

Perspectivas do pinhão manso no Vale do Paraíba para a produção sustentável do biodiesel

Willian José Ferreira¹
Getulio Teixeira Batista²

¹Universidade de Taubaté - UNITAU
Estrada Mun. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000- 12080-010 - Taubaté - SP, Brasil
will.ferreira@hotmail.com

²Universidade de Taubaté - UNITAU
Estrada Mun. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000- 12080-010 - Taubaté - SP, Brasil
getulio@agro.unitau.br

Abstract. The need for alternatives to fossil fuels consumption fosters a growing demand for research in renewable energy sources. Because of this need, studies in this area are essential as they provide knowledge about the use of energy from other means. This article proposes to discuss the perspective of *jatropha* plantations as a feedstock for biodiesel production in the Vale do Paraíba Paulista, which now has 180 hectares planted. The prospects for the future are to supply an estimated demand of 650 thousand hectares. There is a possibility of significant expansion of this crop considered as an economical alternative to the large area of degraded and unproductive pastures, typical of the region. In the medium and long term it is expected an improvement in management techniques and soil conservation practices and thus, bringing hope for a positive contribution to the sustainability of agriculture in the region. Whether or not this crop will significantly increase in the region is dependent on agronomic research results to improve productivity and farmers confidence.

Palavras-chave: *Jatropha*, bioenergia, biocombustível, recuperação de áreas degradadas, biofuel, bioenergy.

1. Introdução

As questões energéticas do mundo moderno têm fomentado o desenvolvimento de estudos que propiciem soluções significativas à *petrodependência*. A oscilação de preço do petróleo aliada à preocupação com as mudanças climáticas globais, enfatiza um cenário de vulnerabilidade em relação a essa matriz energética. Existem motivações para a produção e comercialização do biodiesel, combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que tem sido foco de diversos congressos e discutido intensamente no governo brasileiro (SOUSA, 2006). O uso dessa fonte de energia alternativa requer uma avaliação integrada de sua utilização sustentável. Logo, estimar a contribuição dessa matriz para o desenvolvimento sustentável torna-se uma ação muito importante.

O Governo Federal através do PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (BRASIL, 2004) formalizou sua busca por fontes alternativas de energia com incentivos à produção agrícola para suprir a indústria do biodiesel. Segundo o Programa, a produção do biodiesel objetiva a sustentabilidade, promovendo a inclusão social e o desenvolvimento regional. Muitas são as espécies que podem ser utilizadas na produção do biodiesel, estando o pinhão manso dentre elas, devido ao elevado teor de óleo contido em seus grãos.

O pinhão manso (*Jatropha Curca L.*) é comumente descrito como uma planta perene, arbustiva, da família das Euforbiáceas, exigente em insolação e com forte resistência à seca (Castro et al., 2008; Castro et al., 2006; Arruda et al., 2004). Apontado como uma das culturas mais promissoras para a produção do biodiesel e com grandes possibilidades de inserção na agricultura familiar, o pinhão manso tem se adaptado a diferentes condições ambientais e a

solos pouco férteis. Adapta-se aos terrenos de relevo irregular que são limitantes às culturas anuais e não é consumido por animais, devido às toxinas presentes na planta. Sendo uma cultura perene, promove a conservação do solo, pois o cobre com uma camada de matéria seca, reduzindo a erosão e a perda de água por evaporação, evitando assim, enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta (Castro et al., 2006 *apud* Peixoto, 1973). Castro et al.; *op. cit.*, afirmam que há demanda por pesquisas, pois os dados de produtividade do pinhão manso ainda são incipientes e faltam informações científicas sobre seu comportamento nas diferentes regiões em que está sendo cultivado.

A introdução de plantios comerciais de pinhão manso no Vale do Paraíba aparece como uma atividade promissora quando observado o interesse pelo biodiesel como uma alternativa econômica para a região. Sobre esses pontos, Sachs (2007), em seu relato sobre a revolução energética do século XXI, reflete sobre a atividade do pinhão manso na Índia, país em desenvolvimento tal como o Brasil:

(...) o pinhão-manso pode ser cultivado em terras degradadas e semidesérticas com uma produtividade estimada na Índia em duas toneladas de biodiesel por hectare/ano. (...) O cultivo do pinhão-manso, segundo autores indianos, geraria um emprego por hectare. Assumindo a alocação de dez milhões de hectares de terras hoje abandonadas para o cultivo de pinhão-manso e uma produtividade baixa de 1,5 toneladas por hectare, o biodiesel produzido substituiria um décimo da demanda indiana pelo petróleo, gerando dez milhões de empregos.

Nesse contexto, o pinhão manso poderá contribuir de maneira positiva para o desenvolvimento da economia no Vale do Paraíba, criando perspectivas de fomento às usinas de biodiesel e atuando como agente de recuperação ambiental. Embora seja necessário o fortalecimento das atividades de pesquisa, o cultivo comercial da espécie na região poderá auxiliar no trabalho de recuperação de terras degradadas e na mitigação do efeito estufa. Diante desse cenário, este trabalho pretende analisar o pinhão manso e sua potencial utilização como alternativa energética voltada ao desenvolvimento sustentável no Vale do Paraíba.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

Banhado pelo rio Paraíba e reconhecido por sua importância tecnológica e política, o Vale do Paraíba Paulista, em termos populacionais e de arrecadação, é a segunda maior macro-região do Estado (**Figura 1**).

Vianna et al. (2008 *apud* Coelho Netto, 2003) descrevem a região como uma paisagem heterogênea, instável e submetida a mudanças ambientais cada vez mais rápidas, onde, até meados do século XVIII, era predominantemente ocupado pela Floresta Atlântica. Após vivenciar vários ciclos econômicos ao longo da história, a região é considerada uma tradicional bacia leiteira do Estado de São Paulo, sendo a pecuária, a principal fonte de renda para os pequenos e médios produtores rurais. A partir do início do século XXI, expressivas plantações de eucalipto foram integradas à paisagem local, associadas à produção das indústrias de celulose e papel da região e, com isso, o eucalipto passou a ser encarado como uma alternativa econômica aos pequenos e médios produtores.



Figura 1. O Vale do Paraíba Paulista.

2.2. Aspectos conceituais sobre a sustentabilidade

A expansão das atividades de pesquisa referentes aos biocombustíveis poderá ser melhor compreendida se considerado o significado do termo *sustentabilidade*.

O conceito de sustentabilidade pode ser relacionado a uma visão não-linear de mundo e faz referência a um sistema onde a sequência de determinado processo é circular: envolve a utilização consciente da matéria-prima, energia e atividade produtiva, com a recirculação dos materiais aproveitáveis para outros ciclos. Em oposição a esse pensamento, a sociedade atual, numa busca obsessiva pelo crescimento econômico, estimula o consumo e a rápida exploração dos recursos naturais.

Sachs (2002) afirma que para alcançar a sustentabilidade ambiental é necessário considerar simultaneamente os aspectos sociais, econômicos, ecológicos e culturais. O gerenciamento de efeitos do avanço tecnológico e dos interesses econômicos sobre a degradação ambiental é prerrogativa para a concepção de um envolvimento que respeite as peculiaridades do ecossistema local. Assim, tal conceito está diretamente ligado aos processos de interação humana, representando a capacidade de transformação do meio aplicada à cultura do homem.

Evidentemente, à medida que o conceito evolui torna-se mais complexo. O conservadorismo das estruturas político-econômicas e sociais faz com que a implementação de estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável não apareça como práxis e a oferta de alternativas pragmáticas para lidar com essas questões surja como uma proposta desafiadora.

2.3. O pinhão manso no contexto da produção sustentável de biodiesel

A criação do PNPB, bem como o aumento da demanda pelos combustíveis vegetais, depositou no pinhão manso grande expectativa em relação ao fornecimento desta matéria-prima para a produção do biodiesel. A escolha se baseia na alta produtividade de óleo nas sementes, no baixo custo de produção e na resistência ao estresse hídrico, que é uma significativa vantagem, principalmente na região semi-árida do país (BELTRÃO et al., 2007). Entretanto, o incentivo ao plantio comercial do pinhão manso é visto com certa preocupação e são necessários dados que possam caracterizar seus impactos sociais e ambientais.

As pesquisas realizadas em órgãos públicos, como a EMBRAPA e a EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, demonstram não ser conclusivas nem suficientes para a criação de políticas públicas para o desenvolvimento da cultura (REPÓRTER BRASIL, 2009). O setor privado, no entanto, se mostra mais otimista. Segundo a ABPPM - Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso, a área plantada no país dobrou nos últimos 19 meses, atingindo 40 mil hectares em julho de 2009 (*idem*, p.46). Devido a essas incertezas, mesmo após ter sua inscrição efetivada no Registro Nacional de Cultivares, a cultura do pinhão-manso divide opiniões quanto à sua viabilização comercial.

Acerca da produtividade do pinhão manso, Bengé (2006 *apud* Duke, 1983 in Gaydou et al., 1982) sinaliza para um rendimento de sementes que varia entre 6 e 8 ton/ha. As colheitas no Brasil caminham para resultados similares: no Maranhão, em 2005, a primeira colheita forneceu 500 kg/ha de semente e em 2006, a produtividade foi de 975 kg/ha (LIMA et al., 2007). Dias *et al* (2007), em projeto implantado na Zona da Mata mineira, obtiveram dados de produtividade compatíveis com os apresentados por Bengé (**Tabela 1**). Cáceres (2007) afirma que a colheita do pinhão manso no início é pequena, com aumento ao longo das sucessivas safras até estabilizar a produção entre os 5 e 6 anos de idade. Em média, são esperadas entre 6 e 7 ton/ha de amêndoas.

Tabela 1. Produção do pinhão manso no Projeto Jatropha (MG), iniciado em 2005.

Produtividade estimada (Kg/ha)	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano e demais
	200	1800	3000	6000

Fonte: Dias et al. (2007).

Os dados sobre o rendimento agrícola do pinhão manso possibilitam a estimativa da produtividade do biodiesel nas usinas. Bengé (2006), ao assumir como 37% o teor de óleo nas sementes em uma produtividade de 6 a 8 ton/ha de sementes, sugere rendimentos da ordem de 2100-2800 L/ha de óleo combustível. Simulações atuais demonstram que a prensagem de uma tonelada de sementes de pinhão manso rende 277,5 litros de biodiesel, assumindo como 34% o teor de óleo e 75% a eficiência na extração (LAPOLA et al., 2009 *apud* Achten et al., 2008).

A atividade de produção de biodiesel no Brasil é regulada pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. O país se posiciona como um dos maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2008, de 1,2 bilhões de litros e uma capacidade instalada, em janeiro de 2009, para 3,7 bilhões de litros (BRASIL, 2009). As usinas espalhadas por todo o território realizam o processamento do biocombustível utilizando diversas espécies vegetais (**Figura 2**). Poucas fazem uso do pinhão manso como matéria-prima devido à baixa oferta do produto no mercado e, em geral, as

negociações de fornecimento são tratadas em projetos de agricultura familiar ou proveniente do plantio experimental de grupos de produtores.

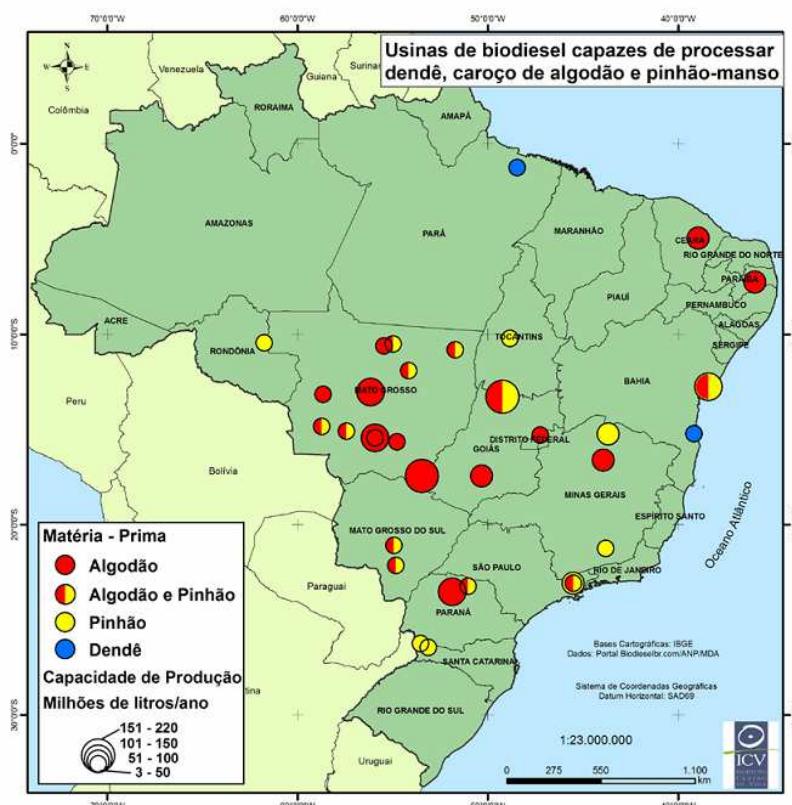


Figura 2. Processamento de biodiesel no Brasil.
Fonte: Repórter Brasil, 2008, p. 6.

3. Resultados e Discussões

As pesquisas com as sementes do pinhão manso no Vale do Paraíba vêm sendo desenvolvidas a pouco mais de três anos, em uma parceria entre a APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, de Pindamonhangaba, a CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral e produtores rurais de Taubaté. O objetivo dos estudos na Agência é descobrir qual o tipo de planta se adaptará melhor à região. Segundo a Associação dos Amigos dos Bairros Rurais, a região conta com 180 hectares plantados e a meta é fornecer grãos para atender uma demanda de 650 mil hectares. Essa potencialidade que fornecerá o óleo vegetal a ser transformado em biocombustível na região.

No entanto, a situação no Vale do Paraíba não difere do que ocorre no restante do país e as usinas apresentam as mesmas dificuldades em relação à obtenção da matéria-prima. Nota-se o incentivo à formação de cooperativas rurais para a produção da planta e espera-se que as pesquisas confirmem as perspectivas de inserção da espécie na linha produtiva do biodiesel, bem como o posterior uso de seus subprodutos.

O futuro se mostra promissor, mesmo com os estudos sobre a produtividade estando apenas no começo. A evolução dos cultivos fará com que a escassez de matéria-prima seja sanada, viabilizando sua utilização nos próximos anos. Se isso acontecer, a relação entre produto e serviço estará fechada, pois, existe demanda para a produção de biodiesel, bem como o interesse econômico para o desenvolvimento do cultivo na região.

Além das questões políticas e econômicas, a possibilidade de converter a sustentabilidade em “fonte ecológica de renda” é também bastante atrativa em tempos de mudanças climáticas globais. Assim, o pinhão manso pode ser encarado como agente de sustentabilidade ambiental quando integrado à paisagem local.

A recuperação de áreas degradadas trará à terra debilitada boa rentabilidade para o plantio. Estudos recentes mostram o pinhão manso com grande potencial para a recuperação da qualidade do solo. Ogunwole et al. (2009) afirmam que em um curto período de cultivo evidenciou-se, em relação a uma vegetação nativa, o aumento de 15% no diâmetro médio ponderado do solo e o aumento de 6 a 30% na estabilidade de macroagregados. A densidade do solo foi reduzida em 20%, enquanto as partículas orgânicas associadas ao carbono e ao nitrogênio aumentaram cerca de 30%. Dessa maneira, a recuperação de sua estrutura sob cultivo de pinhão manso pode implicar na melhoria das características físicas destes solos, o que garantirá maior infiltração de água em vez de escoamento e erosão (*idem*, 2008). Entretanto, o bom desempenho de qualquer programa de recuperação ambiental dependerá da sua capacidade de promover renda aos produtores.

De acordo com Santi et al. (2007), os sistemas de produção que preconizam a utilização de culturas voltadas à produção de energia renovável apresentam potencial para sequestrar carbono no solo e mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Recebe a denominação de “sequestro de carbono”, o processo de remoção de dióxido de carbono do ar. Como uma espécie perene, o pinhão manso garante a fixação de carbono pelas plantas e permite que essa quantificação de carbono seja utilizada na geração de certificados de emissão reduzida (CERs). O Protocolo de Kyoto (1997) criou metas para a redução das emissões de gases do efeito estufa e assim, o “crédito de carbono” tornou-se um dos mecanismos de flexibilização do Protocolo.

O Brasil pode ser um dos principais beneficiários do chamado mercado do carbono, negociado nas bolsas de valores de vários países. Nos Estados Unidos, pesquisadores da Universidade de Iowa calcularam a absorção média de CO₂ de uma árvore de pinhão manso em 8 kg/ano. Ao assumir o plantio de 150 árvores por hectare obtém-se o rendimento de 1,2 ton/ano de carbono (REPÓRTER BRASIL, 2009, p. 52). Segundo dados do Banco Mundial, o preço médio da tonelada de carbono em 2008 foi de 16 dólares (*idem*, 2009). Isso sugere que o crédito de carbono pode amortizar os custos da produção e contribuir como renda adicional ao produtor.

4. Conclusão

O crescente interesse pelos biocombustíveis e os investimentos em pesquisas no setor de energias renováveis gera no mercado um cenário de grande otimismo. Por outro lado, a baixa produtividade apresentada pela planta nos primeiros anos do cultivo traduz o pessimismo dos produtores que apostam no pinhão manso como “milagreiro”.

No Vale do Paraíba há a possibilidade de uma significativa expansão da produção agrícola do pinhão manso sem a necessidade de abertura de novas áreas. É importante que a incorporação ocorra em áreas de pastagens degradadas. O plantio em áreas degradadas deverá resultar, a médio e longo prazo, no melhoramento da conservação do solo.

As ações voltadas ao mercado de carbono poderão significar rentabilidade às propriedades rurais da região não só pelo sequestro de carbono pelo acúmulo de biomassa, mas, também, pela emissão evitada de combustíveis fósseis. Ainda que esse mercado não seja de grande rentabilidade, é certo que os projetos de recuperação ambiental apresentam custos elevados e o saldo resultante da fixação de carbono pela planta poderá abater o custo da implementação e manutenção do processo.

Norteados por princípios ecologicamente satisfatórios, o biodiesel pode ser considerado um vetor de qualidade ambiental e um direcionamento para o desenvolvimento sustentável. Dentro desse contexto, o pinhão manso poderá se tornar um instrumento de inclusão social. Contudo, é importante ressaltar que há a necessidade de muita pesquisa na área agrônômica para melhoria da produtividade e de uma indicação confiável da sustentabilidade econômica dessa cultura na região.

5. Referências

- ACHTEN, W. M. J.; VERCHO, T. L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E. , SINGH, V. P.; AERTS, R. A., et al. *Jatropha* bio-diesel production and use; 32(12):1063-1084. **Biomass and Bioenergy**. 2008.
- ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. M.; ANDRADE, A. P. de ; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, PB. v.8 , n. 1 , p. 789-799 , jan-abril, 2004.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SUINAGA, F. A.; VELOSO, J. F.; JUNQUEIRA, N.; FIDELIS, M.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ROSCOE, R.; GAZZONI, D.; DUARTE, J. de O.; DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B. dos. **Pinhão Manso: recomendação técnica sobre o plantio no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.
- BENGE, M. **Assessment of the potential of *Jatropha curcas*, (biodiesel tree,) for energy production and other uses in developing countries**. USAID - United States Agency for International Development. 2006.
- BRASIL; Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel: **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: Objetivos e Diretrizes**. 2004. Disponível em <<http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>>. Acesso em 25/09/2009.
- BRASIL. **Registro Nacional de Cultivares**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2008. Disponível em: <http://masrv103.agricultura.gov.br/cultivares_rnc.htm>. Acesso em 24/09/2009.
- BRASIL; ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Ministério de Minas e Energia. 2009. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em 25/09/2009.
- CÁCERES, D. R.; PORTAS, A. A.; TESTA, J. E. A. **CATI Responde 59: Pinhão-Manso**. Disponível em <www.cati.sp.gov.br/novacati/.../catiresponde/cr59.htm>. Acesso em 23/09/2009.
- CASTRO, A. G.; CARVALHO, C. M.; CÂNDIDO, D. M. **Avaliação da germinação em viveiro da espécie *Jatropha Curcas* L. (pinhão manso) de distintas procedências**. Instituto Florestal de Taubaté. Taubaté/SP. 2006.
- 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 20/09/2009.
- COELHO NETTO, A. L. Evolução de cabeceiras de drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ): bases para um modelo de formação e crescimento da rede de canais sob controle estrutural. **Rev. Bras. Geomorfologia**, Ano 4(2): 118-167. 2003. Disponível em <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em 20/09/2009.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUZA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; PRETTI, L. A. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG. 2007.
- DUKE, J. A. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) Physic nut, Purging nut. **Handbook of Energy Crops**. unpublished. 1983. Personal correspondence with the author on 04/10/06.
- GAYDOU, A. M., MENET, L., RAVELOJAONA, G., and GENESTE, P. Vegetable energy sources in Madagascar: ethyl alcohol and oil seeds (French). **Oleagineux** 37(3):135-141. 1982.
- LAPOLA, D. M.; PRIESS, J. A.; 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 & Bioenergy**, v. 33, p. 1087-1095, 2009.

- LIMA, C. H. L.; ALMEIDA, H. J. S.; MEIRELES, F. H. S.; COSTA, M. G. da; D, G. F.; SEREJO, J. S.; SALGADO, G. de M. Avaliação da produtividade do pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) no primeiro ano de plantio no estado do Maranhão. Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis. **Anais**. Embrapa Meio Norte. Teresina/PI. 2007. Disponível em <<http://www.cpamn.embrapa.br/agrobiotrabalhos.php>>. Acesso em 24/09/2009.
- OGUNWOLE, J. O.; CHAUDHARY, D. R.; GHOSH, A.; DAUDU, C. K; CHIKARA, J.; PATOLIA, J. S. Contribution of *Jatropha curcas* to soil quality improvement in a degraded Indian entisol. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Section B - Plant Soil Science, 1651-1913, Volume 58, Issue 3, First published 2008, Pages 245 – 251. 2008.
- OGUNWOLE, J. O.; CHAUDHARY, D. R.; GHOSH, A.; DAUDU, C. K; CHIKARA, J.; PATOLIA, J. S. **Improvement of the quality of a degraded Entisol with *Jatropha curcas* L under an Indian semi arid condition**. Discipline of Phytosalinity, Central Salt and Marine Chemicals Research Institute. Disponível em <www.fact-foundation.com/.../Patolia_-_Soil_Structure_Improvement>. Acesso em 30/09/2009. Índia. 2009.
- PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- REPORTER BRASIL. **O Brasil dos Agrocombustíveis - Os Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade**. Volume 2 - Palmáceas, algodão, milho e pinhão-Manso. Estudo do Centro de Monitoramento dos Agrocombustíveis, São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.reporterbrasil.com.br/agrocombustiveis/relatorio.php>>. Acesso em 24/09/2009.
- REPORTER BRASIL. **O Brasil dos Agrocombustíveis - Os Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade**. Volume 5 - Gordura animal, dendê, algodão, pinhão manso, girassol e canola. Estudo do Centro de Monitoramento dos Agrocombustíveis, São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://www.reporterbrasil.com.br/agrocombustiveis/relatorio.php>>. Acesso em 24/09/2009.
- RODRIGUES JÚNIOR, C.; TARGA, M. S; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Florestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim, Taubaté, SP. **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**, Taubaté. 2007.
- SACHS, I. **The energetic revolution of the 21st Century**. vol.21, n.59, pp. 21-38. ISSN 0103-4014. 2007.
- SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Ed. Garamond. São Paulo, 4a Edição, 2002.
- SANTI, A.; DALMAGO, G. N.; DENARDIN, J. E. **Potencial de sequestro de carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. EMBRAPA Trigo. Passo fundo/RS. 2007. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.pdf>. Acesso em 25/08/2009.
- SOUSA, M. T. B. de. Análise da utilização do biodiesel como alternativa para o desenvolvimento sustentável. I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. **Anais**. Natal/RN, 2006.
- VIANNA, L. G. G.; SATO, A. M.; NETTO, A. L. C. Expansão do eucalipto no Vale do rio Paraíba do Sul: subsídios aos estudos hidrológicos de bacias. Disponível em <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo2/007.pdf>. Acesso em 20/09/2009.