da concorrência externa. Os Estados Unidos, por exemplo, aplica um valor extra de US\$ 0,54 para cada galão de bioetanol importado, sobre 2,5 por cento da tarifa, elevando o custo do bioetanol brasileiro em comparação com o que é produzido internamente nos Estados Unidos (SEVERINGHAUS, 2005). Além disso, o sistema de escalas tarifárias que prevalecem em muitos países industrializados encoraja os países em desenvolvimento a exportar matérias não transformadas, como melão e óleos brutos, do que o biocombustível processado nos países em desenvolvimento, onde poderia gerar maior valor agregado.

As tarifas variam - a UE e os Estados Unidos, por exemplo, têm acordos comerciais preferenciais de acesso a mercados para certos países e produtos. Outra preocupação essencial está relacionada aos subsídios, visto que nos países industrializados, o apoio governamental para a produção interna de culturas energéticas e o processamento destas, para o biocombustível, tendem a ser regra. A ausência destes subsídios cria obstáculos para a produção de *Jatropha*, nos países em desenvolvimento.

Objetivos das políticas introduzidas nos países industrializados, associados à produção de biocombustíveis, implicam que, os países têm incentivos importantes para proteger a produção local em relação à produção mais eficiente estrangeira. O aumento dos custos da produção do biocombustível derivado da *Jatropha*, em relação aos combustíveis convencionais, juntamente com suas externalidades positivas, sugerem que as políticas para apoiá-la provavelmente podem ser justificadas como o intuito de apoiar a indústria a se desenvolver nas fases iniciais. No entanto, o impacto dessas políticas, sobre os países em desenvolvimento, e os esforços para o desenvolvimento sustentável devem ser compreendidos. Não somente estas políticas dos países industrializados subestimam a competitividade dos países em desenvolvimento, como também elas prejudicam o potencial dessas nações menos desenvolvidas no combate a pobreza e na gestão ambiental. Neste sentido, essas políticas dos países

industrializados promovem o desenvolvimento de uma indústria de biocombustível baseada em plantas energéticas menos eficientes, ao invés disso, elas deveriam ser baseadas em culturas produzidas em países tropicais, que produzem mais energia do que aquelas cultivadas em regiões temperadas.

Portanto, quanto mais próximas forem as localizações de cultivo e processamento da *Jatropha*, maiores serão as contribuições para o desenvolvimento rural e a redução das emissões de gases de efeito estufa (DUFÉY, 2007).

O progresso em relação a liberalização comercial dos biocombustíveis, está comprometida pela ausência de um amplo e estruturado regime comercial aplicável a estes, o que significa que as condições comerciais variam de país para país. Esta situação se agrava devido à vasta gama de produtos envolvidos no comércio de biocombustível, que variam dos diferentes tipos de matérias-primas (feedstocks) até os produtos finais, passando por uma infinidade de produtos semi-processados. A atual falta de uma classificação clara dos biocombustíveis no âmbito do sistema multilateral de comércio traz constrangimentos ao comércio de biodiesel da *Jatropha*.

No que diz respeito à classificação de biocombustível, Dufey (2007, p. 3) argumenta que:

At present there is no agreement on whether biofuels are industrial or agricultural goods. On the one hand, biofuels are traded as 'other fuels', or as alcohol (in the case of ethanol) and are subject to general international trade rules under the World Trade Organisation (WTO). The WTO Agriculture Agreement (AoA), on the other hand, addresses energy crops, and categorises domestic support into three 'boxes': an 'Amber Box' containing actionable or trade distorting subsidies; a 'Blue Box' containing Amber Box subsidies that satisfy certain conditions designed to reduce the trade distortion; and a 'Green Box' containing non-actionable subsidies, or subsidies unlinked to production subsidies, which would permit certain kinds of subsidy aimed at environmental objectives. Biofuels may also be included in a list of environmental goods stated for accelerated trade liberalisation under the Doha Round.

A partir deste argumento pode ser percebido que não existe atualmente uma solução específica para lidar com o comércio de biocombustível. A existência de divergentes padrões técnicos, ambientais, sociais e regulamentos para os biocombustíveis, particularmente a *Jatropha*, em diferentes países, podem representar sérias restrições ao comércio deste produto. Embora seja necessária

alguma forma de garantia ambiental e social, há algumas preocupações em relação aos sistemas desenvolvidos por nações industrializadas, os quais possuem pouca participação dos *stakeholders* do país produtor, sendo que não apresentam reflexos destes países quanto a questões ambientais e sociais.

Produtores que desejem exportar para outros mercados terão que suportar custos adicionais que os seus biocombustíveis serão submetidos de acordo com as condições do país importador (OESTLING, 2001). Para os produtores que pretendam entrar em vários mercados cada um, com diferentes exigências, sofrem devido aos custos de seus produtos tornarem-se muito elevados. O comércio fica ainda mais difícil quando os produtores não podem vender o seu biocombustível em certos mercados e necessitam desenvolver um outro combustível para atender às normas do importador (DUFEY, 2006).

Outra importante preocupação diz respeito à questão de saber se os pequenos produtores terão a possibilidade de se beneficiar da nova dinâmica da cadeia da *Jatropha* - a estrutura de mercados de biocombustíveis pode levar a injusta distribuição dos benefícios ao longo da cadeia de valor.

É notável a existência de economias de escala no cultivo de várias culturas energéticas e na transformação das matérias-primas em biocombustíveis.

Peskett et al. (2007), destaca que é difícil generalizar os efeitos da utilização de biocombustíveis em populações pobres devido a diferentes aspectos: matéria-prima/sistemas de produção; variação dos custos de transporte (de montante a jusante); modelos atuais de produção e processamento culturas e padrões de exploração da terra. Em termos de adaptação aos desafios dentro da porteira, a exploração de economias de escala é provável que favoreça os sistemas de produção em larga escala. A adaptação em pequenas propriedades dependerá de sistemas de terceirização, contratos, ou, de um excelente envolvimento de cooperativas e outras organizações de produtores. No sistema fora da porteira, a maneira a qual a agroindústria será capaz de produzir os biocombustíveis, e o papel dos investimentos públicos e privados dependerá do contexto específico.

Vários estudos de mercado de diferentes commodities agrícolas afirmam que os benefícios de produção para a exportação em países em desenvolvimento estão assentados nas partes superiores da cadeia de valor, sendo que com os produtores primários ocorre o oposto (PESKET et al., 2007; DUFÉY, 2007). Muitas cadeias de biocombustíveis estão, ou deveriam estar, visando mercados de exportação, ressaltando que o valor acrescentado ao processo ocorre nos países importadores, uma vez que o sistema de escala tarifária, que prevalece em muitos países industrializados, juntamente com a limitada tecnologia local dos países menos desenvolvidos, encoraja estes a exportar suas matérias-primas, óleo bruto e melado, enquanto a manufatura para o biocombustível final ocorre no país importador.

Segundo Dufey (2007), muitos dos benefícios sociais dos biocombustíveis - particularmente aqueles relacionados com a redução da pobreza - provêm da natureza do sistema de produção do pequeno produtor, ou para os pobres. Mas, se os produtores forem dependentes de poucos comerciantes envolvidos na transação dos seus produtos no mercado internacional, existe um risco de que os produtores primários recebam menores benefícios.

Finalmente, tanto para a pesquisa e desenvolvimento (P & D), quanto à produção de culturas bioenergéticas, será necessário um incremento tecnológico. Neste sentido, a tecnologia energética que tem sido utilizada até agora é amplamente considerada como sendo uma tecnologia estabelecida e relativamente simples, em que os países em desenvolvimento podem facilmente gerenciar e satisfazer suas necessidades internas. No entanto, as novas tecnologias podem se tornar consideravelmente complexas e caras, pois, argumenta-se a condição dos países em desenvolvimento serem capazes de obter essas tecnologias desenvolvidas, como por exemplo, novas variedades de *Jatropha* geneticamente melhoradas e patenteadas por empresas multinacionais. Devido ao elevado custo destas tecnologias, há a possibilidade de uma forte interação sobre os direitos de propriedade intelectual quanto ao acesso desta tecnologia, particularmente pelos países em desenvolvimento (ICTSD, 2006).

<b>Oportunidades</b>	<b>Desafios</b>
Produção de combustível, redução de custos de energia, criação de empregos nas zonas rurais.	Uso da terra, direitos de propriedade, competição com culturas alimentares (ex. Água, investimentos, infraestrutura).
Investimento estrangeiro, novos mercados agrícolas.	Riscos de saúde e segurança, toxicidade, condições de trabalho precárias.
Desenvolvimento de indústrias e mercados de exportação.	Deslocamento da população rural dependente dos recursos naturais.
Redução das emissões de GHG e substâncias tóxicas.	Elevado custo econômico (preço do biodiesel da <i>Jatropha</i> - dobro do diesel convencional).
Controle de erosão, regeneração dos solos.	Desmatamento, monocultura.
Mercado de crédito de carbono.	Acesso ao mercado de crédito de carbono, direitos de propriedade intelectual.
Comércio internacional de biocombustível.	Existência de barreiras tarifárias e não tarifárias, subsídios, políticas.

**Quadro 2 - Resumo dos principais desafios e oportunidades para produção de biodiesel da *Jatropha* produzido nos países em desenvolvimento**

## 6 EM DIREÇÃO A TRANSIÇÃO DE ENERGIA A BASE DA JATROPHA

Uma análise de acordo com o Framework Strategic Niche Management (SNM) - o caso da Índia.

### 6.1 INTRODUÇÃO DA ÍNDIA

Separado do resto da Ásia pela muralha continental do Himalaia, o subcontinente indiano (Figura 11) faz fronteira com grandes áreas de água e é imediatamente reconhecível em qualquer mapa mundial. É o enorme, bico/estreito terrestre entre a África e a Indonésia. Esta robusta península triangular faz fronteira a Leste com a Baía de Bengala, a Oeste com o mar Árabe e Oceano Índico ao Sul. O quadro geográfico indiano é composto por 26 estados e detém, praticamente, todo o tipo de paisagem imaginável.

Com uma abundância de montanhas e parques nacionais fornece amplas oportunidades para o eco-turismo e longas caminhadas, e sua dimensão promete algo para todos. Desde o seu ponto no norte na fronteira chinesa, a Índia estende-se a 2000 milhas (3200km) para o extremo sul, onde a nação insular do Sri Lanka parece estar espremida para fora da Índia como um grande tear (rasgo), a sinapse formando o golfo de Mannar.

Fronteira norte da Índia é dominado principalmente por Nepal e os Himalaias, a cadeia de montanha mais alta do mundo. Seguindo as montanhas a nordeste, as suas fronteiras limitam-se a um pequeno canal que passa entre Nepal, Tibete, Bangladesh, Butão e, em seguida, espalha-se para fora novamente para alcançar a Birmânia na área do chamado "Triângulo Oriental".

A partir do mar Árabe, a sua fronteira ocidental é limitada exclusivamente pelo Paquistão. Na Índia, 67% da população está envolvida com a agricultura que contribui com 33% do PIB do país. Mais de 70% deste setor consiste em pequenos agricultores de escala marginal com recursos muito limitados e mínimo

acesso ao estado-da-arte de tecnologias agrícolas (MoEF, 2002). No que se refere à segurança energética, as importações indianas atendem cerca de 70% das suas necessidades de petróleo bruto, com uma projeção de dependência de importação em 94% para o ano de 2030 (SETHI, 2006).



Figura 11 - Mapa da Índia incluindo os estados e territórios

Além disso, a tendência de aumento da população e declínio da disponibilidade de terras agrícolas, não deixa outra opção a não ser recuperar terras degradadas para uso produtivo (FRANCIS et al., 2005). Assim, energia e, principalmente, fornecimento de óleo, tornaram-se temas centrais na Índia, resultando em recentes iniciativas políticas do governo na área dos biocombustíveis.

Em 2002, o Governo indiano considerou os biocombustíveis como uma opção viável para o aumento no abastecimento futuro de combustível, elaborando um documento chamado Visão Índia 2020 (ÍNDIA, 2002), que foi apresentado pela Comissão de Planejamento como um modelo de política de planejamento, e recomendou uma Missão Nacional em Biocombustível, especificamente um projeto de duas fases para a ampla disseminação da cultura da *Jatropha curcas* em terras abandonadas em todo o país, a fim de produzir grandes quantidades de biodiesel.

De acordo com este documento, o cultivo de 10 milhões de ha desta cultura poderia gerar 7,5 milhões de toneladas de combustível por ano, oferecendo emprego durante todo o ano para 5 milhões de pessoas (FRANCIS et al., 2005). Tendo em conta os múltiplos benefícios de grande escala da produção de biodiesel com a plantação de *Jatropha* em regiões de terras abandonadas, a primeira fase da Missão Nacional objetiva cultivar 400,000 hectares de *Jatropha* em terras do governo país (ÍNDIA, 2003a). O biodiesel seria produzido principalmente por *panchayats*, estes locais são entidades governamentais em nível de povoação ou vilas coordenadas em nível nacional por um consórcio de departamentos governamentais (NATURE, 2007). Em direção a um quadro legislativo mandatório/obrigatório, o governo iniciou ações de anunciar a emissão de uma notificação para mistura de 5% de biodiesel com diesel de petróleo em 10% dos distritos do país a partir de 2005, sujeito à disponibilidade de biodiesel (ÍNDIA, 2003b).

## 6.2 DISPONIBILIDADE DE TERRA PARA PLANTAÇÃO JATROPHA PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

De 306 milhões de hectares de terras consideradas em um relatório do Ministério de Desenvolvimento Rural da Índia, 173 milhões já estão em cultivo, mas o resto é classificado como terras com erosão e não aráveis. Esse é o tipo de terreno que a *Jatropha* pode prosperar, sendo que os arbustos podem viver até 50 anos, frutificando anualmente por mais de 30 anos e suportando secas e desenvolturas.

Portanto, a *Jatropha* é vista como uma promessa de ser uma fonte segura de rendimentos para os agricultores rurais pobres da Índia e auto-suficiência energética para pequenas comunidades – enquanto reduz o consumo de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa e erosão do solo (NATURE, 2007). Uma vez que a *Jatropha curcas* foi identificada pela força tarefa da comissão de planejamento como a mais adequada planta oleaginosa para produção de biodiesel tendo em conta a sua característica não-alimentar e a disponibilidade de ser encontrada por todo o país, a sua capacidade de reabilitar terras degradadas ou secas, na qual a maioria dos pobres retiram seu sustento, e também devido a sua capacidade de retenção da água, todas estas propriedades tornam-a mais adequada para a revalorização dos recursos terrestres.

De acordo com o governo da Índia, as terras abandonadas podem ser definidas como terras degradadas que podem ser cobertas por vegetação com razoável esforço e que se encontram atualmente subutilizados, ou que está a degradar-se devido à falta de água e manejo dos solos adequados em virtude de causas naturais. Terras abandonadas podem resultar de deficiência intrínseca ou imposta, como a localização, o ambiente, propriedades físicas e químicas do solo ou restrições financeiras ou de gestão. A maior parte das terras degradadas no país são Recursos de Propriedade Comum (CPRs). Esses recursos incluem terras comuns e florestas que muitos agricultores, pecuaristas e os povos indígenas dependem para a sua alimentação e necessidades de combustível. Das diversas categorias de terras abandonadas, aptas para o cultivo, apenas cinco tipos foram considerados adequadas para a cultura *Jatropha*. Do mesmo modo,

as florestas identificadas como degradadas, excluindo áreas de terra dentro de florestas notificadas e identificadas, cobrindo 10,84 milhões de hectares, são considerados adequados para o cultivo de *Jatropha*. A área total de terras abandonadas e adequadas para o cultivo *Jatropha*, ultrapassa 32,29 milhões de ha. Ampla categoria de detalhes são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 - Terras degradadas adequadas para o cultivo da *Jatropha* na Índia**

<b>Categoria das terras degradadas adequadas para o cultivo da <i>Jatropha</i></b>	<b>Área ( em milhão ha)</b>
<b>A) Terras não florestais degradadas cultiváveis:</b>	
i. Gullied/ravenous-shallow (principalmente terras da comunidade, governo)	1.03
ii. Cerrado (governo/panchayats)	15.05
iii. Não cerrado (terras da comunidade, governo)	3.74
iv. Levemente salinas/alkalinas (privadas)	0.41
v. Mudança de cultivo – terras abandonadas (comunidade)	1.22
<b>B) Terras florestais degradadas:</b>	
Floresta degradada – cerrado	10.84
<b>Total de terras degradadas para cultivo da <i>Jatropha</i></b>	<b>32.29</b>

Fonte: Adaptado de Rashtrapati (2006).

Vários são os tipos de terras abandonadas disponíveis no País. No entanto, algumas terras abandonadas, improdutivas ou degradadas tais como *gullied* e *ravenous* com ou sem matagal, terras degradadas sob plantio, pastagens, pastoreio, terras abandonadas e degradadas pela mineração industrial, colina e encostas, pousios, faixas de ferroviária, canais, campo de fronteira terrestre e comunidade etc, são encontradas áreas adequadas para cultivo de *Jatropha*. Com base nos critérios acima referidos, os seguintes tipos de terras foram identificados como adequadas para cultivo da *Jatropha* em diferentes estados, conforme abaixo:

**Tabela 7 - Terras degradadas segundo a 1ª fase de cultivo da *Jatropha* na Índia**

<b>N.</b>	<b>Estados</b>	<b>Área potencial para o cultivo da <i>Jatropha</i> (Mil ha)</b>
1	Andhra Pradesh	43.96
2	Arunachal Pradesh	9.97
3	Assam	14.56
4	Bihar / Jharkhand	18.60
5	Goa	0.40
6	Gujarat	28.71
7	Haryana	2.62
8	Karnataka	17.89
9	Kerala	1.00
10	Madhya Pradesh / Chhattisgarh	66.20
11	Maharashtra	48.55
12	Manipur	12.62
13	Meghalaya	9.37
14	Mizoram	4.07
15	Nagaland	8.40
16	Orissa	18.88
17	Punjab	1.06
18	Rajasthan	56.88
19	Sikkim	2.13
20	Tamil Nadu	17.95
21	Tripura	1.28
22	Uttar Pradesh / Uttranchal	12.14
23	West Bengal	2.58
	<b>Grande Total</b>	<b>400.37</b>

Fonte: Adaptado de Kureel, NOVOD Board, (RASHTRAPATI, 2006).

## 6.3 ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO Á NÍVEL DE NICHOS

### 6.3.1 Descrição dos projetos

#### 1. Conselho Nacional de Desenvolvimento de Óleos Vegetais e Oleaginosas (NOVOD).

Entre as várias plantas oleaginosas (TBO), como óleo palma, *neem* (*Azadirachta indica*), karanja (*Pongamia pinnata*), jojoba (*Simmondsia chinensis*) e outras, que podem ser cultivadas e estabelecidas em terras degradadas e em variadas condições agro-climáticas, *Jatropha curcas* L. foi identificada como a mais adequada para produção de biodiesel a partir de diversas características. O cultivo da *Jatropha* é possível sob condições estressantes e o óleo destas espécies com várias características são mais adequadas para a produção de biodiesel. Para explorar o potencial de espécies arbóreas oleaginosas, incluindo

J. curcas, o Conselho NOVOD iniciou um Projeto Setor Central visando plantio de 400,000 hectares de *Jatropha* em todo o país com os seguintes objetivos: a) aumentar o rendimento de plantas *Jatropha* usando bom material para plantio; b) selecionar variedades / linhagens que têm mais conteúdo de sementes; e c) desenvolver técnicas de processamento que resultem na valorização máxima de óleo retirado de sementes. À diretoria foi confiada a responsabilidade modal e logística para o desenvolvimento integrado de óleo das sementes de oleaginosas com foco na geração de emprego rural através da exploração do potencial existente e aumentar o potencial futuro. Para alcançar os objetivos acima referidos, o Projeto Setor Central "desenvolvimento integrado de árvores oleaginosas" inclui os seguintes programas: programas de investigação e desenvolvimento; viveiros de criação de TBOs; programa de crédito para finalização das mudas; programa de subvenção direta; modelo de plantação com material de plantio de qualidade superior; criação de pré-processamento e transformação; estabelecimento de aquisição de sementes e extração de óleo; desenvolvimento de unidades piloto de trans-esterificação e transferência de tecnologia.

## **2. Produção de biodiesel da *Jatropha* em Tamil Nadu**

Governo de Tamil Nadu anunciou culturas alternativas para o Estado de Tamil Nadu, em face a sucessivos anos de seca e uso reduzido de água para cultivo. O Governo Estadual tem prometido culturas menos intensivas em água como *Jatropha*, sorgo doce e açúcar de beterraba para utilização na produção de etanol e biodiesel. O Departamento Florestal do Estado (Colégio Florestal e Instituto de Pesquisa, TNAU) tem estabelecido lotes modelo de demonstração da *Jatropha*, onde várias partes interessadas (*stakeholders*), incluindo os agricultores podem aprender, e que possam implementar práticas de produção em seus campos. O Governo de Tamil Nadu tem, também, anunciado expressão de interesse por parte de agentes no Estado. Duzentas e setenta e uma (271) empresas, setores empresariais e ONG manifestaram o seu interesse.

### **3. Programa de desenvolvimento de biocombustível de Chhattisgarh**

Chhattisgarh é um entre os nove estados potenciais identificados pelo Governo da Índia (GI), para o desenvolvimento de programa integrado de biocombustíveis. O governo estadual lançou ambicioso programa de biocombustível chamado "Chhattisgarh Biocombustíveis Desenvolvimento Authority (CBDA)", em 2005, para promoção do programa de biocombustíveis estado, para atender suas necessidades energéticas, proporcionar oportunidades de emprego, reduzir a pobreza e recuperar as terras abandonadas. Em consonância com a "Missão Nacional sobre Biodiesel", o Governo Estadual de Chhattisgarh tem um ambicioso e exaustivo programa de plantação de *Jatropha* em um milhão de hectares de terras abandonadas até o final do próximo plano (2012). Isso inclui terras de pousio dos agricultores, terras de floresta e áreas abandonadas do governo. O governo estadual iniciou a promoção de cultivo em grande escala de *Jatropha* através de diferentes programas de desenvolvimento rural e bacias hidrográficas. Para incentivar os empresários, o governo estadual tem, também, praticado políticas de concessão de terras para as empresas registradas a base leasing, locação ou arrendamento. Mais de 90 casos foram verificados na concessão de terras. O governo estadual. Também está oferecendo incentivos e facilidades para criação de unidades de transformação de biodiesel. O preço do petróleo do óleo de *Jatropha* está fixado em 18 *rupees* por litro. Para promover o programa de biocombustíveis, Autoridade Desenvolvimento Biocombustível Chhattisgarh (CBDA), declarou o monitoramento centralizado a todas as atividades relacionadas com plantios e unidades de transformação. Isto está encorajando viveiros governamentais e privados para desenvolver material de plantação de *Jatropha* em grande escala.

### **4. Cultivo da *Jatropha* no distrito de Udaipur em Rajasthan**

A plantação consiste de campos de *Jatropha* em áreas de terra anteriormente degradadas situadas em Udaipur distrito de Rajasthan. Trata-se de um estudo que foi realizado pela Meena e Sharma (2006) com o objetivo de identificar as várias restrições percebidas por agricultores na adoção de práticas recomendadas para cultivo de *Jatropha*. O distrito de Udaipur foi escolhido propositalmente uma vez que a *Jatropha* é cultivada por um grande número de

agricultores. O distrito é constituído de 11 conselhos de *panchayats*, das quais duas foram selecionadas com base no número máximo de cultivadores da *Jatropha*. As cinco aldeias com o maior número de agricultores *Jatropha* foram selecionados depois de cada *panchayat* ser identificado. Ao todo, dez aldeias foram levadas para o estudo. Os dados foram recolhidos por um pesquisador, contando com uma ajuda bem preparada de uma estrutura de entrevista estruturada, empregando contato pessoal. Posteriormente, os dados foram tabulados e interpretados à luz do objetivo do estudo.

### **6.3.2 Sistema Sócio-Tecnológico de Nicho**

#### **6.3.2.1 Formação de Rede de Atores**

A rede de atores no estágio de cultivo tem se expandido muito rapidamente à medida que mais e mais *stakeholders* (partes interessadas), incluindo os agricultores estão começando plantar *Jatropha*, com a expectativa de melhorar os seus meios de subsistência e de obter grandes lucros, bem como, devido ao amplo apoio governamental que tem atraído substancial interesse comercial. A rede de atores é bastante diversificada, uma vez que há participação de ONGs, agricultores privados, grupos de agricultores, grandes agricultores individuais, empresas privadas, assim como organizações de pesquisa.

De acordo com estimativa do Ministério do Desenvolvimento Rural, já existem entre 500,000 e 600,000 hectares de *Jatropha* crescendo em todo o país. Isso está ocorrendo principalmente porque plantações de *Jatropha* em grande escala estão gerando oportunidades de emprego para as pessoas pobres através de atividades como a semeadura (viveiros), plantio, irrigação, capina, acompanhamento, colheita e outros. E uma vez que estas tarefas não são temporárias, mas sim constantes, que podem proporcionar oportunidades de emprego em longo prazo. Agricultores de *Jatropha* também podem vender suas sementes para indústrias de biocombustível, empresas multinacionais como a "D1

Óleos – uma empresa produtora de biodiesel estabelecida no Reino Unido que garante a aquisição das sementes ao preço prescrito pelo Estado”. A empresa é a maior cultivadora de biodiesel comercial do mundo, responsável por cerca de 81,000 ha de *Jatropha* em Chhattisgarh e no sul do estado de Tamil Nadu.

O estado de Chhattisgarh, que tem o mais bem desenvolvido programa de biodiesel no país, tem 380 milhões de mudas de *Jatropha* mudas distribuídas aos agricultores, gratuitamente, ao longo dos últimos 3 anos, o suficiente para cobrir 150,000 hectares com a *Jatropha*. O fornecimento de mudas de *Jatropha* foram colocadas em viveiros/fazendas pertencentes ao Departamento Florestal, Departamento de Agricultura, Corporação de Desenvolvimento Florestal, Agência de Energia Renovável do Estado de Chhattisgarh (CREDA) e Universidade da Agricultura, que eventualmente essas mudas de *Jatropha* são distribuídas para plantio em terras não usada ou pobres pertencentes a agricultores do Estado.

Existem cerca de 18.000 ha de *Jatropha* sob cultivo em Tamil Nadu e muitas áreas são irrigadas. A rede de atores é composta de agentes heterogêneos como as empresas privadas, ONGs, indústria de máquinas maquinaria e departamento florestal do estado. Para avaliar rapidamente o projeto com uma qualidade do material plantado, uma equipe composta do Diretor Chefe Conservador de Florestas Shri JC Kala, acompanhado pelo Dr. M. Paramathma, professor e chefe do Departamento de Tree Breeding, Colégio Instituto de Pesquisa Florestal, TNAU, Mettupalayam e Shri S. Kalyanasundaram, Diretor da Divisão Florestal, Chengalpattu, visitou Zimbábue, Tanzânia e África do Sul para a avaliação e aquisição de sementes de *Jatropha* de qualidade. A equipe identificou fontes de boa qualidade e foi recolhido 275kg de sementes de *Jatropha* Zimbábue para estabelecimento em aldeias de Tamil Nadu.

O Departamento Agrícola do Estado, Governo de Tamil Nadu, também recebeu ajuda financeira do Conselho NOVOD para implantar o modelo de plantação de *Jatropha* em 300 hectares em fazendas do estado e outros 300 hectares subordinado ao projeto de desenvolvimento de terras degradadas.

Até o presente momento, existem cerca de 18 empresas que foram concedidas permissões para cultivar *Jatropha* e o Governo dará assistência para a produção agrícola através de contrato.

Riverway Produtos Agro (P) Ltd., Tirunelveli tem plantados 250 hectares de *Jatropha* no Distrito de Tuticorin. Renulakshmi Agro-indústrias Limited também estabeleceu contrato agrícola de 250ha de *Jatropha* e abriu uma unidade de esmagamento com capacidade de 3 toneladas por dia. A empresa está adquirindo sementes de *Jatropha* de Coimbatore, Erode e Theni dos distritos de Tamil Nadu collections wild e fornecimento de óleo para Railways Southern em Chennai.

Bannariamman Açúcares e Indústrias Shiva Distilleries Limitada plantaram 630 ha de *Jatropha* em áreas de *Windmill* e as sementes/mudas foram fornecidas pelo Instituto de Pesquisa e Colégio Floretal, Mettupalayam. Observa-se que a produtividade de *Jatropha curcas* não é economicamente muito vantajosa para os agricultores, devido à menor produtividade e não disponibilidade de material de embalagem de qualidade para plantação. Assim, torna-se necessário fazer esforços em todo o País para melhorar a produtividade e desenvolvimento de acondicionamento em locais específicos.

Para encaminhar as diversas matérias pesquisáveis, uma rede nacional sobre *Jatropha* foi iniciada pelo Conselho NOVOD durante 2003-2004 com os seguintes objetivos: seleção de material de plantação superior; padronização de técnicas de propagação (incluindo micro e macro propagação); padronizar técnicas agro; estabelecimento de plantações modelo; melhoria das árvores; desintoxicação de farinha das sementes; desenvolvimento de pré-processamento e equipamentos de transformação e fornecimento de treinamento para os agricultores.

A Rede Nacional é constituída por uma equipa de cientistas de diversas instituições como a ICAR, CSIR, ICFRE, Universidades Agrícolas Estaduais e Ministério da Agricultura, para encaminhar a pesquisa acima relatada. O projeto foi lançado durante 2004-2005, em 35 instituições que abrange 23 estados do país.

O programa está sendo implementado no modo de parcerias com empresários e agricultores, fornecendo 30% de subsídio ligado com 50% de crédito de instituições financeiras e 20% de ações beneficiárias a serem monetizadas sob a forma de terra, trabalho, facilidades de irrigação etc No âmbito deste programa, 30% de subsídio será, também, fornecido diretamente ao beneficiário, que está disposta a utilizar 50% de fundos de recursos próprios.

### 6.3.2.2 Processos de Aprendizagem

Existem muitos processos de aprendizagem nesta parte da cadeia, principalmente no que diz respeito à forma como a *Jatropha* deve ser plantada e gerenciada (por exemplo, no que diz respeito à rega, consorciação e pragas), mas também em relação a aceitação do usuário. Há também, um alto nível de processos de aprendizagem, como alguns agricultores começaram a realizar experimentos sistemáticos para reunir conhecimento em relação ao cultivo *Jatropha*.

Outras partes interessadas como as empresas privadas, assim como instituições de pesquisa estão ganhando cada vez mais especialização no cultivo da *Jatropha* através de programas de desenvolvimento integrado. A agentes da cadeia produtiva da *Jatropha* estão começando a construir as rotinas de aprendizagem através do processo de tentativa e erro (aprender a aprender). Por outro lado, existem algumas dificuldades e desafios que muitos agricultores enfrentam devido à falta de conhecimento, mas é cada vez mais claro que as lacunas estão sendo preenchidas na medida em que mais pesquisas têm sido feitas.

Autoridade de Desenvolvimento de Biocombustíveis Chhattisgarh (CBDA) tem incentivado a plantação *Jatropha* em terras não utilizados dos agricultores, fornecendo mudas de *Jatropha* livres de custo ou preço convidativo e simultaneamente convidando investimentos privados para plantação de *Jatropha* em terras Governamentais, além da criação de unidades de transformação biodiesel. Várias conquistas alcançadas até agora, são apresentadas de maneira resumida a seguir:

- Foram levantados 60 milhões de mudas de *Jatropha* em viveiros de diferentes departamentos a serem plantadas em cerca de 24,000 ha de terras pobres e degradadas pertencentes a agricultores e também a terras estéreis governamentais durante o ano de 2005;
- Durante o ano 2005-06, foi organizado 95 treinamentos à agricultor para cultivo de *Jatropha*;

- Mais de 200 shows foram organizados em áreas rurais para sensibilizar os agricultores sobre as vantagens do programa de biocombustível.

A empresa D1 Oils está trabalhando no desenvolvimento de variedades de *Jatropha* de alto rendimento, com a maior parte do seu trabalho de reprodução está centrado na (centro de pesquisa e diversidade da *Jatropha*. Henk Joos, diretor de botânica e agronomia da D1 Oils, destaca que a certeza de rendimentos e as técnicas necessárias para alcançá-los em larga escala ainda precisa de muito mais pesquisa, uma vez que atualmente variam muito as estimativas de rendimento da *Jatropha*. De acordo com estimativas da Comissão de Planejamento da Índia, a *Jatropha* produz cerca de 1,300 litros de óleo por hectare, mas este valor varia dependendo da fertilidade do solo e pluviosidade/irrigação (Tabela 8). Pesquisa de campo é o foco principal das operações da Óleos D1 na Índia, em que a empresa está testando um número de variedades de *Jatropha* para ver quais crescem melhor em várias zonas climáticas indiana. Até o momento, a empresa alega ter investido mais de 3 milhões de libras (E.U. \$ 6 milhões) na ciência da planta e financiando sua quota-parte da plantação através *joint ventures* (NATURE, 2007).

**Tabela 8 - Comparação das matérias primas do biodiesel**

<b>Fonte de biodiesel</b>	<b>Litros de óleo / hectare</b>
Óleo de palma	2,400
<b>Jatropha*</b>	1,300
Colza/canola	1,100
Girassol	690
Soja	400

Fonte: United Nations Development Programme / World Bank (2007).

**Nota:**

\* Indian Planning Commission

No que diz respeito à situação do biodiesel de *Jatropha* em Tamil Nadu, Bannariamman Açúcares e Shiva Distilleries Industries Limited, conduzem dias de campo para popularizar a *Jatropha* entre os agricultores. Três Ministros de Estado, Vice-Chanceler, TNAU e os cientistas de universidades, entidades empresariais e comunidades agrícolas tem atendido a função. Os dias de campo foram bem recebidos por respostas esmagadoras dos agricultores.

Em relação ao projeto de cultivo da *Jatropha* no distrito Udaipur, Rajasthan, as limitações enfrentadas pelos agricultores na adoção de tecnologias recomendadas para cultivo de *Jatropha* foram:

- Falta de orientação técnica e informação;
- Inadequadas facilidades treinamento para a aquisição de competências / habilidades sobre tecnologia de cultivo da *Jatropha*;
- A falta de calendário adequado para plantação;
- Longo período de gestação da *Jatropha*;
- Adversidade edafoclimática para a sobrevivência das plantas;
- A falta de conhecimentos científicos sobre o cultivo de *Jatropha*;
- A falta de consciência do valor econômico das sementes *Jatropha*.

Os tipos de restrições no fornecimento de serviços pelos agricultores incluem:

- Não disponibilidade de variedades melhoradas de *Jatropha*;
- Falta de equipamentos para irrigação das mudas;
- Falta de chuvas para plantio direto;
- Não disponibilidade de esterco/adubo orgânica, fertilizante e produtos químicos fitofarmacêuticos para elevar a produção nos viveiros;
- Trabalho insuficiente durante o período de temporada;
- Alto custo de insumos necessários para *Jatropha*;
- Não disponibilidade de plantas no momento para casualmente substituir as plantas;
- Falta de terras sob cultivo *Jatropha*;
- A falta de facilidades de financiamento.

As restrições percebidas pelos agricultores incluem:

- Não disponibilidade de terras para aumentar os viveiros;
- Condições do solo extremamente degradadas em locais de plantação;
- Alta mortalidade no primeiro ano;
- Falta de facilidades de marketing para venda de produtos;
- Ausência de alguma política de aquisição pelo governo;
- Menor preço de *Jatropha* produzir no mercado;
- Não disponibilidade unidades de extração de petróleo na zona;
- Falta de conscientização do valor medicinal de *Jatropha*;
- Falta de agências de motivação na área.

O estudo concluiu que, entre todas as limitações enfrentadas pelos agricultores quando adotam as recomendações tecnológicas para cultivo da *Jatropha*, as principais foram: falta de orientação técnica e informação, não disponibilidade de variedades melhoradas de sementes de *Jatropha* sementes e falta de facilidade de marketing para venda da produção.

Segundo o conselho NOVOD, o resumo dos achados das pesquisas da Rede Nacional *Jatropha* foram: pesquisa e coleta de material de plantação superior (sementes / corte) de diferentes zonas agro-climáticas onde foram realizadas cerca de 726 *Jatropha* curcas árvores foram identificadas como material promissor para multiplicação. Vários experimentos na identificação de árvores de *J. curcas* árvores tem sido executado por 19 instituições (Quadro 3).

N.	Nome do Instituto de Pesquisa	Plantio das sementes	Estabelecimento dos experimentos progênitos
1	CSFER, Allahabad	Viveiros	August-2005 2 x 2 m
2	MPKV, Rahuri	Plantadas 10.000 mudas no viveiro	Ensaio com 37 entradas durante Agosto-2005 3 x 3 m
3	RAU, Sikar	-	Estabelecido em Agosto-2005
4	ICAR,R.C.NEH, Nagaland	Sementes plantadas em viveiros	Experimentos com 20 progênie
5	ICAR, R.C.NEH, Tripura	Sementes plantadas em poli-malas	Ensaio de 2 x 2 m
6	ICAR, R.C.NEH, Meghalaya	-	-
7	SFRI, Jabalpur	Sementes plantadas em viveiros	Julho-2005
8	TFRI, Jabalpur	Plantadas 8.000 mudas em viveiros	Experimentos com 20 progênie durante Agosto-2005, 1.200 plantas com 3 x 3 m
9	PDKV, Akola	Mudas que seriam plantadas entre Março-Abril, 2006	Plano proposto para 2006-07 que ainda não estava pronto
10	SDAU, S.K.Nagar, Gujarat	Sementes plantadas durante 2004	Mudas estabelecidas durante Julho-2005 com 20 tipos de genes com 3 x 3 m
11	NRCF, Jhansi	10.000 mudas plantadas em 4 ha	-
12	MPUA andT, Udaipur	10.000 mudas (4 ha)	2004 com 20 genotipos
13	CCS, HAU, Bawal	-	Experimento com 20 entradas durante 27 Julho-2005 com 3 x 3 m
14	CSK, H.P.K.V. Palampur (2005)	20.000 mudas	Ensaio com 20 entradas e 50 genotipos com 3 x 3 m
15	BCKV, Nadia, W.B. (2005)	5.000 sementes	Estabelecimento de ensaios de progenies a se realizarem em Julho 2006
16	NAU, Navsari, Gujarat (2005)	-	Experimentos de progênie estabelecidos com 22 acessões
17	RAU, Bikaner, Rajasthan (2005)	Ensaio iniciados em Julho-2005	Dados de germinação das sementes assinalados até Novembro-2005. As plantas estavam completamente danificadas por causa da geada de Janeiro-2006
18	GBPUAandT, Pantnagar	Mudas plantada em viveiros	20 entradas em Julho-2005 com espaço 3 x 3 m
19	SKUAandT, Jammu	-	Experimentos realizados durante Julho-Agosto 2005 com 23 genotipos

**Quadro 3 - Experimentos Progênitos da *Jatropha curcas***

Fonte: Adaptado de Kureel, NOVOD Board, (RASHTRAPATI, 2006).

Durante 2005-06, 513 amostras de sementes foram analisadas em termos de conteúdo de óleo e 305 tem sido preservadas em cryo-NBPGR. Ensaios Agro-silvícolas foram realizados em locais diferentes para avaliar a viabilidade econômica do cultivo *Jatropha* com outras plantas, como culturas leguminosas como *cowpeas*, *chickpeas* e *moong*. Podas experimentais também foram conduzidas.

Programas de hibridação para desenvolver material de qualidade para plantio de *Jatropha* e propagação de massa foram desenvolvidas, tais como: tecido cultural através do desenvolvimento de um eficiente protocolo para multiplicação *in vitro*; propagação através de estacas e sementes, bem como estudos sobre a viabilidade de sementes e tempo de semeadura. As Universidades Agrícolas do Estado e outras instituições da ICAR, CSIR, ICFRE trabalhando na Rede Nacional da Câmara / Conselho NOVOD tem preparado pacotes de práticas de cultivo *Jatropha* baseadas em ensaios nacionais e regionais.

Os esforços para criação de uma plantação modelo está sendo feito para cumprir a exigência de qualidade de material para plantação para empreendimentos em grande escala no país. Essas plantações modelo foram realizadas através plantação com material genético de qualidade durante 2004-05 e 2005-06 em Universidades Agrícolas no Estado e Central, ICAR, CSIR, ICFRE instituições e Agricultores de Sementes do Governo Estadual. Tais plantações foram realizadas em cerca de 10.000 hectares em 21 estados (Tabela 9).

**Tabela 9 - Modelo de Plantação implementado pelo NOVOD**

<b>N.</b>	<b>Nome do estado</b>	<b>Plantação da Jatropha (ha)</b>
1	A.P.	260
2	Bihar	110
3	Chhattisgarh	650
4	Delhi	665
5	Gujarat	1140
6	Goa	10
7	Haryana	520
8	Jharkhand	200
9	Karnataka	120
10	Kerala	50
11	Manipur	200
12	Mizoram	300
13	Meghalaya	200
14	Maharashtra	1310
15	M.P.	845
16	Nagaland	240
17	Rajasthan	715
18	Tamil Nadu	960
19	U.P.	633
20	Uttranchal	650
21	West Bengal	100
	Total	9.878

Fonte: Adaptado de Kureel, NOVOD Board, (RASHTRAPATI, 2006).

Estabelecimento de programas de jardins de TBOs foi iniciado para criar a consciência acerca plantas oleaginosas (TBOs), seu potencial e usos em cidades urbanas, sub-urbanas e metropolitanas. TBOs como jardins de Jatropha, Karanja, Wild abricó e Neem, foram criadas em 11 estados (Chhattisgarh, Haryana, Jharkhand, JandK, Karnataka, MP, Mizoram, Meghalaya, Maharashtra, Nagaland e Uttranchal), cobrem uma área de 126ha.

A fim de gerar conscientização em massa sobre a utilidade de TBOS em diversas indústrias, bem como para a produção de biodiesel do país, como os programas de formação dos agricultores, treinamento de formadores, e seminário ou workshop foram organizadas no âmbito do Programa de Transferência de Tecnologia.

Para aumentar a aquisição de sementes de qualidade de diversas TBOs, é importante para criar infra-estrutura para movimentação e armazenagem de TBOs, que serão equipadas com instalações de pré-tratamento de sementes como secadores, despoldado, limpa, medidor de umidade digital, máquina de pesagem digital e armazenagem de sementes. Além disso, ele vai manter a qualidade das sementes coletadas, evitando a deterioração das sementes devido

à prolongada armazenagem em centros não equipados e para gerar de preços remunerativos para colecionadores de sementes. Os centros públicos estão sendo estabelecidos com cinco sub-centros nas zonas circundantes.

### 6.3.2.3 Expectativas dos Atores

As expectativas dos atores envolvidos no cultivo de *Jatropha* são predominantemente altas e positivas, e, em alguns casos aumentar ainda mais em resposta às produções que acabou por ser superior ao esperado. De acordo com a Missão Nacional da Índia sobre biocombustível, o projeto de uma ampla cultura de *Jatropha* em terras abandonadas em todo o país é constituído por duas fases. A primeira fase da missão objetiva cultivar 400,000 hectares de *Jatropha* em terras públicas em grande parte da Índia. O Ministério do Desenvolvimento Rural, que é responsável pela coordenação da missão nacional sobre biocombustíveis, quando ela for aprovada, estima-se que já existem entre 500.000 e 600.000 ha de *Jatropha* crescendo em todo o país. Como a primeira fase vai de acordo com o plano, o governo central da Índia vai iniciar a segunda fase da missão, com o objetivo de plantar um total de 12 milhões de hectares da planta e privatização da produção de biodiesel *Jatropha*.

Contudo, a experiência com a cultura ainda está na sua fase embrionária de pesquisa para a estabilizar as expectativas, ou para permitir conclusões muito específicas porque vai levar tempo (aproximadamente 5 anos, a partir de agora) antes de se chegar a dados científicos reais sobre para base de uma indústria. Segundo Gosh "não nos devemos deixar levar nem pelos falatórios e nem nos desesperarmos caso os primeiros resultados do cultivo da *Jatropha* não forem de acordo com as nossas expectativas. O futuro dependerá da forma como cientificamente e seriamente perseguirmos nossos objetivos" (NATURE, 2007).

As expectativas positivas são baseadas em previsões de um grande mercado para os biocombustíveis. Em caso de que este mercado (para biodiesel da *Jatropha*) transforma-se em menos rentável do que os preços, antecipadamente, previsto pelos agricultores. Um indicativo de análise econômica

do sistema de produção apresenta uma panorâmica sobre o potencial para estabelecer plantações de *Jatropha curcas* em terras abandonadas em grande escala de produção de biodiesel. As estimativas são baseadas na produtividade das plantações em terras degradadas e inutilizáveis com solos pobres.

De acordo com Francis et al. (2005), tais terras não tem custo de oportunidade neste momento, uma vez que não podem ser utilizados para outros fins agrícolas. As estimativas são apresentadas nos quadros 4 e 5.

Item	Valor	Observações
Total de plantas da <i>Jatropha</i> por ha	1.200	Espaço ocupado por cada planta: 2,9 m x 2,9 m
Produtividade anual das sementes secas por planta (kg)	1,5 kg	Com mínimo de insumos a partir do quinto ano em diante
Produtividade total por ha a partir do quinto ano em diante	1.800 kg	444 kg no ano 1; 1.111 kg, ano 2; 1.333 kg, ano 3; e 1.556 kg no ano 4
Preço das sementes secas por kg (US\$)	US\$0,11	
Preço total de venda por ha por ano (US\$)	US\$198	
Renda (US\$) adicional da consorciação de vegetais a partir do quinto ano	US\$ 109	US\$43 e US\$65 durante o 3 e 4 ano
Geração de emprego por ha		200 pessoas dia durante primeiro ano e 50 pessoas dia após 29 anos
Custo de estabelecimento por ha (US\$)		US\$435 durante ano 1
Mautenção por ha (US\$)		US\$109 por ano a partir do ano 2 durante 29 anos
Custo de mão de obra não qualificada (US\$)		US\$261 durante ano 1 e US\$65 nos 29 anos seguintes
Valor presente do custo de co ciclo de vida /ha (US\$)	US\$1.459	
Valor presente dos retornos /ha (US\$)	US\$2.313	
Valor presente líquido (US\$)	US\$853	Assumindo juros de 10%
Retorno (%)	21,8	Razão de retorno no qual valor present líquido é zero

**Quadro 4 - Análise indicativa de custo-benefício das plantações da *Jatropha* durante um período produtivo de 30 anos<sup>1</sup>.**

Fonte: Adaptado de Francis et al. (2005).

Item	Valor	Observações
Custo da indústria de um litro de biodeisel (US\$)	0,53	US\$0,53 preço de venda por litro
Subproduto glicerol (US\$)	0,08	(0,095 por litro de biodiesel, US\$0,08 por litro)
Subproduto torta da <i>Jatropha</i> (US\$)	0,05	(2,1 kg por litro de biodiesel a US\$0,05 por kg)
Custo líquido por litro de biodiesel (US\$)	0,40	(0,53-0,08-0,05)

**Quadro 5 - Preço final de venda do biodiesel após inclusão dos retornos da venda dos subprodutos**

Fonte: Adaptado de Francis et al. (2005).

<sup>1</sup> Valores assumidos baseados nas condições de cultivo das terras marginais na Índia.

O preço de \$US 0,53 por litro de biodiesel de *Jatropha*, apresentado no quadro 12 podem ser comparados com o preço na Alemanha para um litro de biodiesel a partir de colza, em 2005, de € 0,55 no portão da empresa (€ 95,9 centavos a 1, 13 atualmente). Vale a pena mencionar que o cultivo de colza é substancialmente subsidiado na Alemanha. Embora a estimativa de preço do biodiesel de *Jatropha* \$US 0,53 é um pouco elevado, esse preço deve ser ponderado contra a infertilidade das terras e a ausência de qualquer tipo de subsídios para os agricultores durante o plantio, para efeitos deste cálculo.

Os lucros da venda de subprodutos, como o glicerol para usos industriais e bolo de sementes como adubo ou alimento animal, podem trazer lucros adicionais para os produtores e, assim, diminuir o preço de venda do biodiesel de *Jatropha* para um valor estimado E.U. \$ 0,40 por litro (ver Quadro 5). A Índia, provavelmente, requerer cerca de 5-6 milhões de toneladas de biodiesel em 2030, se 5% do diesel utilizado no transporte será substituído. Esta quantidade de biodiesel pode ser gerada a partir de 10 milhões de hectares de plantações de *Jatropha* na atual eficiência da transesterificação, assumindo que o volume de produção por hectare estimado no quadro 5 são atingidos (FRANCIS et al., 2005). Tabela 10 mostra uma análise indicativa de custo-benefício de grande escala na produção de biodiesel de *Jatropha*.

**Tabela 10 - Benefícios econômicos da produção de biodiesel da *Jatropha* cultivado em terras degradadas na Índia<sup>a</sup>**

	Ano		
	2010	2020	2030
Terra degradada por ser cultivada Wasteland (milhão ha)	0,4	2	10
Produção de biodiesel (milhão ton/ano) <sup>b</sup>	0,20	1,01	5,07
Poupança de divisas através da substituição do combustível (milhão US\$/ano) <sup>c</sup>	67	334	1.672
Geração de emprego (pessoas-dia) <sup>d</sup>	200.000	1.000.000	5.000.000
Redução da emissão de CO <sub>2</sub> pela utilização do biodiesel produzido (milhão ton/ano) <sup>e</sup>	0,5	2,7	13,4
Sequestro de CO <sub>2</sub> (milhão ton/ano) <sup>f</sup>	0,9	4,6	22,9
Possível renda do comércio de CO <sub>2</sub> (M US\$) <sup>g</sup>	14,5	72,5	362,5

Fonte: Adaptado de Francis et al. (2005).

**Notas:**

- <sup>a</sup> Assumindo que as tendências de produção não mudem.  
<sup>b</sup> Assumindo a produção de 583 litros por ha por ano.  
<sup>c</sup> Assumindo um preço médio internacional de US\$45/barril de óleo bruto. Contudo o preço atual (2007-08) do óleo bruto oscila entre US\$90-100/barril.  
<sup>d</sup> Assumindo emprego médio de uma pessoa para dois ha.  
<sup>e</sup> Assumindo que o uso final do biodiesel reduz o ciclo de vida da emissão do CO<sub>2</sub> até 85% comparado ao uso do diesel derivado do petróleo e uma produção de 2,7 kg de CO<sub>2</sub> por litro de diesel e uma densidade de 0,87 para o diesel.  
<sup>f</sup> Exceto as sementes com média de 2,5 mil ton de aumento de biomassa por ha por ano contendo 25% C seqüestra 3,66 mil ton de CO<sub>2</sub> por mil ton de C.  
<sup>g</sup> Calculando o valor médio do Mercado de US\$10 por ton de CO<sub>2</sub> no mercado internacional de carbono.

As diferenças nos valores que são devidos aos diferentes tipos de investimentos iniciais em função do nível (de pequena escala ou de grande escala) de cultivo de *Jatropha* para produção de biodiesel. Estabelecendo investimentos vinculados a plantação, custos e algum tempo para amadurecer. Outra diferença está na forma como é gerida a plantação de *Jatropha*, que, para efeitos desses cálculos, não foi incluído. Assim como o aumento do preço e qualidade das terras abandonadas valorizadas abandono, a redução da poluição do ar resultante do uso do biodiesel, e outros benefícios sócio-econômicos relacionados com a economia local não foram integrados nestes cálculos. No entanto, é importante mencionar que o biodiesel da *Jatropha* está gerando emprego para os trabalhadores menos qualificados em grande parte rendimento em dinheiro e renda em áreas rurais remotas (RASHTRAPATI, 2006; FRANCIS et al., 2005).

## 7 NORMAS DE CERTIFICAÇÃO PARA CULTIVO DA JATROPHA EM LARGA ESCALA VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Um pré-requisito para o desenvolvimento sustentável de produção em grande escala e o comércio de biomassa (*bio-trade*) é que a produção e o comércio devem ser benéficos no que diz respeito ao bem-estar social das pessoas, do ecossistema (planeta) e da economia (lucro) (SMEETS et al., 2005). O comércio internacional de biocombustíveis e seus *feedstocks*/matérias-primas podem oferecer oportunidades *win-win* para todos os países: para vários países importadores esta é uma pré-condição para alcance de suas metas impostas de misturas de biocombustíveis, enquanto que para os países exportadores, especialmente os pequenos e médios países em desenvolvimento, são necessários mercados de exportação para iniciar as suas indústrias.

Com o aumento considerável nas expectativas de *feedstock* e biocombustíveis, a produção sustentável torna-se atualmente um conceito-chave a ser considerado como uma possível norma exigida para o acesso ao mercado, por exemplo, o primeiro projeto de biocombustíveis da Directiva da União Europeia (ZARRILLI, 2006; CE, 2006). Estabelecimento de normas e sistemas de certificação são estratégias possíveis que podem ajudar a garantir que os biocombustíveis serão produzidos de forma sustentável. Recentemente, os políticos, cientistas e outros têm reconhecido estes aspectos.

Segundo Lewandowski e Faaij (2005), a certificação é um processo em que uma terceira parte independente avalia a qualidade da gestão em relação a um conjunto de requisitos predefinido (padrões). Estes são na sua maioria formulados como critérios que têm de ser cumpridos para a certificação de um produto ou um processo de produção. Para utilizar critérios para a elaboração de um sistema de certificação eles devem ser operacionais e mensuráveis. Para esse efeito, são utilizados indicadores e verificadores.

Uma vez que o objetivo deste estudo é de discutir as implicações do cultivo da *Jatropha* em larga escala orientada para a exportação de biocombustíveis, bem como as abordagens que possam garantir que a produção de biodiesel da *Jatropha* seja feita de forma ambientalmente, socialmente e economicamente

aceitável pelo potencial do mercado internacional, entretanto existem algumas preocupações relacionadas com o cultivo da *Jatropha* em grande extensão, que devem ser consideradas.

Existem boas razões pelas quais precisamos de certificação dos biocombustíveis. As preocupações relacionadas com a produção de biomassa dizem respeito ao risco de aumento da procura de biocombustíveis vai levar ao cultivo de terras não cultivadas anteriormente. Isto poderia incluir terrenos com elevado valor ambiental ou elevado nível de armazenagem de carbono. A biomassa pode ser produzida de forma insustentável, quer pela colheita de madeira ou de floresta tropical por transformar florestas em terras agrícolas. Por exemplo, na Bolívia mais de 100.000 hectares de floresta natural apuradas anualmente são substituídas por exportações de soja produção (KAIMOWITZ e THIELE, 1999).

A biomassa pode também ser considerada insustentável quando se trata de métodos de produção agrícola com impactos ambientais negativos. Geralmente os produtos agrícolas voltados para exportação são muitas vezes produzidos com elevada aplicação de fertilizantes e pesticidas devido ao desejo de elevada produtividade e renda, ou alta qualidade desejada que estes deverão satisfazer.

O comércio de biocombustível pode originar efeitos negativos de modo que para Lewandowski e Faaij (2005), esses efeitos podem ser definidos como atividades induzidas por mudanças no uso da terra que ocorrem fora da área em que ela ocorre. Também poderiam ser responsáveis pelo impactos indesejados de atividades de uma área de produção de biomassa para outra área na qual ela poderá causar efeitos negativos ao meio-ambiente.

O efeito líquido é que os benefícios de carbono adquiridos em um único local são parcialmente perdidos ou vaza para outro local (VAN VLIET, 2002). Pode haver outros casos em que o cultivo de fontes energéticas para os biocombustíveis poderiam comprometer as suas vantagens ambientais. Por exemplo, existem casos de alguns acordos contratuais com os agricultores em trabalhando sob precárias condições de trabalho. Acredita-se que essas observações devem ser adequadamente reflectidas no sistemas de certificação.

Estruturas de poder no mercado dos biocombustíveis podem levar à injusta distribuição dos benefícios ao longo da cadeia de valor, onde poderá existir um risco de que o valor acrescentado no processo ocorrerá nos países importadores. Existe uma preocupação com a produção de *feedstock* que gera menos emprego e quanto a mudança de direito de propriedade onde grandes terras agrícolas tem probabilidade de estarem sob propriedade de investidores estrangeiros. Todos estes podem criar efeitos negativos nos países exportadores de biocombustíveis ao em vez disso o seu comércio de deverá melhorar a situação socioeconômica das regiões de produção de biomassa.

A produção das culturas de rendimento no sector agrícola pode substituir a produção de culturas alimentares. Portanto, a produção de culturas de exportação pode ter impactos negativos sobre o estado nutricional de uma região. O comércio de biocombustível poderia levar a uma escassez de comida de uma região ou a segurança energética no caso de latifundiários ganharem mais dinheiro a partir da venda de biomassa para a exportação do que da venda de alimento ou biomassa para o mercado local.

Sendo a água um recurso escasso em diversas regiões do mundo, a produção de culturas bioenergéticas pode causar forte pressão sobre os escassos recursos hídricos. Isto pode ser devido à retirada de água para a irrigação de culturas energéticas ou a crescente evapotranspiração nas terras onde são cultivadas lavouras para biocombustível. A produção da bioenergia poderia criar um desequilíbrio no abastecimento de água em zonas com problemas de água. Mas de acordo com as alegadas propriedades da *Jatropha*, esta situação é menos provável de ocorrer devido à sua adequação para produção do biodiesel baseada nas suas várias características: ela pode ser cultivada em terras marginais ou degradados, requer pouca água e fertilizantes ou têm alto teor energético. Entretanto o fato da *Jatropha* poder sobreviver às secas, não significa que elas possam crescer sem irrigação ou não será mais produtivo se receberem mais água.

É evidente que a produção de culturas energéticas de grande escala para exportação de biocombustíveis exige irrigação devido às economias de escala. No entanto, a quantidade de água ótima que a *Jatropha* precisa ainda é desconhecida (NATURE, 2007).

Há mais preocupações com os efeitos negativos do comércio de biocombustíveis além dos listados anteriormente. A formulação de critérios para o desenvolvimento sustentável de comércio de biocombustíveis poderia garantir que estas questões fossem abordadas e eventualmente, o desenvolvimento de sistemas de certificação poderá ser um passo importante para a implementação e controle de comércio sustentável de biocombustível.

As questões relativas aos biocombustíveis surgem durante as negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC) sobre produtos agrícolas e industriais, bem como quanto ao comércio de bens e serviços ambientais. Embora o comércio de *feedstocks* de biocombustíveis seja regido pelo Acordo sobre a Agricultura (AoA), a OMC até agora não tem qualquer regime específico para lidar com os biocombustíveis. Ainda não há consenso sobre a classificação dos biocombustíveis em relação ao desenvolvimento de sistemas de certificação para eles. Assim, as discussões relevantes aos biocombustíveis podem ser conduzidas a várias áreas, como propriedade intelectual sobre a transferência de tecnologia relacionada com o biocombustível; medidas de incentivo para os biocombustíveis (subsídios); e padrões técnicos, ambientais e sociais relativos à produção de biocombustíveis.

Portanto, um dos desafios fundamentais é o equilíbrio entre o desenvolvimento das normas que regem os biocombustíveis e seus mercados, onde por um lado, as regras fortes são necessárias para garantir a sustentabilidade ambiental e social, enquanto que por outro lado, os esforços são necessários para evitar protecionismo especialmente nos países ricos. Assim a liberalização do comércio de biocombustíveis e a tecnologia relacionada ao biocombustível é uma questão muito complexa que deve ser cuidadosamente estudada.

A existência de divergências sobre os padrões técnicos, ambientais e sociais e regulamentos para os biocombustíveis em diferentes países podem representar sérias restrições ao seu comércio. Para entrar em certos mercados especialmente mercados desenvolvidos onde os consumidores podem ser particularmente sensíveis a questões ambientais ou sociais, devem ser desenvolvidos sistemas de certificação de biocombustíveis que atestam a sua conformidade segundo os critérios estabelecidos.

Crítérios, princípios básicos e processos existentes de certificação de regimes internacionais e sistemas de indicadores para a agricultura e florestas abordando as questões de gestão dos recursos estão disponíveis (por exemplo, *Forest Stewardship Council* - certificação FSC; EUREPGAP; SAN), e em parte vem sendo utilizados no desenvolvimento do sistema de certificação de biomassa.

Com base na análise de Lewandowski e Faaij (2006) dos atuais sistemas de certificação, conjuntos de critérios e orientações quanto à gestão dos recursos e sustentabilidade ambiental ou social, buscou-se identificar alguns critérios ambientais que descrevem requisitos para o cultivo sustentável da *Jatropha* para produção de biocombustível orientada para exportação.

<b>Crítérios Ambientais de Sustentabilidade</b>	<b>Práticas agrônômicas de cultivo da <i>Jatropha</i></b>
Conservação da biodiversidade	Agrisilvicultura, consorciação de culturas.
Conservação e melhoramento do solo	Plantio em diferentes regiões (condições climáticas), técnicas de propagação.
Preservação dos eco-sistemas existentes	Pacotes de práticas de produção adequadas de acordo com localização geográfica específica, método de multiplicação da semente, condições do solo, proteção da planta e gestão de colheita.
Conservação do lençol de água	Gerenciamento dos nutrientes conforme as condições edafo-climáticas da região
Combate à desertificação, seca e desmatamento.	Plantio da <i>Jatropha</i> em terras degradadas, marginais não viáveis para produção de culturas alimentares, não expansão da terra agricultável.
Paisagismo	Desenvolvimento de programas de criação de jardins em regiões urbanas, e em cidades metropolitanas para conscientização sobre o potencial da <i>Jatropha</i> .

**Quadro 6 - Relação entre os critérios de sustentabilidade da biomassa e o cultivo da *Jatropha* na Índia**

## 8 DISCUSSÃO GERAL

Biocombustíveis estão sendo produzidos em diversos países, embora em diferentes quantidades e com diferentes custos. O negócio dos biocombustíveis está em expansão, com implicações para a agricultura e energia, meio ambiente, desenvolvimento e comércio. Ao investir em biocombustíveis os países em desenvolvimento podem passar a produzir os seus próprios combustíveis para o transporte nacional, reduzir os seus custos energéticos, criar novos postos de trabalho na economia rural e construir os seus mercados de exportação.

Os Biocombustíveis, como uma *commodity* emergente, são também uma grande oportunidade de ganhos para empresas e investidores. No entanto, sua rentabilidade vai depender de uma série de fatores, incluindo a crescente demanda por energia, outros mercados das matérias primas (por exemplo, alimentos), os subprodutos e os combustíveis fósseis tradicionais. Geralmente assume-se que o aumento da produção e do comércio irá elevar o preço das matérias-primas, mas os efeitos podem variar significativamente em todas as culturas. O cultivo de culturas energéticas nos países em desenvolvimento, em substituição ao cultivo de culturas alimentares pode levar a alguns conflitos potenciais e reais. O conflito central na produção da matéria prima está na demanda de terras para a produção, a qual varia dependendo do tipo de cultivo, o solo e as condições climáticas, bem como a cultura e métodos de produção.

Na Índia, a maioria da população vive em áreas rurais e depende da terra para o seu sustento, onde a agricultura contribui com 33% do PIB do país. A tendência de aumento da população e o declínio das terras agrícolas disponíveis estão levando a busca pela recuperação de terras degradadas para uso produtivo. A estratégia da Índia sobre os biocombustíveis e recuperação de terras, consiste em produzir biocombustível a partir de solos com erosão, buscando a recuperação destas áreas e assim atingir a meta de segurança nacional em combustível e, portanto, em sintonia com a política de desenvolvimento nacional.

A adequação do cultivo de *Jatropha* em larga escala nas terras que atualmente não são utilizadas para cultivo de culturas alimentares, bem como em terras abandonadas, é questionada, embora menos controverso quando comparado à possibilidade de cultivo de *Jatropha* em terras férteis substituindo o cultivo de outros alimentos. Segundo o governo da Índia a definição de "terras abandonadas" inclui as terras e florestas comuns que muitos agricultores, pecuaristas e os povos indígenas dependem para a sua alimentação e necessidades de combustível. A maioria dessas terras abandonadas é classificada como recursos de propriedade comum (CPR). Isto implica que um grupo, como uma aldeia coletivamente detém esses recursos e a filiação ao grupo confere ao indivíduo o direito de acesso ao recurso. Existem algumas pesquisas sobre as CPRs que revelaram que esses recursos desempenham um papel vital na vida de seus usuários, fornecendo uma ampla variedade de produtos, como alimentos, lenha, forragem, madeira, e material para cobertura de casas (GUNDIMEDA 2005; RAVINDRANATH e HALL, 1995).

Neste contexto a *Jatropha* tem vários inconvenientes. Primeiro, as folhas de *Jatropha* não são adequados para os animais, ou seja, não servem como forragem. Em segundo lugar, a *Jatropha* rende insignificante quantidade de madeira. Assim, as políticas que promovem culturas energéticas com diversos benefícios, deveriam ter muito menos impactos negativos sobre as zonas rurais pobres (RAJAGOPAL, 2007).

Análises econômicas efetuadas por Francis et al. (2005) indicam que a produção de *Jatropha curcas* em grande escala nas áreas abandonadas seria uma oportunidade sem custo, uma vez que essas terras não podem ser utilizadas para outros fins agrícolas. Os desafios em termos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para melhorar a rentabilidade e a aceitabilidade da *Jatropha* não deve ser subestimado, porque, atualmente, de acordo com os autores o preço de US\$ 0,40 por cada litro de diesel de *Jatropha* foi calculado, excluindo os impostos. Portanto, para introdução da *Jatropha* no mercado de biodiesel seria necessária isenção fiscal o que iria resultar em perda de receita para o governo da Índia se o produto fosse comercializado em grande escala.

Como mencionado anteriormente, o principal obstáculo para produzir biodiesel de *Jatropha* é o custo mais elevado do que o custo do diesel. Assim, atualmente a produção de biodiesel de *Jatropha* é economicamente inviável particularmente se os subprodutos não forem incluídos no cálculo dos lucros.

De acordo com estimativas de Openshaw (2000), o preço de venda do biodiesel de *Jatropha* pode ser 2,5 vezes mais alto que o preço do diesel. No entanto, para Subramanian et al. (2005) o custo real dependerá também das economias de escala na produção e das decisões políticas para promover o biodiesel na Índia. O fator custo também pode ser considerado tendo em vista o aumento das oportunidades de emprego rural, suficiência energética aos indígenas e acúmulo de divisas. A glicerina e a torta poderiam ser valiosos produtos, o que reduz ainda mais o custo do biodiesel. A torta poderia ser utilizada como matéria-prima para a produção de biogás, o que seria uma alavanca para o desenvolvimento de vários tipos de indústrias.

Além disso, as possibilidades oferecidas pelo mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto poderiam ser utilizadas para obter financiamento internacional e aumentar ainda mais a relação custo-benefício do projeto.

Por outro lado, de acordo com Rajagopal (2007), as estimativas econômicas do cultivo de *Jatropha* em áreas abandonadas estão incorretas ao assumirem custo de oportunidade zero, porque a maior parte desses estudos não incluem ainda nos modelos de contabilidade, os benefícios ambientais e ainda encontram um bom retorno do investimento. Ou seja, existem várias culturas concorrentes na utilização destas áreas abandonadas. O ponto fundamental é que, embora as áreas abandonadas representem um vasto território de recursos inexplorados, há poucas razões para acreditar que mais de 10% do total destas áreas poderiam ser viáveis com plantios comerciais de *Jatropha*. Além disso, devido à má condição do solo, terrenos marginais não podem suportar plantações de alta densidade sem afetar a produção por planta.

O cultivo de culturas bioenergéticas só pode ser sustentável se as necessidades de água sejam bem geridas e se o abastecimento de água disponível para outros fins agrícolas e de consumo humano, não sejam negativamente afetados (ONU, 2007). Assim, de acordo com Berndes (2002), não há qualquer estudo que inclua a demanda de água para atender a irrigação de uma cultura em larga escala para a produção energética. O autor argumenta que os projetos de retirada de água para irrigação estão relacionadas à demanda do setor alimentar, que é determinada pelo tamanho da população e de outros fatores tais como a dieta e o consórcio de culturas alimentares sob irrigação, enquanto a energia é predominantemente gerada por termelétricas.

Uma das principais razões para a escolha da *Jatropha* é sua baixa exigência em água e, por conseguinte, a sua adequação às terras áridas e secas. De acordo com Rajagopal (2007), o fato da planta de *Jatropha* poder sobreviver às secas não significa que ela não será mais produtiva se receber mais água. Pode ser verdade que culturas perenes são mais bem adaptadas para suportar longos períodos de seca, em comparação com as culturas anuais, no entanto, mesmo as árvores exigem irrigação, mesmo que de forma espaçada, especialmente durante os primeiros anos de desenvolvimento impedindo que o seu crescimento e produtividade sejam permanentemente afetados.

Numerosos estudos científicos sobre as culturas hortícolas têm mostrado que o regime de irrigação tem um impacto positivo significativo sobre rendimento e qualidade de frutos. Como reconhecimento deste fato, experimentos agrônômicos de campo e ensaios sobre *Jatropha* em instituições como o Tamil Nadu Agricultural University estão sendo conduzidos sob condições irrigadas. Ainda, de acordo com o CSMCRI, a melhor quantidade de água para *Jatropha* ainda é desconhecida (NATURE, 2007). Assim, é bem provável que a produção de frutos e sementes de *Jatropha* em condições de sequeiro sejam inferiores e, portanto, economicamente inviáveis. Como a maioria dos pequenos agricultores conta apenas com a água proveniente da chuva, poderiam não colher os benefícios da produção de biodiesel de *Jatropha* porque não têm acesso à água. Tornar o cultivo de *Jatropha* economicamente viável em larga escala, pode exigir sistemas de irrigação.

Em relação a configuração da cadeia de valor, existe a preocupação sobre um possível conflito ao aumentar a orientação do cultivo de culturas voltadas à bioenergia nos países em desenvolvimento com o objetivo da exportação. Porque as estruturas de poder no mercado dos biocombustíveis poderão conduzir a injusta distribuição dos benefícios ao longo da cadeia de valor, onde a maior parte da cadeia dos biocombustíveis que são ou seriam segmentação mercados de exportação têm o risco de que a agregação de valor ocorra nos países importadores. Isso pode ocorrer com a cadeia do biodiesel de *Jatropha* na Índia, já que, os líderes mundiais no desenvolvimento de biodiesel de *Jatropha* (D1 Oil) têm a sua refinaria na Inglaterra, a qual atualmente produz biodiesel a partir do óleo de soja proveniente do Brasil, mas em breve pretende mudar a produção de biodiesel para a *Jatropha* proveniente de plantios próprios. Enquanto isso, a empresa já possui plantados 81.000 hectares de *Jatropha* em Chhattisgarh e no sul do estado de Tamil Nadu, com planos para um novo projeto de 350.000 hectares nos próximos anos.

Segundo o Sr. Elliot Mannis, Chefe Executivo da D1 Oil, "a medida que os nossos primeiros plantios da *Jatropha curcas*, começam a produzir quantidades suficientes para óleo nos próximos anos, vamos aumentar significativamente a importação e será feito o refino da matéria-prima de baixo custo produzida sustentavelmente em regiões ultramar" (GRAIN, 2007).

Isto contradiz a idéia, cada vez mais recomendada pela ONU e as ONGs, de uma economia agrícola enfatizando o desenvolvimento dos mercados internos. A distribuição das receitas entre local/regional e nacional/internacional, e entre sub-grupos nacionais e nações podem variar, dependendo da fonte potencial da bioenergia e do grau de centralização do pré-processamento.

O relatório do Comitê de desenvolvimento dos biocombustíveis (ÍNDIA, 2003a) da comissão de planejamento da Índia, prevê a criação de grandes unidades de transformação, com uma capacidade de 7.500 toneladas de sementes por ano e centralizada em refinarias com capacidade de cerca de 100.000 toneladas de óleo de *Jatropha* por ano. Não obstante as diferenças entre os diversos sistemas de produção, matérias primas ou padrões históricos de produção agrícola e os níveis de pobreza, as economias de escala são

importantes no cultivo de várias culturas energéticas e na transformação destas matérias primas em biocombustíveis.

No que diz respeito à produção de biodiesel de *Jatropha*, um modelo descentralizado seria mais benéfico em longo prazo, do que uma produção em larga escala, embora haja pontos favoráveis às economias de escala. Para Francis et al. (2005) a descentralização iria incluir outros benefícios, tais como a criação de oportunidades locais de emprego, tornando a oferta de biocombustível amplamente disponível em todas as regiões e facilitaria a redistribuição local dos subprodutos, em especial às tortas. Na mesma linha de pensamento, Dufey (2007) salienta que muitos dos benefícios sociais dos biocombustíveis, em particular os relacionados com a redução da pobreza, estariam sendo acumulado desde o agricultor pobre. Assim, ao aproximar os locais de cultivo e processamento do biocombustível haverá uma maior contribuição para a criação de emprego rural com as devidas reduções nos gases do efeito estufa.

Por outro lado, embora os esforços da pesquisa nas práticas de cultivo de *Jatropha*, ainda não se conseguiu atingir o ótimo benefício econômico da planta. O custo total depende da qualidade e do desempenho da matéria-prima. O rendimento de óleo e a qualidade são os dois principais fatores responsáveis, assim especial destaque está sendo estabelecido sobre a melhoria da produção e da produtividade das plantações.

Portanto, a qualidade do material de plantação é um dos itens mais importantes para o estabelecimento de plantações sucesso. De acordo com Singh e Swamy (RASHTRAPATI, 2006), com a procura crescente em aumentar a área de cultivo de *Jatropha*, a qualidade é, por vezes, comprometida. Além disso, a falta de conhecimento entre os produtores (incluindo viveiros privados e governamentais) sobre a importância da utilização de cultivares de qualidade dificulta o aproveitamento do potencial da *Jatropha*, assim também a facilidade e custos de produção são outros motivos para que não haja qualidade das sementes da *Jatropha* nos viveiros comerciais.

Por outro lado a D1 Oil está trabalhando no desenvolvimento de variedades de *Jatropha* com alto rendimento de campo, sendo que a maior parte destas pesquisas está centrada na Índia. Portanto, o desafio consiste em identificar e desenvolver as mais promissoras variedades selvagens de *Jatropha* e produzir híbridos com uma melhor produtividade, mais elevados teores de óleo, características de resistência à seca. Depois de encontrar essas desejadas variedades, certamente corporações como a D1 obterão registro de patente, como ocorre comumente com outras culturas (sementes, 2007). Com o desenvolvimento de variedades de *Jatropha* melhoradas através da tecnologia, que se tornarão mais caras, é questionável se outros países em desenvolvimento terão os meios para obter essa tecnologia. Assim, a interação de um forte regime de propriedade intelectual com o acesso à tecnologia da *Jatropha*, especialmente nos países em desenvolvimento pode ser problemática.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estas análises têm proporcionado um olhar sobre as implicações do cultivo de *Jatropha* em larga escala para exportação de biodiesel nos países em desenvolvimento. O *framework Strategic Niche Management* (SNM) revelou-se um instrumento útil para este estudo. Com esse propósito explorou-se o desenvolvimento do cultivo de *jatropha* na Índia, que pode servir como um ponto de partida para estudos em outros países em desenvolvimento.

Pode-se concluir que a transição para a produção de biocombustível de *Jatropha* na Índia está tendo progressos principalmente na produção e uso do biodiesel. Apesar da importância dos fatores contextuais “paisagem” e regime “sócio-tecnológico” da abordagem de SNM serem variáveis explicativas para compreender o sucesso e o fracasso da introdução da produção de biodiesel de *Jatropha* orientada para exportação, foram tratados de forma indireta (o pleno regime de análise de todos estes domínios está além deste estudo).

Dado que as tecnologias emergentes aparecem ao nível de nicho, constituindo sistema-ST de nicho e descreve a relação entre os três processos de criação de nicho, por isso, esta investigação concentra principalmente no sistema-ST de nicho focados na formação da rede de atores, o processo de aprendizagem e a dinâmica das expectativas. A interação entre estes três processos constitui a base do SNM para o entendimento do sucesso e/ou o fracasso na introdução de tecnologias sustentáveis.

A análise de nicho revelou que os processos na fase de cultivo da cadeia produtiva de *Jatropha* têm evoluído muito bem. Foi reveladaa, uma ampla e interligada rede e interligada rede de atores, que está expandindo-se muito rapidamente rede de atores, que está expandindo-se muito rapidamente à medida que mais e mais partes interessadas, incluindo os agricultores estão começando a plantar *Jatropha*. De acordo com estimativas do Ministério do Desenvolvimento Rural, já existem entre 500.000 e 600.000 hectares de *Jatropha* crescendo em todo o país. A rede de atores também é bastante diversificada, uma vez que há participação de ONGs, agricultores privados, grupos de agricultores, agricultores maiores individuais, empresas privadas, assim como organizações de pesquisa.

Rede de Atores	Processo de Aprendizagem	Expectativa dos Stakeholders
Ampla e interconectada rede de agentes (vários stakeholders incluindo os produtores começaram a plantar Jatropha)	Extensivos experimentos e aprendizagem sobre vários aspectos: tecnologia, aceitação dos usuários, economia e infraestrutura necessária.	Expectativas altas e positivas à medida que gradualmente elas vão se estabilizando de acordo com os avanços tecnológicos
Rede de atores diversificada com a participação de ONGs, universidades, instituições de pesquisa, empresas privadas, empreendedores e grupos de produtores (contract farming). Existe atualmente cerca de 500.000 a 600.000 ha de plantação da Jatropha por todo o país	Produtores já começaram a ganhar mais experiências devido à realização de ensaios sistêmicos seguindo as técnicas de cultivo da Jatropha recomendadas Treinamentos, dias de campo, seminários e workshops – transferência de tecnologia da produção da Jatropha.	Alcançada a 1ª fase (400.000 ha) da missão nacional sobre os biocombustíveis, almeja-se plantar mais 12 milhões ha de Jatropha para produção de biodiesel. Expectativas positivas são baseadas em projeções de um amplo mercado futuro de biocombustíveis.
Empresa multinacional Britânica (D1 Oils) plantou 81.000 ha de Jatropha nos estados de Chhattisgarh e Tamil Nadu	Empresa D1 Oils vem trabalhando no desenvolvimento de variedades da Jatropha de alto rendimento de acordo com condições específicas da região	Análise preliminar econômica do sistema da Jatropha demonstra um grande potencial econômico assumindo uma produtividade de 1.800 kg / ha de sementes a partir do 5º ano.
Cadeia produtiva mal estruturada	Falta de conhecimento de práticas agronômicas, disponibilidade de variedades melhoradas e ausência de um sistema de marketing.	Negócio só e economicamente viável considerando os retornos da venda dos sub-produtos (glicerina e torta)

**Quadro 7 - Resumo dos principais achados da análise sócio-tecnológica de nicho do cultivo da Jatropha na Índia**

Tudo isto indica que a Índia está em um bom caminho para a transição da energia, pois há muitos experimentos que foram realizados até a presente data, os quais têm gerado muita consciência e interesse na *Jatropha curcas* L., possibilitando acúmulos para desenvolvimentos futuros. Portanto, a presente análise com SNM possibilitou insights sobre como a bioenergia poderia ser estudada nos países em desenvolvimento. Para ser mais específico, do ponto de vista de contribuir para uma transição até um biocombustível baseado na *Jatropha* na Índia, a análise de Nicho sobre a fase de cultivo da *Jatropha* mostrou-se bem sucedida.

## 10 RECOMENDAÇÕES

Está evidente que a questão da produção dos biocombustíveis é muito complexa devido aos diversos efeitos diretos e indiretos que pode ter, muitos deles difíceis de avaliar. Pode haver efeitos indiretos associados à produção de bioenergia vegetal e exportação que podem atingir dimensões globais. Assim, ela tem que ser tratada com uma abordagem multidisciplinar.

Por outro lado, é muito difícil definir recomendações de pesquisas em biocombustíveis que sejam adequadas para os diferentes países. Portanto, estamos de acordo com Kojima e Johnson (2005) que avaliam:

Os biocombustíveis deverão ser integrados dentro de um contexto mais amplo de investimento na infra-estrutura rural e na formação do capital humano. Os países em desenvolvimento devem avaliar se as condições para um bem sucedido programa de biocombustíveis existem ou poderá ser desenvolvido em curto prazo, incluindo a infra-estrutura e serviços públicos essenciais.

Os argumentos citados anteriormente ilustram as diferentes dimensões existentes ao tentar analisar e compreender as implicações da produção de biocombustíveis de *Jatropha* no setor da agricultura e energia, ambiente, desenvolvimento e comércio. O resultado das implicações são difíceis de identificar e ao menos contextualizar – o que se tentou fazer com base nos casos típicos indianos. Mais especificamente, através da utilização da Gestão Estratégica de Nicho para analisar os projetos de produção de biodiesel de *Jatropha* na Índia, tentou-se gerar alguns insights sobre como uma transição baseada na bioenergia poderia ser estudada nos países em desenvolvimento, e quais as orientações relevantes para a concepção da cadeia de abastecimento e políticas comerciais de biocombustíveis.

De acordo com os resultados dos projetos de biodiesel de *Jatropha* na Índia, para assegurar a boa relação custo-benefício em cultivos de larga escala de *Jatropha* como cultura energética para produção biodiesel há algumas questões que devem ser resolvidas:

- Programas sistemáticos de coleta e avaliação de germoplasmas para identificar material genético superior aos existentes nos ecossistemas naturais;
- Estabelecer pomares de sementes clonadas e desenvolver técnicas para garantir a multiplicação em massa para o fácil fornecimento de materiais de alta genética aos agricultores;
- Desenvolver uma série de ensaios em múltiplas localizações sob diferentes condições climáticas o que deve fornecer dados científicos sobre o rendimento real em termos de previsões econômicas e de produção;
- O custo de produção das plantações tem de ser cuidadosamente avaliados antes de adotar novas tecnologias;
- Desenvolvimento de programas de transferência de tecnologia, como a formação dos agricultores, formação de formadores, dias de campo, seminários e workshops;
- É importante calcular a quantidade exata de água necessária para o cultivo em larga escala de *Jatropha* para produção de biodiesel;
- A entrada e saída de energia em plantações de *Jatropha* estabelecidas em áreas abandonadas de diferentes regiões climáticas da Índia no âmbito desses projetos têm de ser avaliados, a fim de fornecer dados concretos para permitir uma compreensão ampla da atividade energética;
- Uma avaliação do ciclo de vida (LCA) dos diferentes sistemas de produção de *Jatropha curcas* deve ser feito de acordo com a região específica;
- Avaliação ambiental e sócio-econômica dos impactos do sistema de produção de biodiesel de *Jatropha* na Índia deve ser realizada;
- Organizações como ONGs, universidades e grandes investidores estrangeiros devem promover a gestão da cadeia produtiva: elas deveriam centrar-se em estimular experiências simultâneas em todas as fases da cadeia produtiva de *Jatropha* com diferentes atores, construir

interconexões entre estas experiências, e divulgar amplamente os processos de aprendizagem para todas as partes envolvidas.

Em termos globais, tendo em conta que nem todas as interações entre os biocombustíveis e o desenvolvimento sustentável são positivas, o desafio é a criação de estruturas dentro de um sistema comercial internacional que possam apoiar as contribuições positivas do biodiesel de *Jatropha* no desenvolvimento sustentável e minimizar os aspectos negativos.

Por um lado, a *Jatropha* pode ser considerada adequada nas atuais condições já que a planta é freqüentemente conhecido pelos agricultores, para as pequenas e médias produções as tecnologias petrolíferas estão disponíveis no mercado. No entanto, apesar dos sistemas de larga escala serem muitas vezes economicamente favorecidos, uns sistemas descentralizados pode ser mais benéfico, em longo prazo, através de:

- Facilitação aos pequenos agricultores - apoio governamental para a organização e desenvolvimento pleno da cadeia de valor;
- Regime de contrato ou cooperativas agrícolas podem ser um meio adequado de assegurar que os pequenos produtores tenham acesso aos mercados.

Garantir que os benefícios econômicos e sociais do biodiesel de *Jatropha* possam atingir pequenos produtores, exigirá esforços para reduzir custos e aumentar a eficiência desses sistemas de menor envergadura.

Para desenvolver a produção em larga escala de biodiesel de *Jatropha* para exportação proporcionando mais condições de vida, além de gerar renda através da criação de oportunidades locais de emprego, segurança energética de toda a região, bem como facilitar uma redistribuição local mais fácil de produtos, como a glicerina e a torta. É importante que o valor agregado ao processo aconteça no país de produção da matéria prima de modo que todas as partes interessadas, incluindo os agricultores - pequenos e grandes - possam colher os benefícios ao longo da cadeia de valor. Por exemplo, na Índia já há

antecipadamente tecnologias centralizadas em refinarias, com uma capacidade de cerca de 100.000 toneladas de biodiesel de *Jatropha* por ano, bem como cerca de 500.000 a 600.000 hectares de plantações de *Jatropha* em todo o país. Portanto, acredita-se que em cinco anos a partir de agora não haverá produção de sementes suficientes para sustentar as bio-refinarias na produção em larga escala para exportação bem como em termos de eficiência em custos.

Outros aspectos, como os transportes, equipamentos e manutenção confiáveis e eficientes, bem como o apoio financeiro precisa ser resolvido, porque a produção de biocombustível e as exportações exigem infra-estruturas que, por sua vez, podem ter outros impactos ambientais e sociais que devem ser pesquisados.

Em termos políticos, uma vez que se espera que a procure internacional por biocombustíveis continue a vir de países industrializados, bem como as políticas que impulsionam o mercado, as questões em torno do comércio mundial de biocombustíveis não são locais. O impacto dessas políticas sobre os países em desenvolvimento, os esforços para o desenvolvimento sustentável devem ser corretamente compreendidos, pois, se não forem devidamente tratadas, essas políticas podem aumentar ainda mais as divisões e desigualdades entre as nações ricas e pobres.

Normalmente as políticas nos países industrializados poderiam ser na promoção do desenvolvimento de uma indústria baseada nos biocombustíveis de culturas menos eficientes energeticamente, enquanto a matéria prima cultivada em países tropicais produz cerca de cinco vezes mais energia do que aquela que cresceu nas regiões temperadas. Países industrializados necessidade de analisar os impactos de suas políticas internas sobre o comércio de biocombustível, em particular sobre o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.

Assim, o governo da Índia tem de definir as condições internacionais de mercado dos biocombustíveis sustentáveis. Ele tem que identificar os principais obstáculos que afetam o comércio e as melhores formas de ultrapassá-los. Do ponto de vista econômico, é necessário identificar as políticas adequadas para o setor dos biocombustíveis decolar. Do ponto de vista ambiental, deverá promover o investimento em políticas ambientais adequadas, práticas agrícolas e tecnologias. Do ponto de vista social, as políticas devem permitir a justa

participação dos pequenos agricultores na cadeia de valor, adotando medidas como selo de combustível social, já utilizado no Brasil (PROBIODIESEL), que visa promover a inclusão social ao longo da cadeia de valor da indústria. Tudo isto aponta para a necessidade de sistemas de certificação ambiental e social para biocombustíveis derivados da *Jatropha*. A existência de sistemas de certificação nos sectores agrícola e silvícola pode servir como um valioso ponto de partida. No entanto, vale a pena mencionar que a maior parte destes sistemas de certificação pode ser prejudicial ao comércio sustentável de biocombustíveis e aos pequenos produtores, porque são feitas de acordo com as condições dos países industrializados, com a insuficiente consideração das condições dos países potenciais produtores de biocombustíveis, que são os países em desenvolvimento como a Índia.

Portanto, há a necessidade de um sistema de comércio internacional coerente que esteja bem equipado para facilitar a contribuição indústria dos biocombustíveis no desenvolvimento sustentável, bem como mecanismos para gerir os aspectos negativos. Contudo, os biocombustíveis não podem ser encarados como uma panacéia, pois não irão servir como uma solução única para o aquecimento global, nem aos problemas da pobreza. No entanto, eles podem constituir um complemento importante para os desafios que se enfrenta hoje.

Se a OMC declarou metas de aumentar os níveis de vida, o aumento da quota do comércio internacional para os países em desenvolvimento e apoio ao desenvolvimento sustentável, deverão ser cumpridas, então qualquer discussão de biocombustíveis deverá ser enquadrada não só em termos comerciais, mas, à luz das considerações primordiais de segurança energética, desenvolvimento e sustentabilidade ambiental para todos os seus membros. Portanto, todos os governos devem analisar cuidadosamente como equilibrar proteção e liberalização enquanto agem rapidamente para responder à crise climática sem comprometer a oportunidade dos países em desenvolvimento colherem os benefícios do comércio de biocombustíveis. No âmbito das negociações da OMC em matéria do comércio de biocombustíveis, deve-se ter em conta quando se abordam questões sobre produtos especiais e tratamento especial e diferenciado para promover ações pró-pobres e pró-desenvolvimento nos países menos desenvolvidos.

## REFERÊNCIAS

ABDU-AGUYE, I. et al. Acute toxicity studies with *Jatropha curcas* L. **Hum Toxicology**, Inglaterra, v. 5, n. 4, p. 269-274, July 1986.

ACHTEN, W. et al. **Biodiesel production from *Jatropha* in developing countries**: life cycle and relevant impact categories. Disponível em: [http://www.biw.kuleuven.be/klimaatpark/documenten/biodiesel\\_jatropha.pdf](http://www.biw.kuleuven.be/klimaatpark/documenten/biodiesel_jatropha.pdf). Acesso em: 23 nov. 2007.

APONTE, C. H. **Estudio de *Jatropha curcas* L.**: como recurso biotico. México: University Veracruz, 1978.

AZAM, M. M.; WARIS, A.; NAHAR, N. M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Biomass Energy**, Oxford, v. 29, n. 4, p. 293-302, 2005.

BAKKER, S. J. A. **CDM and biofuels**: can the CDM assist biofuel production and deployment? Netherlands: Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), 2006.

BANERJI, R. et al. *Jatropha* seed oils for energy biomass. **Phytochemistry**, New York, v. 8, n. 4, p. 277-282, 1985.

BEN SALEM, B.; PALMBERG, C. Place and role of trees and shrubs in dry areas. **Plants for Arid Lands**, London, p. 93-102, 1985.

BERNDES, G. Bioenergy and water: the implications of large-scale bioenergy production for water use and supply. **Global Environmental Change**, Inglaterra, v. 12, n. 4, p. 253-271, 2002.

BIOFUELS: no magic bullet for EU. 2005. Disponível em: <http://www.stockholm-network.org/downloads/media/8f2df869-Petroleum%20Economist%20-%20August%202005.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2007.

CANIËLS, M. C. J.; EIJCK, J. V.; ROMIJN, H. A. **Development of new supply chains**: Insights from Strategic Niche Management. 2007. Disponível em: <http://fp.tm.tue.nl/ecis/Working%20Papers/Caniels%20v%20Eijck%20and%20Romijn%20WP%20153%20ISPIM.pdf>. Acesso em: 25 set. 2007.

CANIËLS, M. C. J.; ROMIJN, H. A. **Strategic niche management as an operational tool for sustainable innovation: guidelines for practice**. 2006. Disponível em: <http://www.ou.nl/Docs/Faculteiten/MW/MW%20Working%20Papers/GR%2006-03%20Caniels%20en%20Romijn%20maart%202006.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2006.

CANO, L. M.; PLUMBLEY, R. A.; HYLANDS, P. J. Purification and partial characterization of a hemagglutinin from seeds of *Jatropha curcas*. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 13, p. 1-20, 1989.

CD<sub>4</sub>CDM. Capacity Development for the Clean Development Mechanism. **CDM Pipeline Overview**. 2007. Disponível em: <http://cd4cdm.org>. Acesso em: 18 abr. 2007.

CHHABRA, S. C.; MAHUNNAH, L. A.; MSHIU, E. N. Plants used in traditional medicine in eastern Tanzania. III. Angiosperms (Euphorbiaceae to Menispermaceae). **Journal of Ethnopharmacol**, Lausanne, v. 28, p. 255-283, 1990.

COELHO, Suani Teixeira. **Biofuels: advantages and trade barriers**. [S.l.]: United Nations Conference on Trade and Development, 2005.

CONNEMANN, J. Biodiesel in Europe 1994. **Fat. Science Technology**, [S.l.], v. 96, p. 536-550, 1994.

DAVIS, J. B.; KAY, D. E.; CLARK, V. **Plants tolerant of arid, or semi-arid, conditions with non-food constituents of potential use**. London: Report of the Tropical Products Institute, 1983.

DE KEYSER, S.; HONGO, H. **Farming for energy for better livelihoods in southern Africa (FELISA)**. Africa: [s.n], 2005.

DEHGAN, B. Phylogenetic significance of interspecific hybridization in *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Systematic Botany**, Kent, v. 9, n. 4, p. 467-478, 1984.

DEHGAN, B.; WEBSTER, G. L. **Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae)**. California: University of California Publications in Botany, 1979. v. 74.

DOERING, O. U.S. energy policy: is it the best energy alternative?' **Current Agriculture, Food & Resource**, St. Joseph, v. 5, p. 204-211, 2004.

DOVE Biotech. **Jatropha curcas L.**: an international botanical answer to biodiesel production and renewable energy. Total Renewable, Sustainable Solutions to the Global Energy and Water Needs. Disponível em: [www.dovebiotech.com](http://www.dovebiotech.com). Acesso em: 19 jul. 2002.

DUFEY, A. **Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues**. London: International Institute for Environment and Development (IIED), 2006.

DUFEY, A. **International trade in biofuels: Good for development? And good for environment?** 2007. Disponível em: <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/11068IIED.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2007.

DUFEY, A. **International trade in biofuels: some preliminary data**. [S.l.: s.n.], 2005.

DUKE, J. A. Medicinal plants. **Science**, [S.l.], v. 229, p.1036, 1985.

EARLY, J.; EARLY, T.; STRAUB, M. **Specific environmental effects of trade liberalisation: Oilseeds**. 2005. Disponível em: <http://www.agritrade.org/Susty/Oilseeds.pdf>. Acesso em: 28 set. 2006.

EC. European Communities. **Communication from the commission: an EU strategy for biofuels**. 2006. Disponível em: [http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006\\_34\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006_34_en.pdf). Acesso em: 16 out. 2006.

ECOWORLD. Nature e Technology in Harmony. **Home**. Disponível em: [www.EcoWorld.com](http://www.EcoWorld.com). Acesso em: 16 out. 2006.

EIJCK, J. V.; ROMIJN, H. **Prospects for Jatropha biofuels in developing countries: an analysis for tanzania with strategic niche management**. Disponível em: <http://fp.tm.tue.nl/ecis/Working%20Papers/Ecis%20wp151.pdf>. Acesso em: 28 sep. 2006.

FAAIJ, A. **International bio-energy trade**: background, opportunities and IEA task 40. Disponivel em: <http://www.chem.uu.nl/nws/www/publica/e2004-195.pdf>. Acesso em: 16 out. 2004.

FACT. Fuels From Agriculture in Communal Technology. **Home**. Disponivel em: [www.fact-fuels.org](http://www.fact-fuels.org). Acesso em: 16 out. 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The energy and agriculture nexus**. 2000. Disponivel em: <http://www.fao.org/waicent/404/NotFound.asp?404;/docrep/003/X8054E/x8054e00.html>. Acesso em: 13 abr. 2007.

FRANCIS JR., Norval E.; BENDZ, Karin. EU25 Oilseeds and Products - Biofuels Situation in the European Union 2005. 2005. Disponivel em: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200503/146119213.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2007.

FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. **A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India**: need, potential and perspectives of Jatropha plantations. *Natural Resources Forum*, New York, v. 29, p.12-24, 2005.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, p. 1257-1274, 2002.

GHANDI, V. M.; CHERIAN, K. M.; MULKY, M. J. Toxicological studies on ratanjyot oil. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, p. 39-42, 1995.

GRAIN. **Jatropha**: the agrofuel of the poor? Disponivel em: <http://www.grain.org/seedling/?id=480>. Acesso em: 29 nov. 2007.

GRAINGE, M.; AHMED, S. **Handbook of plants with pest-control properties**. New York: John Wiley & Sons, 1988.

GÜBITZ, G. M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**, Inglaterra, v. 67, p. 73-82, 1999.

GUNDIMEDA, H. **Can CPRs generate carbon credits without hurting the poor?** [S.I.]: Economic and Political Weekly, 2005.

GUPTA, S. P. **India vision 2020**. India: Planning commission, government of India, 2002.

HELLER, J. **Investigation of the genetic potential and improvement of cultivation and propagation practices of physic nut (*Jatropha curcas* L.)**. Eschborn: GmbH -German Agency for Technical Cooperation, 1991.

HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, 1996.

HENNING, R. K. ***Jatropha curcas* L. in Africa**. Germany: Global Facilitation Unit, 2003.

HOOGMA, R. et al. **Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management**. London: Spon Press, 2002.

HOOGMA, R. **Exploiting technological niches**. Thesis: Twente University, Enschede, 2000.

ICTSD. International Centre for Trade and Sustainable Development. **Linking Trade: climate change and energy**. Disponível em: <http://infoagro.net/shared/docs/a1/New%20Linking%20Trade,%20Climate%20Change%20and%20Energy.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2006.

IEA. International Energy Agency. **Biofuels for transport an international perspective**. Paris, 2004.

IFP. Innovation Energie Environnement. **Biofuels in Europe**. 2004. Disponível em: [http://www.ifp.fr/IFP/en/files/cinfo/IFP-Panorama04\\_12-BiocarburantVA.pdf](http://www.ifp.fr/IFP/en/files/cinfo/IFP-Panorama04_12-BiocarburantVA.pdf), Acesso em: 28 maio 2007.

ISAWUMI, M. A. Nigerian chewing sticks. **The Nigerian Field**, London, v. 43, p. 111-121, 1978.

JATROPHA. **The Jatropha system**. Disponível em: [www.jatropha.de](http://www.jatropha.de). Acesso em: 16 out. 2006.

JOHNSON, F. et al. **Bio-ethanol from sugarcane and sweet sorghum in southern africa**: agro-industrial development, import substitution and export diversification. 2006. Disponível em: [www.ictsd.org](http://www.ictsd.org). Acesso em: 26 mar. 2007.

JONASSON, K. **Environmental assessment of emerging technologies**: the case of alternative transport fuels. 2005. Disponível em: <http://www.esa.chalmers.se/Publications/PDF-files/Lic/Lic%20Karl%20Jonasson.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2007.

JONES, C. **Europe Adopts Biodiesel**: can an African bean crack Europe's biodiesel blockage? Disponível em: <http://www.ecoworld.com/home/articles2.cfm?tid=356>. Acesso em: 25 set. 2006.

JOUBERT, P. H. et al. Acute poisoning with *Jatropha curcas* (purging nut tree) in children. **South African Medical Journal**, Africa do Sul, v. 65, n. 18, p. 729-730, 1984.

KAIMOWITZ, D.; THIELE, G. The effects of structural adjustment on deforestation and forest degradation in lowland Bolivia. **World Development**, New York, v. 27, p. 505-520, 1999.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. **Technology Analysis & Strategic Management**, Inglaterra, v. 10, p. 175-196, 1998.

KOONIN, S. Getting Serious About Biofuels. **Science**, [S.l.], v. 311, n. 5760, p. 435, Jan. 2006.

KORBITZ, W. Biodiesel production in Europe and North America, an encouraging prospect. **Renewable Energy**, Oxford, v. 16, p. 1078-83, 1999.

KRISHNAN, B.; MUDEVA, A. **Analysis**: palm oil seen playing a role in EU biofuels. 2005. Disponível em: [www.planetark.org/avantgo/dailynewsstory.cfm?newsid=33265](http://www.planetark.org/avantgo/dailynewsstory.cfm?newsid=33265). Acesso em: 14 set. 2006.

LEVIN, Y. et al. Rare *Jatropha multifida* intoxication in two children. **Journal of Emergency Medicine**, New York, v. 19, p. 173-175, 2000.

LEVINGSTON, R.; ZAMORA, R. Medicine trees of the tropics. **Unasyiva**, Roma, v. 35, p. 7-10, 1983.

LEVINTHAL, D. A. The slow pace of rapid technological change: gradualism and punctuation in technological change. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 7, p. 217-247, 1998.

LEWANDOWSKI, I.; FAALJ, A. P. C. Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. **Biomass & Bioenergy**, Oxford, v. 30, p. 83-106, 2006.

LIU, S. Y. et al. Anthraquinones in *Rheum palmatum* and *Rumex dentatus* (Polygonaceae), and phorbol esters in *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus*. **Tropical Medicine & International Health**, Oxford, v. 2, p. 179-188, 1997.

MACEDO, I. D. C. **Sugar cane's energy**: twelve studies on brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability. São Paulo: UNICA, 2005.

MACEDO, I.; LIMA VERDE, M.; AZEVEDO, J. **Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil**. São Paulo: Government of the State of São Paulo and Secretariat of the Environment, 2004.

MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O.; BECKER, K. Comparative evaluation of a non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, London, v. 62, p. 207-215, 1998.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Potential of *J. curcas* seed meal as a protein supplement to livestock feed; constraints to its utilization and possible strategies to overcome constraints. In: GÜBITZ, G. M.; MITTELBACK, M.; TRABI, M. (Eds). **Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas***. Austria: DBV Graz, 1997. p. 190-205.

MAKKAR, H. P.S.; BECKER, K.; SCHMOOK, B. Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintana Roo state of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds. **Plant Foods for Human Nutrition**, Mexico, v. 52, n. 1, p. 31-36, Mar. 1998.

MARTIN, G.; MAYEUX, A. Réflexions sur les cultures olagineuses, énergétiques II. Le Pourghere (*Jatropha curcas* L.): un carburant possible. **Olagineux**, [S.l.], v. 39, p. 283-287, 1984.

MENGUAL, L. Extraction of bioactive substances from *J. curcas* L. and bioassays on *Zonocerus variegates*, *Sesamia calamistis* and *Busseola fusca* for characterization of insecticidal properties. In: In: GÜBITZ, G. M.; MITTELBACK, M.; TRABI, M. (Eds). **Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas***. Australia: DBV Graz, 1997. p. 221-215.

MITTELBACH, M. et al. Diesel fuel derived from vegetable oils: preparation and use of rape oil methyl ester. **Energy Agriculture**, [S.l.], v. 2, p. 369-384, 1983.

MoEF. Ministry of Environment and Forests. **Government of India ministry of environment and forests**. 2006. Disponível em: <http://www.envfor.nic.in/>. Acesso em: 17 set. 2007.

MOREIRA, J. **Agreeing and disagreeing**. 2005. Disponível em: <http://www.sei.se/red/RED-June-2005.pdf>. Acesso em: 17 set. 2007.

NASIR, M. K. A. et al. Studies on fixed oil of *Jatropha curcas* seeds. **Pakistan J. Sci. Ind. Res.**, [S.l.], v. 31, p. 566-568, 1988.

NATURE. **The little shrub that could**: maybe. 2007. Disponível em: [www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature). Acesso em: 24 nov. 2007.

NIELSON, P. E. et al. Plant crops as a source of fuel and hydrocarbon-like materials. **Science**, [S.l.], v. 198, p. 42-944, 1977.

OESTLING, A. **Bioethanol added to fuel**. 2001. Disponível em: [http://www.europarl.eu.int/stoa/public/pdf/briefing/07\\_en.pdf](http://www.europarl.eu.int/stoa/public/pdf/briefing/07_en.pdf). Acesso em: 17 out. 2007.

PANIGRAHI, S. et al. Toxicity of *Jatropha curcas* seeds from Mexico to rats and mice. **Nut. Rep. Int.**, [S.l.], v. 29, p. 1089-1098, 1984.

PARSONS, K. **Jatropha in Africa fighting the desert and creating wealth (2005)**. Disponível em: [www.ecoworld.org/home/Articles2.cfm?TID=367](http://www.ecoworld.org/home/Articles2.cfm?TID=367). Acesso em: 28 set. 2007.

PESKETT, L. et al. **Biofuels, agriculture and poverty reduction**. Disponível em: <http://www.odi.org.uk/nrp/NRP107.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2007.

PIONEER PRESS. **Biofuel imports anger farmers**: tax break irks ag-state lawmakers. 2005. Disponível em <http://www.agobservatory.org/headlines.cfm?refID=77672>. Acesso em: 28 set. 2006.

PLANNING COMMISSION GOVERNMENT OF INDIA. **Report of the Committee on Development of Biofuel**. India, 2003.

PLANT Jatropha. **Home**. Disponível em: [www.plantjatropha.com](http://www.plantjatropha.com). Acesso em: 16 out. 2006.

RAJAGOPAL, D. **Rethinking current strategies for biofuel production in India**. Disponível em: [http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/rajagopal\\_biofuels\\_final\\_Mar02.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/rajagopal_biofuels_final_Mar02.pdf). Acesso em: 13 out. 2007.

RAVEN, R. P. J. M. **Strategic Niche Management for Biomass**: a comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in the Netherlands and Denmark. Thesis: Eindhoven University of Technology, 2005.

RAVEN, R. P. J. M. Towards alternative trajectories: reconfigurations in the dutch electricity regime. **Research Policy**, Amsterdam, v. 35, p. 581-595, 2006.

RAVINDRANATH, N. H.; AVINDRANATH; HALL, D. O. **Biomass, energy and environment**: a developing country perspective from India. New York: Oxford University Press, 1995. p. 391.

REHM, S.; ESPIG, G. **The cultivated plants of the tropics and subtropics**. Weikersheim: Verlag Josef Margraf, 1991.

REUTERS. **Malaysia weighs palm oil share for food, energy**. 2006. Disponível em: <http://tinyurl.com/yauuev>. Acesso em: 19 maio 2007.

RIVERA-LORCA, J. A.; KU-VERA, J. C. Chemical composition of three different varieties of *J. curcas* from Mexico. In: GÜBITZ, G. M.; MITTELBACK, M.; TRABI, M. (Eds). **Biofuels and Industrial Products from *Jatropha Curcas***. Australia: DBV Graz, 1997a. p. 47-52.

RIVERA-LORCA, J. A.; KU-VERA, J. C. Rumen digestion of raw, roasted and boiled seeds of *J. curcas* from Chiapas, Mexico. In: GÜBITZ, G. M.; MITTELBACK, M.; TRABI, M. (Eds). **Biofuels and Industrial Products from *Jatropha Curcas***. Australia: DBV Graz, 1997b. p. 167-172.

RUG, M.; RUPPEL, A. Toxic activities of the plant *Jatropha curcas* against intermediate snail hosts and larvae of schistosomes. **Tropical Medicine and International Health**, Oxford, v. 5, p. 423-430, 2000.

SETHI, K. S. **Biofuels**: helping India reduce its Energy Future. New Delhi: TERI Press, 2006. p. 23-34.

SEVERINGHAUS, J. **Why we import Brazilian bioethanol**: Iowa farm bureau. Disponível em: <http://tinyurl.com/ygvhcr>. Acesso em: 15 out. 2007.

SMEETS, E.; FAAIJ, A.; LEWANDOWSKI, I. **The impact of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production**: An exploration of the impact of the implementation of sustainability criteria on the costs and potential of bioenergy production, applied for case studies in Brazil and Ukraine. 2005. Disponível em: <http://www.copernicus.uu.nl>. Acesso em: 27 mar. 2007.

SOLSOLOY, A. D. Insecticidal action of the formulated product and aqueous extract from physic nut, *Jatropha curcas* L. on cotton insect pests. **Cott. Res. Journal**, [S.l.], v. 6, p. 24-35, 1993.

SUBRAMANIAN, K. A. et al. Utilization of liquid biofuels in automotive diesel engines: An Indian perspective. **Biomass & Bioenergy**, Oxford, v. 29, p. 65-72, 2005.

TAKEDA, Y. **Development study on *Jatropha curcas* (Sabu Dum) oil as a substitute for diesel engine oil in Thailand**. Thailand: Interim Report of the Ministry of Agriculture, 1982.

THE STAR. **Malaysia, Indonesia set aside 40% CPO for biodiesel**. 2006. Disponível em: <http://tinyurl.com/y4gl68>. Acesso em: 25 abr. 2007.

TRINDADE, S. **International trade perspective**. Paris: International Energy Agency, 2005a.

TRINDADE, S. **Reflection about food, feed, fibre and fuel**. Paris: International Energy Agency, 2005.

UGARTE, Daniel De La Torre. **The contribution of bioenergy to a new energy paradigm**. France: International Energy Agency, 2005.

UNITED Nations Conference on Trade and Development. **The emerging biofuels market: regulatory, trade and development implications**. Geneva, 2006.

UNITED Nations. Department of Economic and Social Affairs. **Small-scale production and use of liquid biofuels in sub-saharan Africa: perspectives for sustainable development**. 2007. Disponivel em: [http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd15/documents/csd15\\_bp2.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd15/documents/csd15_bp2.pdf). Acesso em: 19 out. 2007.

US Department of Agriculture (USDA). **Life cycle inventory of biodiesel and petroleum diesel for use in an urban bus**. 1998. Disponivel em: <http://www.nrel.gov/doc/legosti/fy98/24089.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2006.

VAN DER LAAK, W. W. M. et al. Strategic niche management for biofuels: analysing past experiments for developing new biofuel policies. **Energy Policy** Inglaterra, v. 35, p. 3213-3225, 2007.

VAN VLIET, O. **Ex-ante assessment of carbon leakage: criteria and methods**. Utrecht: University of Utrecht, Department of Science, 2002.

WEISS, E. **Guide to plants tolerant of arid and semi-arid conditions: nomenclature and potential Uses**. Margraf: Weikersheim, 1989.