



Biodiesel de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em países emergentes: alternativa para o desenvolvimento regional

**Willian José Ferreira¹
Getulio Teixeira Batista²
Cristina Maria de Castro³
Antonio Carlos Pries Devide⁴**

Resumo

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) tem encontrado obstáculos que dificultam seu sucesso como matéria-prima alternativa ao abastecimento da indústria do biodiesel. Estas barreiras puderam ser observadas por meio de um estudo de caso envolvendo o Brasil e a Índia, países com crescimento econômico destacado na última década, que possuem políticas para o biodiesel já estruturadas e pesquisas em andamento com a espécie. Há necessidade de estudos em toda cadeia produtiva, envolvendo aspectos agronômicos e tecnológicos. A possibilidade de incorporar áreas degradadas à agricultura para a produção de energia surge como grande atrativo e outras vantagens

Recebimento: 11/4/2011 • Aceite: 25/8/2012

¹ Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté PPG - Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté. End. Estrada Mun. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000- 12080-010 - Taubaté - SP, Brasil. E-mail: will.ferreira@hotmail.com; getulio@agro.unitau.br

² Doutor em Agronomia Sensoriamento Remoto - Purdue University. Docente do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté. E-mail: getulio@agro.unitau.br

³ Doutorado em Agronomia (UFFRJ). Pesquisadora da APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). Setor de Fitotecnia. E-mail: cristinacastro@apta.sp.gov.br

⁴ Mestre em Fitotecnia (UFFRJ). Pesquisador da APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). E-mail: antoniodevide@apta.sp.gov.br

aparecem sob a ótica social, centrada na agricultura familiar. Concluiu-se que o êxito do pinhão manso nestes países está condicionado principalmente à caracterização das áreas de plantio e aos subsídios e incentivos destinados aos atores envolvidos no processo, especialmente, para que se evidenciem avanços na área de melhoramento genético, com a oferta de novos cultivares.

Palavras-chave: bioenergia; política; agricultura familiar; energia

Jatropha´s biodiesel in emerging countries: an alternative to regional development

Abstract

In this paper we investigate some of the causes that has been limiting the use of JCL (*Jatropha curcas* L.) to supply the biodiesel industry in a sustainable fashion. These barriers could be observed in a case study involving Brazil and India, countries with rapid economic growth in the last decade and that have policies already structured for biodiesel and research in progress with JCL. The findings indicated the need to survey the entire production chain, including agronomic and technological aspects. The possibility of bringing degraded lands into production as energy source opens up great interest in the farmer`s community with the attractive advantages from the social and family farming perspectives. It was concluded that the success of *Jatropha* in these countries is dependent upon the solution of problems, ranging from the characterization of the plantation areas to incentives policies for the parties involved, especially with the research advances towards the offer of new varieties.

Keywords: bioenergy; policy; family agriculture; energy

Introdução

A evolução tecnológica vivenciada pelo homem moderno tem sido fortemente associada à necessidade de incremento na demanda energética, hoje essencial à melhoria de sua qualidade de vida e ao desenvolvimento econômico. A constante oscilação no preço do barril de petróleo e a eminente necessidade de se reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE), aliados às questões de segurança energética, fazem com que o assunto *biocombustíveis* ganhe destaque mundialmente ao contribuir para discussões efetivas sobre a utilização de fontes renováveis de energia (KOHLHEPP, 2010). A busca por alternativas destinadas ao setor de transportes dá origem a estudos focados em soluções envolvendo matérias-primas provenientes de solos de baixa fertilidade e que não sejam fontes de alimentação humana direta ou indireta (GARCEZ; VIANNA, 2009; FARGIONE et al., 2008; SEARCHINGER et al., 2008).

Masieiro e Lopes (2008) afirmam que nas regiões em desenvolvimento a *petrodependência* se mostra bastante acentuada e o acesso aos serviços de energia é extremamente baixo. Por outro lado, países da América Latina têm sido apontados como potenciais fornecedores de etanol e biodiesel, enquanto as economias asiáticas, devido ao grande crescimento econômico e à carência de recursos energéticos para mantê-lo, são vistas como grandes consumidores. Ao serem pressionados por estes fenômenos, os países destas regiões buscam a inserção no recém formado mercado de energias alternativas ao petróleo.

A produção global de biodiesel é da ordem de 18 milhões de m³ e cresceu 300% entre 2005 e 2009 (EIA, 2010). Lapola et al. (2009) registram que o Brasil e a Índia planejam uma ampla expansão deste setor para a próxima década e diversas espécies de plantas exóticas e nativas, ainda pouco conhecidas, apresentam-se com potencial de abastecer à indústria com o biocombustível. Assim, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) se destaca como opção sustentável para o biodiesel (EMBRAPA, 2007).

Arruda et al. (2004) descrevem a planta como uma euforbiácea exigente em insolação e resistente a seca, sendo uma cultura viável para pequenas propriedades rurais. Devido aos princípios tóxicos presentes em sua estrutura, o pinhão manso não é comestível (ACHTEN et al., 2008; CASTRO et al., 2008; ARRUDA et al., 2004) e por ser perene, pode produzir por até 40 anos, sendo adaptado ao relevo montanhoso, que limita o plantio de culturas anuais, apresentando um importante potencial de contribuição na inserção da

agricultura familiar na cadeia dos biocombustíveis bem como ao desenvolvimento sustentável (BHARADWAJ et al., 2007; OPENSHAW et al., 2000).

Essa espécie, também, vem sendo plantada para promover a conservação do solo. O hábito caducifólio faz com que se forme uma camada de serapilheira sob a copa, reduzindo a erosão e a perda de água por evaporação (PEIXOTO, 1973 *apud* CARVALHO et al., 2007). Castro et al. (2008) afirmam que a demanda por pesquisas deve focar a seleção de genótipos estáveis em diferentes ambientes, pois os dados de produtividade do pinhão manso ainda são incipientes e faltam informações técnicas sobre seu comportamento nas diferentes regiões brasileiras em que está sendo cultivado.

Mesmo com vantagens aparentes, o pinhão manso não tem sinalizado resultado expressivo nos lugares aonde vem sendo cultivado (BELTRÃO, 2010; LAVIOLA, 2010; ALTENBURG et al., 2009; CASTRO et al., 2008). A compreensão de como os entraves técnicos interferem no seu cultivo é importante para o dimensionamento da produção e o uso sustentável dessa fonte renovável de energia.

Neste trabalho, foram abordadas algumas das causas do insucesso no plantio do pinhão manso no Brasil e na Índia. Os entraves foram avaliados por meio de um estudo de caso que envolveu esses dois países, selecionados por apresentarem um notável crescimento econômico nos últimos anos e por possuírem políticas já estruturadas para o biodiesel, assim como por estarem na vanguarda das pesquisas com o pinhão manso.

Metodologia

Por meio de revisão bibliográfica foram analisadas, de forma crítica, as principais dificuldades relacionadas à sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel de pinhão manso: na Índia, com base na Política Nacional de Biocombustíveis daquele país (MNRE, 2010), e no Brasil, observando orientações do PNPB e do Plano de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de Pinhão Manso, formulado pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (PDIPM, 2009).

Resultados e Discussão

Biodiesel, pinhão manso e barreiras indianas

A demarcada dependência dos combustíveis derivados do petróleo na Índia é refletida como resultado de um plano de desenvolvimento que tem demandado uma significativa quantidade de energia (JAIN; SHARM, 2010; GTZ/TERI, 2005). Diante do consumo doméstico, o país importa 3,5 vezes mais petróleo do que produz (IEA, 2008), cerca de 130 milhões de TEP (toneladas equivalentes de petróleo), e para os próximos anos é projetada uma taxa de incremento na importação de até 6% ao ano (ZHOU; THOMSON, 2009; SUBRAMANIAM et al., 2008; TERI, 2007). Em relação ao óleo diesel fóssil, Severino et al. (2006) apontam a necessidade de 80 milhões de toneladas do óleo para suprir o abastecimento prospectado para 2012, dos quais 72% serão consumidos pelo setor de transporte e industrial (IEA, 2008).

Frente a este cenário, o país busca soluções agroenergéticas como estratégia de contenção às importações e apresenta potencial para produzir oleaginosas de origem arbórea. A Índia é o principal país produtor de mamona (*Ricinus communis* L.), respondendo por 70% da produção mundial (SEVERINO et al., 2006) e a atual produção de óleos vegetais é proveniente de árvores como mahua (*Madhuca indica*), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), simarouba (*Simarouba glauca*) e karanja (*Pongamia pinnata*), dentre outras espécies, distribuídas entre florestas e áreas não-florestais, que podem se estabelecer sob condições agroclimáticas diversificadas (NOVOD, 2010).

A formação de um comitê que avaliasse a produção dos biocombustíveis em 2002 fomentou os subseqüentes trabalhos que buscaram identificar a planta que daria suporte para a cadeia do biodiesel nas diversas localidades da Índia. Segundo o Gain Report (2010), a produção comercial de biodiesel no país é pequena, estimada em 140 milhões de litros por ano, centrados nas sementes de oleaginosas não comestíveis, na gordura de peixe e sebo.

Em 2009, o Governo aprovou sua Política Nacional sobre Biocombustíveis, com a arrojada meta de adicionar 20% de biodiesel ao óleo diesel fóssil até 2017 (ARADHEY; WRIGHT, 2010; GOLDEMBERG et al., 2008). Neste programa é destacado o fortalecimento da segurança energética a partir de fontes renováveis e não alimentares, utilizando para isso áreas degradadas ou mesmo abandonadas, redefinindo o uso dessas terras, principalmente para abastecer o setor de transportes (MNRE, 2010). Outros pontos de preocupação são: atenuação das emissões de GEE, a questão social, com foco na criação de empregos no campo e no atendimento de uma

vasta população rural que não tem acesso à energia (AHMED et al., 2010).

Os defensores do biodiesel na Índia identificaram no pinhão manso atributos necessários para sustentar o cumprimento das metas dispostas na Política Nacional (LIAQUAT et al., 2010; JAIN; SHARM, 2010), como o objetivo de plantar mais de 12 milhões de hectares até o final de 2012, ainda que com incentivos fiscais (GAIN REPORT, 2010; ZHOU; THOMSON, 2009; BHARADWAJ et al., 2007; GOI, 2004).

O futuro do biodiesel de pinhão manso na Índia depende de sua viabilidade comercial. Altenburg et al. (2009) afirmam que o mercado ainda não emergiu porque o biodiesel não é competitivo com o diesel convencional nos atuais preços de mercado e, com isso, alguns poucos agricultores se motivaram a iniciar seus plantios. Estes autores atribuem duas razões para que isso ocorra: (1) o baixo preço do óleo diesel, que se mantém artificialmente baixo devido ao subsídio do governo; (2) a produção diminuta do biodiesel, decorrente da falta de matéria-prima.

Este problema é acentuado a medida que a expectativa de que a planta oferece bons rendimentos não se concretiza, com seus melhores resultados encontrados em terras férteis, área que não é o foco da Política, necessitando, por consequência, de melhoramento genético e da difusão de técnicas de cultivo comercial (BISWAS et al., 2010).

No campo, estas incertezas são reforçadas pelo investimento inicialmente exigido e ao fato de que a cultura passou somente pela fase inicial de experimentação: seu rendimento e taxa de mortalidade, devido às doenças que podem afetar a planta em cultivos comerciais, ainda estão por serem entendidas, bem como a avaliação do comportamento do plantio em diferentes zonas climáticas (ALTENBURG et al., 2009).

Shukla (2008) aponta a lentidão do governo no atendimento técnico às plantações como principal obstáculo político, pois apenas algumas regiões produtoras têm recebido fomento para o plantio do pinhão manso. Existe a necessidade de se fixar o preço mínimo dos grãos, para que os agricultores avaliem melhor o potencial de renda antes de iniciarem o plantio, algo que hoje não é realizado. Altenburg et al. (2009) e Shukla (2008) são unânimes quanto a importância de campanhas massivas que motivem os produtores ao plantio. No entanto, ambos entendem que o Estado deveria regulamentar o mercado de forma a minimizar o risco de elevados custos para estes agricultores.

Severino et al. (2006) argumentam que o panorama encontrado na Índia é bem diferente da imagem caracterizada pela literatura, onde a cultura é tida como tradicional, registra grandes extensões plantadas e tecnologias avançadas para seu cultivo.

Embora a Índia possua enorme potencial para obter óleos vegetais de origem arbórea se evidencia a falta de pesquisa básica, infraestrutura e acordos comerciais para o desenvolvimento da cadeia produtiva do pinhão manso em todo o país.

Situação do biodiesel e do pinhão manso no Brasil

O governo brasileiro não tem poupado esforços para obter sucessores renováveis para o óleo diesel, já que este combustível é o mais consumido dentre os derivados do petróleo. A demanda nacional foi de aproximadamente 45 milhões de m³ no ano de 2009 (BEN, 2010), dos quais cerca de 80% foi direcionado ao setor de transportes.

No ano de 2004, foi delineado o PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel em que, a partir da Lei 11.097/05, estabeleceu que em todo o óleo diesel comercializado no país, se misture um percentual de biodiesel, hoje estipulado em 5% em volume (B5). O PNPB busca diversificar a matriz energética brasileira, reduzir as importações de óleo diesel, contribuir para a geração de emprego e renda por meio do fortalecimento da agricultura familiar, promover o uso de solos inadequados, declivosos, áridos, com afloramento de rocha, mal drenados e/ou de baixa fertilidade natural associada aos processos anteriormente relacionados, à produção de culturas alimentícias e disponibilizar um biocombustível ambientalmente correto e socialmente justo (BRASIL, 2010).

O B100 produzido no país atingiu 1,6 milhões de m³ no ano de 2009 (BEN, 2010), majoritariamente produzido a partir de fontes tradicionais como a soja e uma pequena contribuição do sebo animal e óleo de algodão, dentre outras matérias-primas menos representativas. Ao estabelecer o percentual de biodiesel a ser misturado ao óleo diesel fóssil, o PNPB gera uma demanda anual crescente pelo biocombustível e, somente o uso do B5 faz com que seja necessário produzir 2,5 milhões de m³ de biodiesel (PDIPM, 2009). O uso de oleaginosas tradicionais, embora tenha um aporte tecnológico bem desenvolvido na produção, não atende de forma sustentável o programa de metas proposto pelo governo. Ou seja, o aumento do percentual da mistura ano a ano competiria com a produção de alimentos, no caso da soja.

Dermibas (2007) afirma que os custos de produção de biodiesel aparecem como um dos principais obstáculos à sua comercialização e,

de acordo com Lensink e Londo (2009), a redução destes valores depende, fundamentalmente, da vivência acumulada pela superação dos obstáculos iniciais. Para que este preço seja reduzido aos níveis mais competitivos deve ocorrer o incremento na oferta da matéria-prima (PAULILLO et al., 2007).

Considerada como matéria-prima potencial para a produção de biodiesel no Brasil, o pinhão manso não atende aos critérios técnicos de sustentabilidade para comprovar sua viabilidade para o PNPB (PDIPM, 2009). Atualmente, não há tecnologia agrônômica e industrial consolidada, logística e infraestrutura para a indústria e volume de produção para garantia de suprimento da demanda.

Áreas de pinhão manso, hoje com 5 anos de idade, em Viçosa/MG e Senador Firmino, cidades da Zona da Mata/MG produziram em 2010, respectivamente, 600 e 250Kg de sementes por hectare (JCL, 2011). No Vale do Paraíba/SP, a APTA registrou em 2010 a produção de cerca de 300Kg de sementes secas por hectare (CASTRO, 2010). Estes resultados são diminutos em relação a produção esperada para plantas com esta idade, em torno de 6000 kg/ha observadas no exterior. (ACHTEN et al., 2008).

A mescla entre a falta de informação e o pensamento de que a planta é altamente rústica causa grande dissonância, efeito que tem levado boa parte dos plantios a serem abandonados pelos produtores rurais (JCL, 2011). Apesar desse revés, são contabilizados 30 mil hectares plantados com pinhão manso no país (BELTRÃO, 2010; LAVIOLA, 2010).

O Plano de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de Pinhão Manso relata que os cultivos experimentais no Brasil são incipientes, todos com menos de 10 anos (PDIPM, 2009). Embora existam espécies de plantas nativas indicando bons resultados em escala de laboratório, a produção de pinhão manso comercial ainda é extrativista, com poucas áreas de plantio comercial que possibilitem avaliar suas potencialidades nas distintas regiões brasileiras. Não somente o incremento das áreas de cultivo se faz necessário, mas também o fortalecimento da pesquisa de base. Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), exigências legais para o registro de novos cultivares (MILANI et al., 2009), estruturados à partir de uma rede de pesquisas em caráter nacional que possa estudar estas potencialidades, possibilitarão o entendimento da espécie, tal como ocorre com as culturas tradicionais em experimentos espalhados por todo o território.

A falta de melhoramento genético aparece como barreira para a otimização da produtividade, sendo necessário fixar caracteres

relacionados aos cultivares melhorados tais como o aumento da produtividade, resistência às fitomoléstias, precocidade, porte anão, etc. A contar da ampliação de conhecimentos técnicos e científicos são estimados mais 10 anos para que surjam os primeiros resultados científicos que alavanquem o sistema de produção dessa cultura, definindo assim sua participação na indústria do biodiesel (PDIPM, 2009).

Há de se notar que a sustentação dos plantios apoiada na agricultura familiar e no uso de solos degradados aumenta o desafio de alcançar altas produtividades sem resultar em custos mais elevados de produção e na necessidade de subsídios (GOLDEMBERG et al., 2008).

Contrastando com a frustração dos produtores rurais, devido aos resultados iniciais nos primeiros anos de cultivo, a indústria aeronáutica, por meio de parceria com grandes fabricantes de aeronaves, tem promovido vôos-teste com bioquerosene, outro derivado do pinhão manso. Para os próximos anos, existe a promessa de se reduzirem as emissões de poluentes em até 80% em relação ao combustível hoje utilizado nas aeronaves (BIODIESELBR, 2010; AVIAORECUE, 2010). Porém, persistindo as incertezas, ora verificadas com os resultados das pesquisas, ficará ainda mais nítida a contraposição entre as expectativas e o positivismo de setores interessados no sucesso desta proposta.

Em resumo, para a realidade brasileira falta pesquisa básica, conhecimentos científicos e tecnológicos, remoção de barreiras comerciais, tanto técnicas quanto tarifárias, que permitam preconizar o cultivo do pinhão manso de maneira sustentável, tornando-o competitivo e consolidando-o como matéria-prima de alta densidade energética para o PNPB. Falta o melhoramento genético para obtenção de variedades estáveis e mais produtivas da planta. Fundamental para o desenvolvimento regional, é necessária a estruturação e ampliação das políticas destinadas à utilização do biodiesel como recurso sustentável.

Considerações Finais

O sucesso do pinhão manso nos países emergentes Índia e Brasil está condicionado à resolução de problemas que vão desde a caracterização das áreas de plantio à escala de processamento das indústrias, preços e subsídios de incentivo às partes envolvidas no processo. É preciso encontrar soluções alternativas para os anos iniciais de seu plantio, quando a produção é pouco expressiva.

A possibilidade de incorporar grandes áreas de solos degradados à agricultura de energia surge como grande atrativo para ambos os países e, no caso do pinhão manso, as principais vantagens para o setor do biodiesel ainda se concentram na ótica social, onde a aposta está no fortalecimento do sistema de agricultura familiar como meio de promover o desenvolvimento regional.

A pesquisa nos dois países é muito recente e mesmo não dispondo de tecnologias plenamente desenvolvidas, os cultivos vêm sendo incentivados em paralelo às pesquisas.

Há fragilidade do PNPB que não fomenta a cadeia produtiva de maneira adequada. O Programa tem direcionado ações às regiões semi-áridas, muitas vezes se esquecendo da vocação regional e potencial que alguns sítios possuem para produzir insumos agroenergéticos diversificados.

O abismo entre as políticas públicas e o uso agrícola adequado e efetivo das terras surge como outro entrave, que dificulta o balizamento do setor frente à expansão das áreas destinadas à produção de energia de biomassa, sua integração com práticas agrícolas e florestais sustentáveis, melhorias no rendimento da cultura em relação ao uso do solo, água e nutrientes, dentre outros elementos.

Evidentemente, a continuidade dos estudos possibilitará a formação de uma base de tecnologia que estruturará o desenvolvimento da cultura, principalmente no que se refere à pesquisa na área de melhoramento genético, com a oferta de novos cultivares.

Uma proposta de cooperação entre Índia e Brasil na pesquisa sobre o pinhão manso tenderá a favorecer o crescimento regional, alicerçando tecnologias e políticas que, a ambos os países, proporcionará um estágio mais avançado em relação a produção e uso do biocombustível no mundo.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro do CNPq, Projeto 480990/2007-2, intitulado Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.): alternativa econômica, social e ambiental para a produção de biodiesel no Vale do Paraíba (SP).

Referências

ACHTEN, W. M. J. et al. A. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bionergy**. 2008, v. 32, n. 12, p. 1063-1084.

AHMED, S.; JABER, A; DIXON, R. Renewables 2010 Global Status Report: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. REN 21 Report. Paris, 2010, 80p.

ALTENBURG, T. et al. **Biodiesel in India: Value chain organisation and policy options for rural development.** Studies DIE - Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. Bonn, 2009, 158p. ISBN 978-3-88985-379-0.

ARADHEY, A; WRIGHT, T. India: Biofuels Annual, 2010. **Gain Report.** Global Agricultural Information Network/USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report Number: IN1058. 2010, 11p.

ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Rev. bras. ol. fibros.**, 2004, v. 8, n. 1, p. 789-799.

AVIAO RECUE. Aviação comercial: Uso de biocombustível em pauta. **Revista Eletrônica Avião Recue.** Disponível em <http://aviaorecue.terra.com.br/index.asp?codc=1462#>. Acesso em dezembro de 2010.

BELTRÃO, N. E. M. Área cultivada com Pinhão Manso no Brasil. Não publicado. Correspondência pessoal com o autor em Dezembro de 2010.

BIODIESELBR. TAM faz vôo com bioquerosene de pinhão manso. **Revista Eletrônica Biodiesel BR.** Disponível em <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/tam-voo-biodiesel-pinhao-manso-221110.htm>. Acesso em dezembro de 2010.

BISWAS, P. K.; POHIT, S.; KUMAR, R. Biodiesel from *Jatropha*: can India meet the 20% blending target? **Energy Policy**, 2010, 38 (3), p. 1477-1484.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. O Biodiesel. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel>>. Acesso em: dezembro de 2010.

CARVALHO, C. M.; CASTRO, A. G.; CÂNDIDO, D. M. Avaliação da germinação em viveiro da espécie *Jatropha curcas* L. (pinhão manso) de distintas procedências. In: V Workshop Internacional Brasil - Japão: Biocombustível, Meio Ambiente e Novos Produtos da Biomassa. **Anais...** 2007, p. 1-2.

CASTRO, C. M. Produção e adubação do Pinhão Manso: experimento_Bindel. Não publicado. Correspondência pessoal com a autora em Junho de 2010.

CASTRO, C. M.; DEVIDE, A. C. P.; ANACLETO, A. H. Avaliação de acessos de Pinhão Manso em sistema de Agricultura Familiar. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. Disponível em www.apta.sp.gov.br. 2008. Acesso em dezembro de 2010.

DERMIBAS, A. Importance of biodiesel as transportation fuel. **Energy Policy**, 2007, v. 35, p. 4661-4670.

EIA. U. S. Energy Information Administration. Independent Statistics and Analysis: International Energy Statistics. Biofuels Production: Biodiesel. Acesso em dezembro de 2010. Disponível em: <http://tonto.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=79&pid=81&aid=1&cid=regions&syid=2005&eyid=2009&unit=TBPD#>. Acesso em janeiro de 2011.

EMBRAPA. Recomendação Técnica sobre o plantio de Pinhão Manso no Brasil. Documento preparado por Beltrão, N. E. M. e outros pesquisadores da Embrapa Algodão, Embrapa Cerrados, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Soja e Eпамig. 2007. Disponível em: www.cpa0.embrapa.br/portal/noticias/Position%20Paper.pdf. Acesso em dezembro de 2010.

FARGIONE, J. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science**. 2008, v. 319, p. 1235–1256.

GAIN REPORT India: Biofuels Annual, USDA, 2010.

GARCEZ, C. A. G.; VIANNA, J. N. S. Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability. **Energy**, 2009, v. 34, p. 645–654.

GOI - Government of India. Energy statistics. Central Statistical Organization, Ministry of Statistics and Programme Implementation. New Delhi, 2004.

GOLDEMBERG, J.; NIGRO, F. E. B.; COELHO, S. T. **Bioenergia no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 152p. Título CDD 333.79.

GTZ / TERI - Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit / The Energy Research Institute. **Liquid biofuels for transportation: India country study on potential and implications for sustainable agriculture and energy**. New Delhi, 2005, 120p.

IEA. The International Energy Agency. Statistics Oil: Oil Data for India_2008. International Energy Agency; 2008. Disponível em: http://www.iea.org/stats/oildata.asp?COUNTRY_CODE=IN. Acesso em dezembro de 2010.

JAIN, S.; SHARMA, M. P. Prospects of biodiesel from Jatropha in India: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 2010, n. 14, p. 763-771.

JCL. **Produtores abandonam lavouras de pinhão manso em Minas Gerais**. Rio de Janeiro: CGP – Globo Rural, 20/03/2011 08h00 - Atualizado em 20/03/2011 09h23. Programa de TV. Disponível em <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2011/03/produtores-abandonam-lavouras-de-pinhao-manso-em-minas-gerais.html>. Acesso em março de 2011.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**. 2010, v.. 24 (68), p. 223-253.

LAPOLA, D. M.; PRIESS, J.; BONDEAU, A. Modeling the land requirements and potential productivity of sugarcane and jatropha in Brazil and India using the LPJmL dynamic global vegetation model. **Biomass and Bioenergy**. 2009, v. 33, p. 1087-1095. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.04.00>. Acesso em dezembro de 2010.

LAVIOLA, B. Área cultivada com Pinhão Manso no Brasil. Não publicado. Correspondência pessoal com o autor em Dezembro de 2010.

LENSINK, S.; LONDO, M. Assessment of biofuels supporting policies using the BioTrans model. **Biomass and Bioenergy**, 2009, v. 1, p. 1–9.

LIAQUAT, A. M. et al. Potential emissions reduction in road transport sector using biofuel in developing countries. **Atmospheric Environment**. 2010, n. 44, p. 3869-3877.

MASIEIRO, G; LOPES, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. **Revista Brasileira de Política Internacional**. 2008, v. 51(2), p. 60-79.

MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P. Andamento e perspectivas do programa de melhoramento de mamona da Embrapa. Documentos, 226. Embrapa Algodão. Campina Grande, 2009. 26p.

MNRE. Ministry of New and Renewable Energy. GOI - Government of India. National Policy on Biofuels. Official Website. Disponível em <http://www.mnre.gov.in/policy/biofuel-policy.pdf>. Acesso em dezembro de 2010.

NOVOD. National Oilseeds and Vegetable Oils Development Board. 26th Anual Report 2009-2010. Ministry of Agriculture. Government of India. Haryana, 2010. 128p.

PAULILLO, L. F.; Vian, C. E. F.; Shikida, P. F. A.; Mello, F. T. . Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis?. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. Brasília, 2007, v. 45, n. 3, p. 531-565. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032007000300001&lng=en&nrm=iso. Acesso em dezembro de 2010. DOI: 10.1590/S0103-20032007000300001.

PDIPM. Pesquisa Desenvolvimento e Inovação de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.). PPDI – Pinhão Manso (2009-2019). Documento para discussão no I CBPPM – Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão Manso. Brasília, 2009, 16p.

SEARCHINGER, T. et al. Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. **Science**. 2008, v. 319, p. 1238–1240.

SEVERINO, L. S. et al. Viagem à Índia para prospecção de tecnologia sobre mamona e pinhão manso. Documento 153. Campina Grande. Embrapa Algodão, 2006. 58p.

SHUKLA, S. K. Biofuel development programme of Chattisgarh. In: Fifth International Conference Biofuels. **Anais...** Winrock International India, 2008, p.112–115.

SUBRAMANIAM, K. A.; SINGHAL, S. K.; MUKESH, S. Utilization of liquid biofuel in automotive diesel engine: an Indian perspective. **Journal of Biomass and Energy**. 2008, n. 29, p. 65–72.

TERI - The Energy Research Institute. **TEDDY: Energy data directory & yearbook**. Report. New Delhi, 2007, 150p.

ZHOU, A.; THOMSON, E. The development of biofuels in Asia. **Applied Energy**. 2009, n. 86, p.11-20.