



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**PALMÁCEAS ALTERNATIVAS PARA INCREMENTO DA PRODUÇÃO
DE BIODIESEL**

GUSTAVO DE LIMA RAMOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS

**BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO/2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**PALMÁCEAS ALTERNATIVAS PARA INCREMENTO DA PRODUÇÃO
DE BIODIESEL**

GUSTAVO DE LIMA RAMOS

ORIENTADOR: JORGE MADEIRA NOGUEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS

PUBLICAÇÃO: 45/2010

**BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO/2010**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

RAMOS, G. L. **Palmáceas Alternativas para Incremento da Produção de Biodiesel**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010, 133 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado/tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Ramos, Gustavo de Lima
Palmáceas alternativas para incremento da produção de biodiesel.
/ Gustavo de Lima Ramos; orientação de Jorge Madeira Nogueira. – Brasília,
2010.
133 p. : il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, 2010.

1. Biodiesel. 2. Sustentabilidade. 3. Macaúba. 4. Palma. 5. Coprodutos. I.
Nogueira, J. M. II. Título.

CDD ou CDU
Agris / FAO

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**PALMÁCEAS ALTERNATIVAS PARA INCREMENTO DA PRODUÇÃO DE
BIODIESEL**

GUSTAVO DE LIMA RAMOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONEGÓCIOS DA FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

APROVADA POR:

**JORGE MADEIRA NOGUEIRA, PhD. (UNB)
(ORIENTADOR)**

**PAULO ANSELMO ZIANI SUAREZ, PhD. (UNB)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**JOSEMAR XAVIER DE MEDEIROS, PhD. (UNB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

BRASÍLIA/DF, 16 DE DEZEMBRO DE 2010

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Francisco e Maria do Carmo, pelo amor, presença e incentivo em todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos, Arthur e Fernanda, pelo convívio e amor durante todos esses anos.

À Juliana, pelo incentivo, paciência, presteza e amor durante esse tempo de trabalho árduo.

Ao Prof. Jorge Madeira Nogueira, pela orientação, paciência, dedicação e tempo disponibilizados à esta dissertação.

Ao Prof. Paulo Anselmo Ziani Suarez, pela amizade, apoio, tempo e pelas idéias discutidas durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Josemar Xavier de Medeiros, pela presença na banca examinadora e pelas contribuições que engrandeceram esta dissertação.

Aos meus amigos Charbel Chater, Diego Aquino e, em especial, Bruno Orsi, pela convivência e contribuição para a realização deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Agroenergia, Leonardo Lopes Bhering, pela grande contribuição em relação à macaúba, enriquecendo mais esta dissertação.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, Rafael Menezes, Adriano Duarte, Eduardo Soriano, Elzivir Guerra, Tássia Arraes, Marcos Costa, José Gontijo, Teresa e Dione, pelo apoio e compreensão desde o início do mestrado até a finalização de minha dissertação.

Aos meus amigos da Embrapa (Cenargen), pela constante convivência e amizade, mesmo com o pouco tempo disponível para os momentos de descontração.

Aos meus amigos da Agronomia/Unb, pela disponibilidade e amizade em todos os momentos que precisei.

Aos colegas e amigos de mestrado, pela união, amizade e a grande contribuição para meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão de mais uma importante etapa da minha vida.

RESUMO

Há vários séculos, os combustíveis fósseis têm sido a base da matriz energética mundial. Por serem fontes finitas, de recursos cada vez mais limitados e de difícil acesso, são considerados cada vez mais desvantajosos diante da busca pela sustentabilidade energética, econômica e ambiental do planeta. Para atender à esses requisitos, é necessário que se busque o incremento e a diversificação da matriz energética com matérias primas renováveis, resultando em alternativas como o etanol e o biodiesel. O Brasil, com sua ampla disponibilidade de terras agricultáveis e suas condições edafoclimáticas favoráveis, possui grande vocação para o desenvolvimento de uma matriz energética mais limpa e renovável, baseada, principalmente, nos biocombustíveis, onde o biodiesel surge como alternativa viável para atender à atual e futura demanda nacional. Pelas limitações existentes em alguns países, é possível que haja o deslocamento de áreas com a finalidade de se produzir biocombustíveis. Entretanto, o Brasil é um país de dimensões continentais, e dispõe de inúmeras opções para evitar a competição entre áreas de produção. Como a maior limitação na produção de biodiesel está concentrada na área de matéria prima, há a necessidade de se ampliar a busca por novas fontes graxas, melhorar as tecnologias de produção a partir de matérias primas de baixa qualidade e agregar valor aos coprodutos obtidos durante o processo produtivo. Este trabalho mostra as vantagens no cultivo da macaúba, principalmente em consorciação com pastagens, como matéria prima para produção de biodiesel. O estudo mostra, também, que, diante da disponibilidade de áreas e do potencial produtivo da palma, a utilização da borra ácida do dendê é um incremento importantíssimo para a produção de energia. Destaque especial é dedicado a demonstrar que os impactos no setor de alimentos são pouco ou nada significativos, e que não há concorrência entre os tipos de cultivo destinados a cada um dos setores – energético e alimentício.

Palavras-chave: Biodiesel, sustentabilidade, macaúba, palma, coprodutos

ABSTRACT

For many years, fossil fuels have been the foundation of global energy. Because they are finite supplies, increasingly limited resources and difficult access, are increasingly seen as disadvantageous in front of the search for sustainable energy, economic and environmental sustainability of the planet. To meet these requirements, it is necessary to seek an increase and diversification of energy sources with renewable raw materials, resulting in alternatives like ethanol and biodiesel. Brazil, with its wide availability of arable land and its favorable climate and soil conditions, has great potential for the development of an energy cleaner and renewable, mainly based on biofuels, where biodiesel comes as a viable alternative to meet current and future domestic demand. The limitations that exist in some countries, it is possible that the shift from areas with the aim to produce biofuels. However, Brazil is a country of continental dimensions, and has numerous options to avoid competition between production areas. As a major limitation in biodiesel production is concentrated in the area of raw materials, there is a need to broaden the search for new sources greases, improve production technology from low-quality raw materials and add value to co-products obtained during the production process. This work shows the advantages in the cultivation of *Acrocomia aculeata*, mainly in association with pastures, as raw material for biodiesel production. The study also shows that, given the availability of areas and the productive potential of the palm, the use of acid sludge from oil palm is important for increased energy production. Special emphasis is devoted to showing that the impacts on the food sector are little or nothing significant, and there is no competition between the crops for each of the sectors - energy and food sectors.

Keywords: Biodiesel, sustainability, macauba palm tree, palm, coproducts

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Comparação de algumas fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel	10
Tabela 2. Preços do biodiesel e diesel no produtor (com PIS/COFINS, sem ICMS).23	
Tabela 3. Tributos Federais Incidentes no Biodiesel e Diesel de Petróleo.....	42
Tabela 4. Percentuais Mínimos para Aquisição de Matérias Primas, provenientes da Agricultura Familiar, por Região, para a obtenção do Selo Combustível Social pela Empresa.....	43
Tabela 5. Empresas com Selo Combustível Social, em maio de 2010.	43
Tabela 6. Principais produtos da agricultura familiar destinados à produção de biodiesel	56
Tabela 7. Série histórica de produção, área plantada e produtividade de soja, no Brasil	68
Tabela 8. Série histórica de produção, área plantada e produtividade de mamona, no Brasil	74
Tabela 9. Série histórica de produção em cacho, produção de óleo, área plantada, produtividade em cacho e produtividade em óleo de palma, no Brasil.....	78
Tabela 10. Produção mundial de óleos por área plantada	81
Tabela 11. Instrumentos de crédito para produção da palma de óleo.....	88
Tabela 12. Preço do óleo de palma, em 2010, no mercado da Malásia (US\$/t).	91
Tabela 13. Preço do óleo de palmiste, em 2010, no mercado da Malásia (US\$/t)....	91
Tabela 14. Preço do óleo de soja, em 2010, na bolsa de Chicago (US\$/t).....	92
Tabela 15. Sequestro de carbono pelas culturas da palma e da soja	94
Tabela 16. Situação hipotética 1 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.....	106
Tabela 17. Situação hipotética 2 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.....	107
Tabela 18. Situação hipotética 3 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.....	109
Tabela 19. Situação hipotética 4 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de oferta de um bem.	16
Gráfico 2. Curva de demanda de um bem.	19
Gráfico 3. Interação entre as curvas de oferta e demanda. O cruzamento das curvas é o ponto de equilíbrio de determinado bem.	21
Gráfico 4. Preço do óleo de soja no estado de São Paulo.	24
Gráfico 5. Preço de venda da mistura diesel/biodiesel da distribuidora ao posto revendedor.	25
Gráfico 6. Preço de venda da mistura diesel/biodiesel do posto revendedor ao consumidor final.	25
Gráfico 7. Relação entre oferta e demanda de biodiesel.	26
Gráfico 8. Publicações contendo a palavra “biodiesel” entre 1988 e 2008.	47
Gráfico 9. Número de pedidos de patente em biodiesel publicados por ano no mundo.	48
Gráfico 10. Número de pedidos de patente em biodiesel publicados por ano no Brasil.	49
Gráfico 11. Número de pedidos de patente, em biodiesel, publicados, por ano, por brasileiros.	50
Gráfico 12. Número de Famílias Inseridas no PNPB.	57
Gráfico 13. Aquisições da Agricultura Familiar (em milhões de R\$).	58
Gráfico 14. R\$ adquiridos da agricultura familiar por litro de B100 arrematado nos leilões da ANP.	59
Gráfico 15. Número de famílias da agricultura familiar por milhão de litros de B100 arrematados nos leilões da ANP.	59
Gráfico 16. Participação da Região Nordeste na Agricultura Familiar Brasileira.	60
Gráfico 17. Participação das matérias primas utilizadas na produção de biodiesel.	67
Gráfico 18. Projeção de preços do diesel e biodiesel (2008 – 2017).	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura Gerencial do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.....	36
Figura 2. Percentuais de adição de biodiesel ao diesel estabelecidos na Lei nº 11.097.	37
Figura 3. Pilares do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.....	39
Figura 4. Atores envolvidos no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.	40
Figura 5. Estrutura da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.	52
Figura 6. Reação de transesterificação para obtenção de biodiesel.	64
Figura 7. Localização das unidades produtoras de biodiesel.....	66
Figura 8. Áreas adequadas para a produção de palma no mundo.....	82
Figura 9. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Norte.	85
Figura 10. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Sudeste, englobando os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.	86
Figura 11. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Nordeste. ...	87
Figura 12. Distribuição geográfica da macaúba na América.	103
Figura 13. Maciços de Macaúba	105

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	PROBLEMATIZAÇÃO E OBJETIVOS	7
1.1.1.	Problema de pesquisa	7
1.1.2.	Justificativa.....	8
1.1.3.	Objetivos.....	11
1.2.	MÉTODOS	13
2.	FATORES EXPLICATIVOS DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS (BIODIESEL)	14
2.1.	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	14
2.2.	A INFLUÊNCIA DA OFERTA NA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO.....	15
2.3.	A INFLUÊNCIA DA DEMANDA NA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO.....	18
2.4.	EQUILÍBRIO DE MERCADO	20
2.5.	MERCADO DE BIODIESEL	22
2.6.	INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA E COMERCIALIZAÇÃO.....	27
2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
3.	BIODIESEL E A AGRICULTURA BRASILEIRA.....	31
3.1.	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	31
3.2.	PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE BIODIESEL.....	32
3.3.	MARCOS REGULATÓRIOS E O PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL.....	34
3.3.1.	Selo Combustível Social.....	41
3.4.	INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E BIODIESEL.....	44
3.4.1.	Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.....	51
3.5.	AGRICULTURA FAMILIAR	53
3.5.1.	Matérias Primas Utilizadas Para a Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar.....	56
3.5.2.	Inovação Tecnológica na Agricultura Familiar	62
3.6.	PRODUÇÃO DE BIODIESEL	63
3.7.	PRINCIPAIS MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO NACIONAL DE BIODIESEL	65
3.7.1.	Soja.....	67
3.7.2.	Sebo Bovino	70
3.7.3.	Algodão	71
3.7.4.	Girassol.....	72

3.7.5. Mamona.....	73
3.8. PALMÁCEAS DE ELEVADO POTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	75
3.8.1. Dendê.....	75
3.8.2. Macaúba.....	76
4. UTILIZAÇÃO DA PALMA E DA MACAÚBA DESTINADAS À PRODUÇÃO DE BIODIESEL	77
4.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	77
4.2. A CULTURA DO DENDÊ	78
4.2.1. Panorama atual e vantagens da produção de dendê no Brasil	80
4.2.2. Caso Agropalma	95
4.2.3. Dificuldades para o desenvolvimento da dendeicultura no Brasil	96
4.2.4. Limitações inerentes à matéria prima	99
4.2.5. Borra Ácida do Dendê	101
4.3. A CULTURA DA MACAÚBA	103
4.3.1. Macaúba em Consorciação com Pastagens	113
4.3.2. Limitações para o desenvolvimento da cultura da macaúba no Brasil.....	114
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho mostra as vantagens no cultivo da macaúba, principalmente em consorciação com pastagens, como matéria prima para produção de biodiesel. O estudo mostra, também, que a utilização da borra ácida do dendê, destinada ao mesmo fim da macaúba, é um incremento importantíssimo para a produção de energia. Destaque especial é dedicado a demonstrar que os impactos no setor de alimentos são pouco ou nada significativos, e que não há concorrência entre os tipos de cultivo destinados a cada um dos setores – energético e alimentício.

Por mais de dois séculos, a matriz energética mundial tem tido como base combustíveis de fontes energéticas não renováveis, como o carvão mineral e, principalmente, o petróleo. Esses combustíveis, de origem fóssil, possuem algumas desvantagens, como o fato de ser uma fonte finita. Outro aspecto preocupante, é que eles se encontram concentrados em regiões limitadas e de difícil acesso, além de emitirem gases poluentes (CRABBE *et al.*, 2001).

Para que um país evolua e sustente de maneira segura o cenário energético nacional, em um contexto de mundo globalizado, deve-se buscar a diversificação e o incremento de fontes renováveis e mais limpas na matriz energética, atendendo, principalmente, aos requisitos de sustentabilidade tecnológica, social, ambiental e econômica (POUSA, *et al.*, 2007; SUAREZ e MENEGHETTI, 2007). Pelo baixo custo, grande disponibilidade e natureza renovável, o uso da biomassa desponta, em muitos países, como uma das alternativas mais promissoras para a produção de biocombustíveis, assumindo, ao longo do tempo, o papel desempenhado pelos

derivados do petróleo (SUAREZ *et al.*, 2007). Para tanto, em um cenário global com uma crescente demanda por energias limpas, vários países incluíram o álcool combustível em sua matriz energética.

O Brasil, há cerca de quatro décadas, vem utilizando o bioetanol - obtido a partir da cana de açúcar - para adicioná-lo diretamente à gasolina. Este programa, denominado PRO-ÁLCOOL (Programa Nacional do Álcool), foi instituído pelo Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975, durante a primeira grande crise do petróleo, com a finalidade de expandir a produção de álcool etílico (anidro e hidratado), diminuir a dependência dos derivados de petróleo e ajudar o setor sucroalcooleiro, o qual, na época, possuía grande número de usinas com significativa capacidade ociosa (IPEA, 2010).

O programa teve, basicamente, cinco fases. A primeira diz respeito ao uso da mistura de 20% (E20) de álcool anidro na gasolina e à produção de carros movidos a esse combustível. A segunda fase corresponde ao início da produção de carros movidos, exclusivamente, a álcool hidratado, desencadeando uma terceira fase, caracterizada pela elevação do consumo de etanol e pelo aumento da frota de veículos movidos a álcool. A quarta fase evidenciou certo declínio do programa, devido ao aumento de preços do açúcar e ao fim dos subsídios para o setor sucroalcooleiro. Com a Constituição de 1988, o programa passou para a quinta fase, onde houve a desregulamentação do setor, baseada na gestão pelo setor privado e na inexistência de intervenção do Estado (CGEE, 2009).

Até hoje, a mistura etanol/gasolina continua obrigatória dentro da política nacional de desenvolvimento de combustíveis. Além disso, com a elevação dos preços do barril de petróleo no mercado internacional e a preocupação com a questão ambiental, alternativas de menor custo e menos gravosas ao meio ambiente

estão sendo utilizadas e aprimoradas. Por esses motivos, pode-se dizer que estamos na sexta fase do PRÓ-ÀLCOOL, principalmente pelo aparecimento e sucesso dos veículos *flex-fuel*.

Na mesma época, foi criado o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PRO-ÓLEO), com o intuito de encontrar um substituto para o óleo diesel de petróleo, que fosse produzido a partir de derivados de triglicerídeos (óleos vegetais e gorduras animais) por processos físico-químicos. No entanto, devido à normalização do mercado internacional de petróleo e a estabilização dos preços, além do alto custo da produção e esmagamento das oleaginosas, este programa progrediu muito pouco, o que determinou sua interrupção. A partir da década de 90, programas de substituição de diesel fóssil por derivados de óleos e gorduras ressurgem na Europa, Brasil, Estados Unidos, Canadá, Argentina e Malásia. Esses países deram seqüência à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que viabilizaram a produção de combustíveis a partir de matérias primas vegetais e animais, e atualmente, alguns deles são referências na utilização de óleos e gorduras para a produção de biocombustíveis (USDA, 2002).

Mesmo com diversos pontos a favor dos biocombustíveis, existem questões divergentes a respeito da segurança alimentar e energética advinda da utilização da biomassa. Países que possuem ampla disponibilidade de terras, como Brasil e Estados Unidos, incentivam a produção de biocombustíveis. Por outro lado, organismos internacionais e países com características peculiares e que são limitados geograficamente se preocupam com o agravamento da crise mundial de alimentos, utilizando, como principal argumento, o deslocamento de áreas originalmente empregadas no cultivo de alimentos para a produção de matérias primas destinadas à indústria de biocombustíveis (SUAREZ *et al.*, 2009).

O Brasil possui ampla disponibilidade de terras, tanto para o cultivo de alimentos, quanto para o cultivo de matérias primas destinadas à produção de biocombustíveis para abastecer o mercado local. No entanto, a maioria dos países apresenta limitações espaciais, o que torna a produção de biocombustíveis uma ameaça à produção de alimentos. Esse cenário reflete a necessidade do melhoramento e obtenção de novas variedades de matérias primas para a produção energética, e o desenvolvimento de tecnologias que aperfeiçoem os processos e o potencial econômico das culturas, permitindo, no mínimo, a manutenção da oferta de alimentos para a população e a sustentabilidade do agronegócio.

Em um primeiro momento, para se produzir biocombustíveis como álcool e biodiesel - conhecidos como sendo de primeira geração¹ - procurou-se utilizar resíduos oriundos de residências, restaurantes ou indústrias de processamento de óleos e gorduras. Essas matérias primas possuem baixo valor agregado e representam um passivo ambiental, culminando na criação das primeiras rotas alternativas para produção de biodiesel exploradas no Brasil, as quais utilizavam óleos residuais de frituras (COSTA NETO *et al.*, 2000) e a esterificação de ácidos graxos (ARANDA e ANTUNES, 2004).

Menos desenvolvidos, existem diversos estudos e pesquisas em andamento para obtenção de etanol a partir de resíduos celulósicos, principalmente utilizando o bagaço e a palha da cana-de-açúcar. Essas pesquisas têm sido focadas, principalmente, na produção de enzimas responsáveis pela quebra dos resíduos oriundos da agroindústria, as quais são responsáveis pelos elevados custos do processo de obtenção do combustível. Se essas enzimas forem produzidas a custos

¹ De acordo com a literatura e especialistas da área, combustíveis de primeira geração são aqueles que são produzidos a partir de matérias primas agrícolas e/ou agroindustriais.

inferiores, o processo se tornará mais econômico pela diminuição do custo de produção. Mesmo assim, isso ainda é um desafio mundial para os próximos anos, o que mostra a necessidade de mais pesquisas no setor.

Há menos tempo, com a incerteza a respeito do futuro de novas matérias primas para a produção de energia, vários estudos em andamento fazem alusão ao potencial de fontes de oleaginosas pouco comuns, como a macaúba e o pinhão-manso, podendo ser produzidas, também, em consorciação com o cultivo de grãos ou de gado. Além dessas alternativas, a obtenção de óleo a partir de algas se mostra extremamente promissora, com a maior produção de óleo por unidade de área entre todas as matérias primas, mas que ainda possui um altíssimo custo (SUAREZ *et al.*, 2009).

Além das pesquisas para a obtenção de biocombustíveis de primeira geração, estão em andamento o desenvolvimento de novas rotas para a obtenção dos biocombustíveis conhecidos como sendo de segunda geração². Como exemplo, podemos citar a produção de hidrocarbonetos a partir de materiais graxos. Hoje, o craqueamento, o hidrocraqueamento (H-Bio) e o eletrocraqueamento são os processos alternativos mais discutidos e pesquisados no país, com a vantagem de permitirem o uso de insumos residuais de pouca pureza e custo baixo (SUAREZ *et al.*, 2009).

Por toda essa expectativa, o desenvolvimento e estabelecimento de programas direcionados aos biocombustíveis terão que priorizar a obtenção de matérias primas com elevada produtividade. Além disso, indicadores relacionados à sustentabilidade ambiental são cada vez mais levados em consideração, onde os

² De acordo com a literatura e especialistas da área, combustíveis de segunda geração são aqueles produzidos a partir de diversas biomassas, as quais não competem com a produção de alimentos.

problemas climáticos e a questão da escassez da água são os assuntos mais discutidos no mundo, e exigem grande atenção na formulação de políticas na área energética. Por último, deve-se atentar para questões relacionadas à fixação da população regional, oferta de emprego, obtenção de renda e inclusão social (SALLES, 2006).

Ao lançar o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), em 2004, o Governo Federal procurou se apoiar na demanda crescente por combustíveis renováveis, objetivando principalmente a geração de renda e emprego na agricultura familiar, o desenvolvimento regional, o fortalecimento da economia e a melhoria das condições ambientais. Deve ser acrescentado que, formas alternativas de energia são amplamente favoráveis ao ambiente, além de possuírem vários outros aspectos de interesse. No entanto, elas precisam ser avaliadas caso a caso, analisando suas vantagens, desvantagens e aplicações específicas, para que a sustentabilidade dos programas criados seja mantida (ARGAWAL, 2007).

Hoje, o gargalo na produção de biodiesel está concentrado na área de matéria prima. Existe a necessidade de se ampliar a busca por novas fontes graxas, melhorar a tecnologia de produção a partir de matérias primas de baixa qualidade e agregar valor aos co-produtos obtidos durante o processo produtivo, o que otimizaria o processo, aumentaria a oferta de biodiesel e elevariam os ganhos financeiros, além de evitar um maior impacto no meio ambiente.

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO E OBJETIVOS

1.1.1. Problema de pesquisa

Desde o início do século XX, parte expressiva da riqueza gerada no país vem sendo obtida do setor agrícola-pecuário, seja pela produção de grãos, seja pela produção de carnes e leite. Esse mercado, denominado “*Agribusiness*” em meados da década de 50, é conhecido no Brasil como Agronegócio. Muito do que ocorreu na economia durante vários anos têm provido os elementos formadores da base econômica e desenvolvimento do país no século XX. Além disso, o agronegócio, também, tem trazido uma posição segura para o Brasil nos mais variados campos de atuação da economia (DAVIS & GOLDBERG, 1957).

O Agronegócio compreende uma importante parte da economia – importante tanto no tamanho quanto no fato de nos suprir com itens essenciais de alimentação e vestuário. Diante de sua magnitude, dimensão e composição, pode-se ver o agronegócio como o maior componente da economia – que compreende entre 35 % e 50 % do total nacional, dependendo do tipo de análise. Esse quadro tem proporcionado recordes de safra da produção nacional e de exportações de *commodities* agrícolas para diversos países, gerando um aumento significativo de divisas para o país e de investimentos no setor agrícola nacional. Além disso, levando-se em consideração os benefícios sociais, esse setor contribuiu, também, para a elevação da receita dos pequenos produtores agrícolas, a diminuição dos preços dos alimentos no mercado interno, e o conseqüente aumento do poder de compra da população de baixa renda (CUNHA, 2007).

O Brasil, hoje, é o segundo maior produtor mundial de soja e o líder em exportações do grão (CONAB, 2009). Isso reflete claramente o sucesso e a competitividade do produto brasileiro no mercado internacional. Diante disso, oportunidades de expansão do mercado de soja não podem ser desperdiçadas.

Como a principal matéria prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil é a soja, existe a necessidade de que a produção desse biocombustível seja baseada em outras fontes, as quais possuam, de preferência, maior produtividade e menor impacto no meio ambiente, na sociedade, no mercado de alimentos e na economia nacional.

1.1.2. Justificativa

A demanda por alimentos tem sido tema de diversos estudos feitos por inúmeras instituições e organismos internacionais públicos e privados. De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano 2009, elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU), as atuais previsões indicam que a população mundial irá crescer um terço nas próximas quatro décadas, principalmente nos países em desenvolvimento (PNUD, 2009). Esse cenário demonstra claramente a necessidade de se otimizar a produção de alimentos.

Na Tabela 1 é exibido um quadro comparativo com algumas fontes de óleos e gorduras tradicionais, e também de algas, com suas respectivas produtividades de óleo por hectare (CHISTI, 2007). Como esses dados dependem de inúmeros fatores como clima, disponibilidade de água, características físico-químicas do solo e nutrientes presentes na área, é plausível que os valores apresentados sejam uma média obtida de vários trabalhos disponibilizados na literatura, e que não são

absolutos. A partir dos dados da cultura da soja, principal *commoditie* agrícola brasileira, torna-se clara a necessidade por outras fontes de matérias primas mais produtivas e que demandem menores quantidades de terra para suprir a necessidade do mercado de biocombustíveis. No entanto, segundo o Ministério de Minas e Energia (2009), a soja corresponde, hoje, a aproximadamente 80 % da produção brasileira de óleos, o que mostra uma menor dependência em relação aos anos anteriores, onde foram atingidos percentuais superiores a 90 %. Mesmo assim, ela continua sendo a matéria-prima preferencial da indústria de biodiesel, seja pelo extenso conhecimento desta cultura adquirido ao longo dos anos, seja pela alta tecnologia empregada em sua produção e extração de derivados.

A participação do óleo de soja na produção de biodiesel no país ainda sofre grandes oscilações ao longo do ano (FREITAS, 2008 e BIODIESELBR, 2009), demonstrando certa instabilidade na oferta do produto. Mesmo assim, fica claro que a produção de biodiesel, cada vez mais consolidada como a melhor alternativa a curto prazo para o setor energético brasileiro, dificilmente poderá continuar baseada na soja ou cereais como milho e canola, já que necessitam de grandes extensões de terra agricultáveis e possuem um rendimento inferior a outras opções de matérias primas. Opções mais viáveis estão no uso de palmáceas, as quais necessitam de menores áreas para produzir a mesma quantidade de óleo, com um impacto bem inferior na produção de alimentos, e que podem atender aos programas de biodiesel em um espaço de tempo menor.

É importante notar que, se destinarmos toda a produção de soja obtida atualmente no país, não seria possível atender às necessidades de um programa que exigisse 20 % de biodiesel no diesel, o que reforça ainda mais a idéia de que

matérias primas alternativas e com elevada produtividade são cruciais para atingir os objetivos dos programas que buscam uma matriz energética sustentável.

Tabela 1. Comparação de algumas fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel

Fonte de biodiesel	Produtividade de Óleo (L ha ⁻¹)	Área Necessária (Mha) ^a
Milho	172	1540
Soja	446	594
Canola	1190	223
Coco	2689	99
Óleo de palma	5950	45
Microalga ^b	136900	2
Microalga ^c	58700	4,5

Fonte: Adaptada de Chisti (2007) e Suarez *et al.*, (2009).

^a Área suficiente para atender à 50% da demanda de combustível nos EUA

^b Variedades com 70% de óleo (por peso) na biomassa

^c Variedades com 30% de óleo (por peso) na biomassa

O Brasil, com o passar dos anos, está dando mais atenção a algumas regiões que permaneceram algum tempo esquecidas, principalmente pelo potencial agropecuário que possuem, fazendo com que o país seja cada vez mais competitivo no setor em que gera maior número de receitas.

Pela importância da soja e de outras culturas no mercado, tanto com relação às exportações quanto ao mercado interno de alimentos, necessitamos que a dependência da produção de biodiesel a partir dessa matéria-prima seja minimizada,

abrindo caminhos para o desenvolvimento de culturas e formas alternativas para a produção de biocombustíveis. Essas alternativas recaem sobre a utilização de oleaginosas com grande potencial de produção por unidade de área, inclusive com a possibilidade da consorciação do cultivo. Essas possibilidades podem evitar o deslocamento de áreas originalmente destinadas à produção de alimentos pelos seguintes motivos:

- Utilização de áreas abandonadas ou degradadas;
- Utilização de áreas ocupadas por pastagens;
- Aumento da produtividade e produção de áreas que já estão ocupadas com determinadas culturas; e
- Melhor aproveitamento dos coprodutos obtidos a partir de certas matérias primas.

Diante disso, percebe-se a necessidade de se encontrar novas alternativas para a obtenção de matéria prima destinada a produção de biodiesel, as quais poderão manter a sustentabilidade energética, ambiental, social e econômica do País.

1.1.3. Objetivos

Objetivos Gerais

Mostrar a viabilidade no cultivo da macaúba, principalmente em consorciação com pastagens, a qual poderá ser utilizada como matéria prima para produção de biodiesel, e demonstrar que a utilização da borra ácida do dendê, destinada ao

mesmo fim da macaúba, é um incremento importantíssimo para a produção de energia.

Objetivos Específicos

- Dendê
 - Verificar áreas disponíveis para o cultivo do dendê;
 - Analisar a produtividade média obtida no cultivo da palma no Brasil;
 - Analisar a produção de óleo de palma por hectare;
 - Avaliar o potencial produtivo da borra ácida do dendê, diante da produção da matéria prima de origem (dendê) obtida por hectare;
 - Avaliar a aproveitamento do uso da borra ácida como matéria prima para produção de biodiesel.

- Macaúba
 - Verificar áreas aptas para o cultivo da macaúba, inclusive aquelas ocupadas por pastagens;
 - Analisar a produtividade da macaúba de acordo com as características de diversas áreas de ocorrência natural ou indicadas para o cultivo da palmácea;
 - Avaliar a produtividade de óleo de macaúba, obtido a partir do cultivo da matéria prima em consórcio com a produção bovina;
 - Avaliar o aproveitamento do óleo para utilização na produção de biodiesel.

1.2. MÉTODOS

Este trabalho é baseado na coleta de dados secundários, onde as informações foram extraídas de publicações disponibilizadas em periódicos científicos e na mídia por órgãos públicos e privados. Assim, os dados ajudam a esclarecer e redefinir o problema de pesquisa, e fornecem soluções para as questões examinadas; ou seja, complementam novas investigações. Com a obtenção das informações, será utilizado basicamente o método de revisão de literatura, onde o trabalho poderá ser estruturado a partir de temas já tratados por outros autores e que possuam relação com os temas desenvolvidos neste trabalho (LUNA, 1997).

Com o resultado das análises, é possível avaliar pontos eficientes e deficientes em nosso sistema de produção, sugerindo maneiras para otimizar a produção de biodiesel, e reduzir ou, até mesmo, eliminar entraves que comprometem o mercado de alimentos e a produção de energia (WOLCOTT, 1990).

Para atingir os objetivos, este trabalho será desenvolvido de modo a avaliar a melhor aplicabilidade das duas matérias primas tratadas, por meio de gráficos, figuras, esquemas, quadros e tabelas, estruturando-o, principalmente, em aspectos relacionados à sustentabilidade econômica, ambiental e social.

2. FATORES EXPLICATIVOS DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS (BIODIESEL)

2.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Os contínuos avanços em tecnologia e infra-estrutura vêm reduzindo os custos de produção, transporte e comunicação entre diferentes partes do mundo. Isso possibilita maiores oportunidades de liberalização comercial e integração econômica (BISCHOFF, 2008). Em um contexto como esse, vários países foram induzidos a promover mudanças em suas políticas econômicas, como a remoção de barreiras ao comércio exterior, principalmente pela diminuição de tarifas de importação e exportação. Com a diminuição de restrições no comércio global, espera-se que a demanda por diversos produtos aumente, intensificando a competição no mercado internacional e a maior participação de diversos países na produção de serviços e bens de consumo.

De acordo com projeções da *International Energy Agency* (IEA), em vários países, a demanda por biocombustíveis crescerá vertiginosamente. Em alguns locais, onde o biodiesel é o produto de maior interesse, a demanda pode crescer mais de 300 % até 2020. Esse crescimento elevaria a demanda atual, de cerca de 34 milhões de toneladas em 2010, para mais de 133 milhões em 2020. Mesmo com o novo cenário, os Estados Unidos continuarão liderando o consumo deste combustível, saindo de 14,8 milhões, para mais de 51 milhões de toneladas. No entanto, o maior crescimento percentual será obtido pelo Brasil, o qual chegará a um

consumo potencial em torno de 20 milhões de toneladas, cerca de 900% acima do consumo atual – 2 milhões de toneladas (ARAÚJO, 2009).

Segundo estimativa do IBGE (2009), o complexo da cana-de-açúcar ocupou apenas 14 % da área utilizada para a agricultura no Brasil, o que corresponde, percentualmente, à manutenção da área ocupada no ano anterior. Esse percentual foi suficiente para produzir o açúcar necessário para abastecer o consumo interno e as exportações e, ainda, suprir a demanda brasileira por etanol combustível.

Já o Biodiesel, que é produzido, principalmente, a partir da soja e do sebo bovino, não possui impacto significativo na área utilizada para produção. Isso pode ser verificado pelo fato de a área utilizada para produção de soja não ter sofrido aumento desde o início do PNPB e, também, pela melhor destinação do óleo de soja, que era o produto de menor importância e valor para o produtor. Além disso, a quantidade de sebo bovino utilizada para a produção de biodiesel é muito pequena, em comparação com a quantidade produzida, anualmente, no Brasil.

Muitos empreendedores, diante da inserção do biodiesel na matriz energética, vislumbraram a oportunidade de obter lucros investindo na produção desse biocombustível. Antes da mistura ser compulsória, a produção e a oferta de biodiesel atingiram bons níveis, além de crescerem continuamente. Com a sinalização positiva do mercado, a mistura compulsória passou a vigorar, e o mercado evoluiu rapidamente.

2.2. A INFLUÊNCIA DA OFERTA NA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO

A quantidade de determinado bem ou serviço oferecida ao mercado pelos produtores, em determinado período de tempo (mês, trimestre, semestre, ano etc.),

é definida como oferta. Basicamente, um aumento no preço do produto, *coeteris paribus*³, gera maior oferta, mostrando uma correlação direta entre preço e quantidade ofertada⁴ (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Do ponto de vista dos produtores, quanto maior for o preço de um bem, melhor será. Maiores preços indicam maiores lucros e maiores serão os incentivos para aumentar a produção. Desta forma, há uma relação diretamente proporcional entre os preços e as quantidades ofertadas, o que implica em uma curva de oferta positivamente inclinada, conforme mostrado no gráfico 1 (VARIAN, 2006).

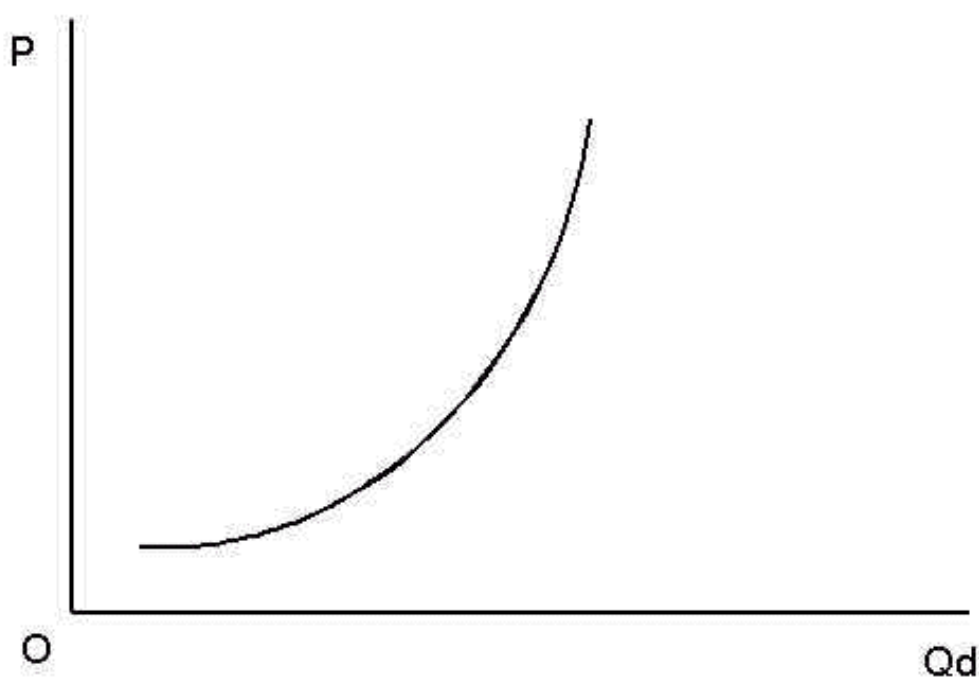


Gráfico 1. Curva de oferta de um bem.

³ Do latim, significa *tudo mais permanecendo constante*

⁴ Lei da Oferta

Além do preço, a oferta é influenciada por outros fatores, como (PINDYCK & RUBINFELD, 2005; VASCONCELLOS & PINHO, 2005; VARIAN, 2006; VICENCONTI & NEVES, 2007):

- Preço do produto: diante do custo, os produtores levarão em consideração o preço e as vantagens de se oferecer determinada quantidade de certo produto (como você já falou de preço no parágrafo anterior, acho que esse item pode ser excluído);
- Preço dos fatores de produção: de acordo com a participação dos insumos no custo de produção do bem, a quantidade e o preço do produto final serão afetados; quanto maiores os custos de produção, menor o estímulo para ofertar o bem ao mesmo nível de preços. Por outro lado, quanto menores os custos de produção, maior será o estímulo para ofertar o bem os fatores de produção;
- Preço de outros produtos: antes de se produzir determinado bem, alternativas serão analisadas e, de acordo com a vantagem comparativa de cada, será produzido aquele com melhores perspectivas de retorno; se os preços dos demais bens subirem e o preço de um determinado bem X permanecer idêntico, a produção desse torna-se menos atraente em relação a produção de outros bens, o que leva a redução da sua oferta;
- Nível de conhecimento tecnológico: quanto maior a tecnologia embarcada, maiores ganhos na produtividade serão obtidos, aumentando a oferta e reduzindo o custo de produção do bem. O aumento de tecnologia estimula o aumento da oferta, tendo em vista que o desenvolvimento da tecnologia, geralmente, implica reduções do custo de produção e aumento da produtividade.

Ademais, para a produção de determinado bem, outros fatores também são levados em conta: local/instalações, equipamentos, mão-de-obra e insumos. O custo para a utilização desses elementos é dividido em três tipos (MEGLIONI, 2001):

- Custo fixo: representa despesas que não variam de acordo com o nível de produção (limpeza, segurança, aluguéis);
- Custo variável: representa despesas que variam de acordo com o nível de produção (insumos);
- Custo total: soma de todos os custos fixos e variáveis.

2.3. A INFLUÊNCIA DA DEMANDA NA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO

A demanda por um bem ou serviço é definida pela quantidade a ser adquirida pelos consumidores em certo período de tempo (mês, trimestre, semestre, ano etc.), a determinado preço. No geral, se o preço de um bem aumenta, *coeteris paribus*, há uma redução na demanda⁵, ou seja, a quantidade demandada varia inversamente ao preço, o que implica em uma curva de demanda negativamente inclinada, como mostrado no gráfico 2 (VARIAN, 2006).

⁵ Lei da Demanda

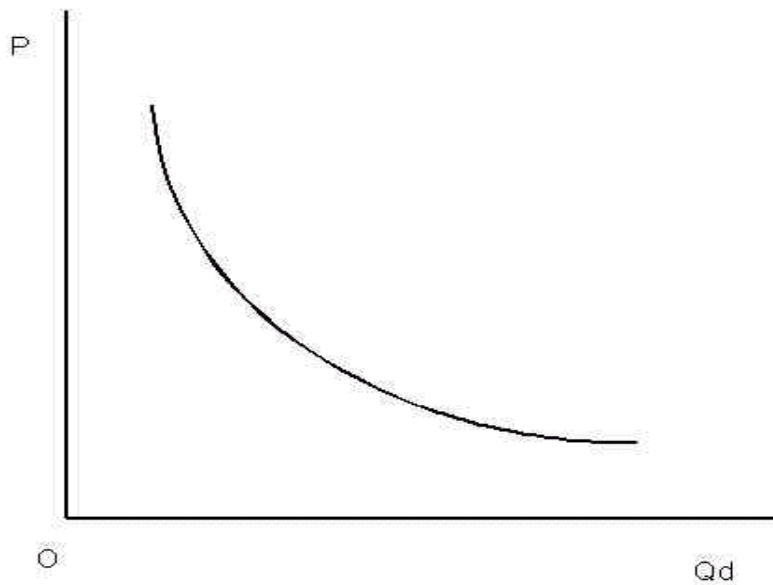


Gráfico 2. Curva de demanda de um bem.

Da mesma forma que a oferta, a demanda por um produto depende de alguns fatores, como (PINDYCK & RUBINFELD, 2005; VASCONCELLOS & PINHO, 2005; VARIAN, 2006; VICENCONTI & NEVES, 2007):

- Preço do produto: variável mais considerada no momento da aquisição do bem. Dependendo do valor, o consumidor avaliará se o produto está barato ou caro, e fará a aquisição de acordo com seu julgamento;
- Renda do consumidor: de acordo com o aumento ou diminuição da renda, o preço de determinado produto pode ficar mais ou menos atrativo, o que condiciona o consumo de mais ou menos quantidades do bem;
- Preço dos produtos relacionados: o consumidor é influenciado pelo preço dos produtos semelhantes⁶, os quais podem ser substituídos se tiverem qualidade equiparada e preço mais vantajoso. De forma

⁶ Bem substituto ou sucedâneo: bem análogo ao outro, equivalente, e que pode ser substituído

oposta, o consumo de alguns bens está associado ao consumo de outros⁷, o que interfere, também, na decisão do consumidor;

- Preferências do consumidor: independente dos preços dos produtos e da renda do consumidor, o consumo de determinado produto está atrelado a preferências pessoais (gostos, hábitos e expectativas dos consumidores). A escala de procura, por exemplo, pode revelar preferência por certos produtos.

2.4. EQUILIBRIO DE MERCADO

O equilíbrio de mercado ocorre com a interação entre as curvas de oferta e demanda de um produto ou bem, em um determinado mercado. O cruzamento das curvas define o preço e a quantidade de equilíbrio de um produto, sendo este o ponto de equilíbrio (gráfico 3). Nesse caso, os produtores tendem a oferecer a mesma quantidade do produto que os consumidores tenderão a adquirir, por um preço justo para ambos os lados (MANKIWI, 2005; VICECONTI & NEVES, 2007).

⁷ Bem complementar: bem que possui seu consumo atrelado/associado a outro

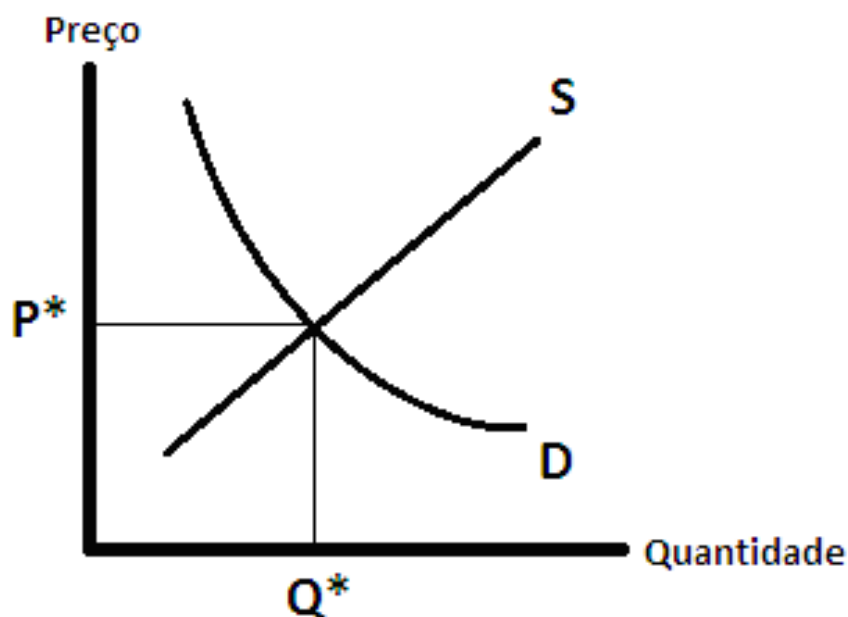


Gráfico 3. Interação entre as curvas de oferta e demanda. O cruzamento das curvas é o ponto de equilíbrio de determinado bem.

Diante da alteração de alguns fatores que afetam a oferta ou a demanda, deslocamentos nas respectivas curvas irão gerar desequilíbrio no mercado. Abaixo, estão relacionados alguns fatores que podem gerar esse desequilíbrio (MANKIW, 2005; VASCONCELLOS & PINHO, 2005; VICENCONTI & NEVES, 2007):

- Escassez do produto: a quantidade ofertada de determinado bem está abaixo da quantidade demandada, o que provoca o aumento de preços e desloca a curva de oferta para a esquerda;
- Excesso do produto: a quantidade ofertada de determinado bem está acima da quantidade demandada, provocando a diminuição de preços e o deslocamento da curva de oferta para a direita;
- Mudança na renda dos consumidores: à medida que a renda dos consumidores aumenta, o consumo por determinados produtos se eleva, deslocando a curva de demanda para a direita (bens normais);

ocorrendo o contrário, a curva de demanda é deslocada para a esquerda⁸;

- Mudanças nos preços de outros produtos: ocorre com os bens substitutos ou complementares;
- Hábitos e preferências dos consumidores.

Quanto maior a competição entre os ofertantes e demandantes, mais próximo o ponto de equilíbrio está (VICECONTI & NEVES, 2007).

2.5. MERCADO DE BIODIESEL

Existem duas formas de se estimar a relação entre oferta e demanda de biodiesel no mercado brasileiro. As duas formas consideram a demanda como sendo a venda de biodiesel pelas distribuidoras, no entanto, a primeira considera oferta como sendo a produção do biodiesel puro, e a segunda considera oferta como a quantidade de biodiesel entregue nos leilões (BRASIL, 2010a).

Mesmo com duas formas distintas, a segunda se mostra mais interessante para contabilizar a mistura efetivamente comercializada, pois com a existência da mistura obrigatória, o que for disponibilizado nos leilões será utilizado para compor a mistura com o óleo diesel. Dificilmente seria adquirido um volume de biodiesel maior que o necessário, principalmente pelo fato do valor do biodiesel ser mais elevado que o do diesel.

Dividindo-se a oferta de biodiesel pela demanda total do ciclo diesel, encontra-se o percentual, teoricamente, efetivo da mistura. De acordo com a

⁸ Esse fenômeno não ocorre com os chamados bens inferiores, os quais têm sua demanda diminuída à medida que a renda do consumidor aumenta, ou vice-versa.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2010), em alguns meses, o percentual efetivo ficou abaixo do obrigatório, significando que a oferta foi menor que as vendas das distribuidoras. Nos meses em que o percentual é maior, a oferta supera a demanda, significando a existência de flutuações no estoque de combustível.

Diante do preço pouco competitivo do biodiesel (Tabela 2), em comparação com o diesel, é dito que o mercado só vem se desenvolvendo pela existência da mistura obrigatória. No entanto, a cada ano, o número de usinas e produtores aumenta, sinal de que o negócio é rentável para muitos (ANP, 2010).

Tabela 2. Preços do biodiesel e diesel no produtor (com PIS/COFINS, sem ICMS).

Ano	Biodiesel (R\$/litro)	Diesel (R\$/litro)	Diferença % Biodiesel e Diesel
2005	1,90	1,25	52,0
2006	1,79	1,36	31,6
2007	1,86	1,36	36,8
2008	2,60	1,47	76,9
2009	2,26	1,43	58,5

Fonte: ANP (2010).

Além disso, a questão ambiental e o preço da mistura são fatores importantes para a continuidade da comercialização do biodiesel. Como o biodiesel causa menos impactos ao meio ambiente e no valor final da combustível, a mistura possui excelente aceitação no mercado (BRASIL, 2010a).

O preço do biodiesel depende, basicamente, do custo do óleo vegetal. Desde o início do PNPB, o óleo vegetal representa cerca de 80 % do custo do biodiesel. Como o óleo de soja é a matéria prima mais importante para a produção desse biocombustível, o preço do óleo de soja (gráfico 4) é referência importante para se estimar o custo de produção do biodiesel (ANP, 2010).

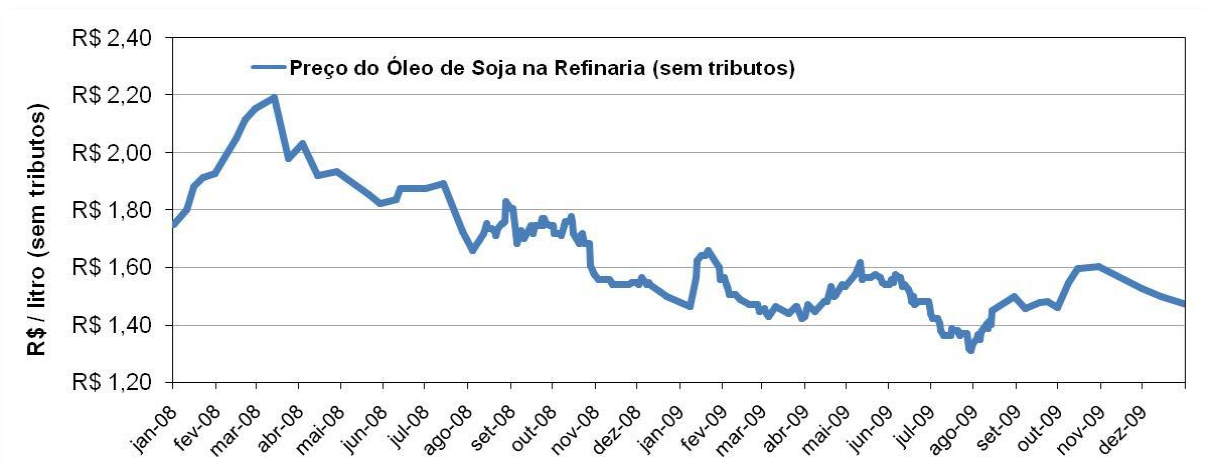


Gráfico 4. Preço do óleo de soja no estado de São Paulo (BRASIL, 2010a).

Para melhor regular o mercado, o abastecimento de biodiesel no país é feito através de leilões. Esse mecanismo dificulta a presença de combustíveis com percentuais de mistura fora da especificação determinada em Lei. Os leilões são realizados pela ANP, e por meio deles, produtores e importadores de óleo diesel revendem o biodiesel adquirido para as distribuidoras, as quais o misturam ao diesel e comercializam a mistura no país (ANP, 2010).

De acordo com os valores da matéria prima para o biodiesel, a ANP estipula um preço de referência nos leilões. Determinado o valor, os preços médios alcançados variam de acordo com a competição entre os produtores.

Nos gráficos 5 e 6, podemos ver o preço de venda da mistura, tanto da distribuidora ao posto revendedor, quanto do posto revendedor ao consumidor final, em 2009 e 2010.

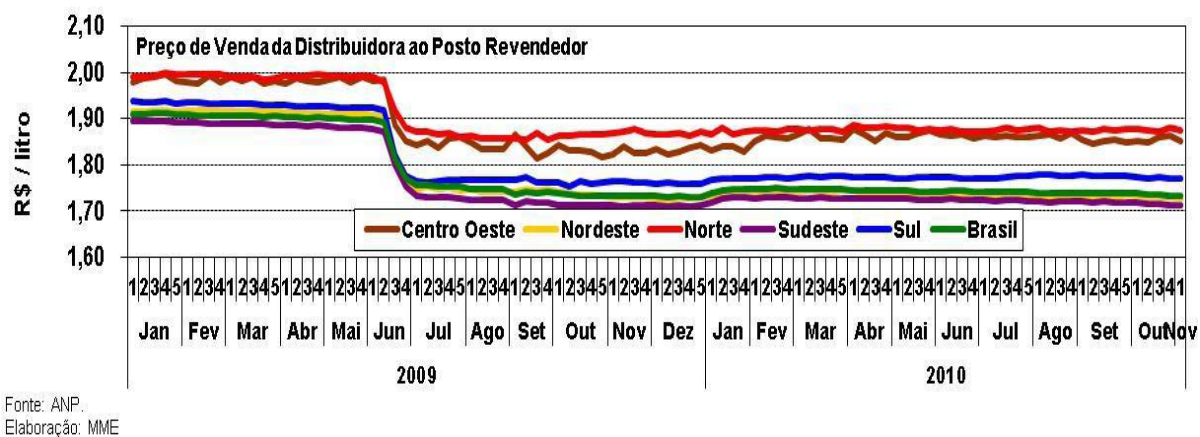


Gráfico 5. Preço de venda da mistura diesel/biodiesel da distribuidora ao posto revendedor (BRASIL, 2010a).

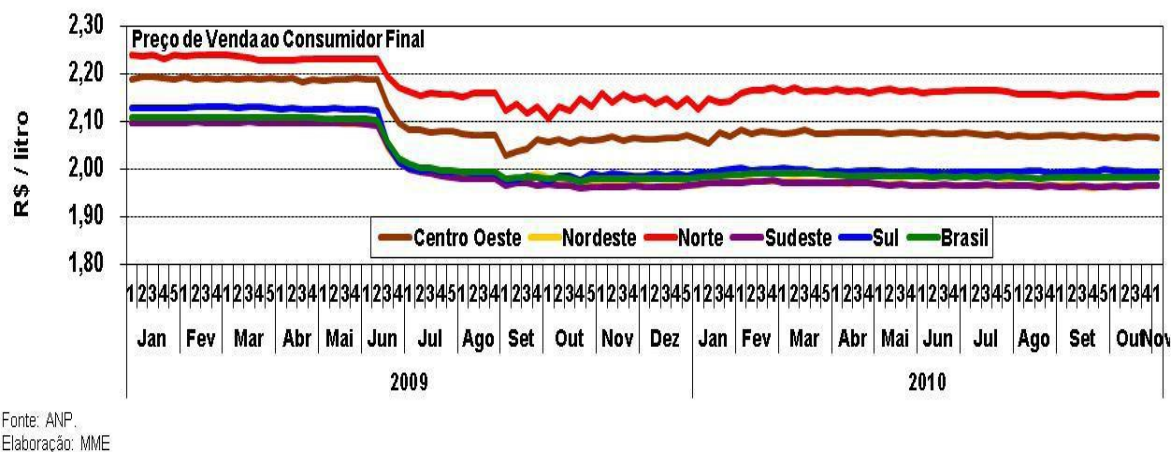


Gráfico 6. Preço de venda da mistura diesel/biodiesel do posto revendedor ao consumidor final (BRASIL, 2010a).

O posto revendedor recebe o produto e o repassa para o consumidor final. A diferença entre o valor de aquisição pelo posto e o valor de venda ao consumidor é a margem bruta de revenda (MANKIW, 2005).

É importante notar que, de acordo com o Gráfico 7, houve oferta suficiente de biodiesel, principalmente a partir de 2008, quando a mistura se tornou obrigatória e

havia a necessidade de que o abastecimento do combustível fosse regular. Com a formação de estoque ao longo dos meses, a demanda pelo biocombustível foi atendida, mesmo nos meses em que a oferta tenha sido menor (BRASIL, 2010a).

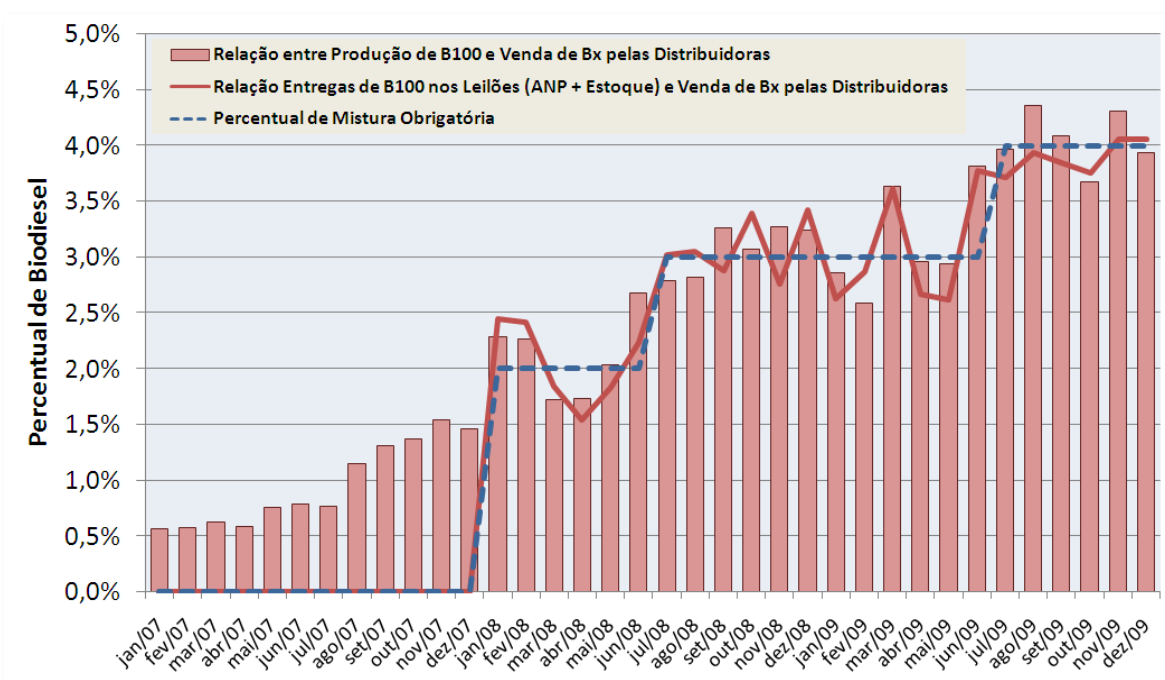


Gráfico 7. Relação entre oferta e demanda de biodiesel (ANP, 2010).

Algo muito curioso, quando se olha o comportamento de preços dos produtos finais, é que os insumos utilizados em sua produção se comportam de maneira contrária. As oscilações de custos são constantes pelo fato de serem resultantes de atividades agrícolas, que estão sujeitas a modificações da natureza, gerando produções sazonais dos insumos. A partir desse quadro, encontramos o principal desafio da comercialização de produtos agroindustriais: conciliar uma demanda estável a uma oferta instável (MARQUES & AGUIAR, 1993).

Diante de problemas na oferta e no abastecimento de produtos, em algumas situações, a demanda acaba sendo afetada, causando oscilações e efeitos

indesejáveis no mercado. Sendo assim, os mecanismos de comercialização de produtos agroindustriais desenvolveram-se para tentar resolver esses problemas característicos. A regularidade dos suprimentos deve ser feita com os estoques reguladores, que funcionam como amortecedores de oferta e demanda dos insumos (MARQUES & AGUIAR, 1993).

2.6. INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA E COMERCIALIZAÇÃO

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, os países passaram a seguir estratégias simples baseadas na vantagem comparativa de cada um. Produzir bens e exportá-los só seria vantajoso se os custos fossem menores ou próximos aos dos países competidores. O mesmo pensamento era válido para as importações; importar bens só compensaria se os valores fossem baixos em relação à produção interna de cada um, ou se o bem não pudesse ser produzido no próprio país por questões externas ao fator custo de produção (PORTER, 1990).

A idéia clássica sobre vantagem comparativa é complementada pela tendência contemporânea das empresas multinacionais implantarem filiais para produzir bens nos países onde os custos de produção são inferiores. As grandes firmas dos países desenvolvidos mantêm no centro as atividades vitais de pesquisa e gestão, deslocando para as periferias menos desenvolvidas a função produtiva, para abastecer o mercado nacional e o internacional (SOUZA, 2005).

O Brasil possui as características essenciais para se tornar a maior potência do agronegócio mundial: grande extensão territorial e disponibilidade de terras agricultáveis, condições climáticas favoráveis para diversos tipos de cultivo, alta tecnologia agrícola, elevada capacidade produtiva e grandes mercados

consumidores em potencial. Contudo, a ineficiente infra-estrutura logística, presente em todo o território nacional, inutiliza a capacidade natural do agronegócio brasileiro (FAEP, 2006).

O país está com uma posição de destaque cada vez mais consolidada no comércio mundial. Para manter e superar o atual patamar é preciso reverter um quadro desfavorável à cadeia produtiva brasileira. Mesmo com o elevado e contínuo crescimento da produção no país, os investimentos na infra-estrutura de suporte às atividades de produção, processamento, comercialização e escoamento não avançaram no mesmo ritmo. Diante das taxas de crescimento da produção de grãos, os investimentos em infra-estrutura são insuficientes, podendo ser responsáveis por grandes perdas no comércio de produtos agrícolas (CISOJA, 2004).

As falhas apresentadas pelo mal estado de conservação e manutenção das rodovias, a falta de eficiência e capacidade das ferrovias, e a desordem e excesso de burocracia resultaram no aumento dos custos e na perda de competitividade dos produtos brasileiros (FLEURY, 2005). De acordo com Lima (2006), os custos administrativos, de armazenagem, estoque e transporte representam, respectivamente, 0,5 %, 0,7 %, 3,9 % e 7,5 % do PIB brasileiro, totalizando 12,6 %. Nos EUA, os mesmos custos são de 0,3 %, 0,7 %, 2,1 % e 5,0 % do PIB americano, totalizando 8,1 %.

Com gastos superiores a 7 % do PIB, o transporte brasileiro depende, principalmente, do modal rodoviário. Este possui um custo elevado se comparado aos outros modais, ficando atrás somente do modal aéreo. O custo do diesel no transporte rodoviário é um dos grandes responsáveis pelo alto valor, sendo estimados em cerca de 33,6 % do gasto total. A participação do transporte rodoviário no Brasil é de 56 % da carga transportada (ton/Km), principalmente produtos

agrícolas para longas distâncias. Enquanto isso, na Austrália, EUA e China, as participações são 30 %, 26 % e 19 %, respectivamente. Considerando que, no Brasil, o custo do transporte rodoviário é três vezes maior que o aquaviário, quatro vezes maior que o dutoviário e seis vezes maior que o ferroviário, percebe-se o potencial para a redução de custos, abrindo espaço para o crescimento dos modais menos dispendiosos e a redução de custos na utilização do modal rodoviário (FLEURY, 1998).

Os novos patamares da agricultura mundial passaram a exigir um sistema logístico mais eficiente. Para que as regiões produtoras sejam competitivas, é necessária a existência de uma infra-estrutura que proporcione ótimas condições logísticas (FAEP, 2006).

Geralmente, nos países onde são realizadas melhorias em infra-estrutura, ocorre uma redução substancial nos custos de transporte e armazenamento. Isso cria oportunidades de diminuir o custo de produção e vender o produto na época em que for mais vantajoso de acordo com a demanda existente, aumentando a competitividade diante das situações apresentadas pelo mercado.

O transporte dos produtos é algo muito importante em relação aos produtos agroindustriais, principalmente no Brasil, onde existem sérias falhas no sistema. Existindo um sistema de transporte eficiente, podem-se reduzir os custos das mercadorias, aumentando a viabilidade e competitividade do produto no mercado.

2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abertura comercial vem se acentuando no que diz respeito à oferta e demanda de bens e serviços a nível mundial. No entanto, a intensidade e a evolução desse fenômeno têm variado de acordo com a região e o país.

Comercializar não é simplesmente a compra ou venda de um produto, mas um sistema complexo que faz parte de um processo produtivo bastante extenso e minucioso. Por serem muito visados, os produtos comercializados precisam manter ao máximo suas boas características, entre elas um preço estável e competitivo, para que continue tendo seu espaço no mercado, onde quem apresentar as estratégias mais eficazes pode ganhar um espaço muito importante no mercado.

Cada país está reagindo com posicionamentos diferentes de acordo com seus interesses perante o novo ambiente mundial, dinâmico e competitivo. Os países têm revisto e readequado seus propósitos, procedimentos e políticas visando obter maiores vantagens e melhorar suas posições no mercado global. Mesmo assim, a base está no mercado interno. Obtendo sucesso internamente, a chance de sucesso no exterior torna-se maior.

3. BIODIESEL E A AGRICULTURA BRASILEIRA

3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O biodiesel é um combustível alternativo oriundo de fontes renováveis, produzido a partir de várias matérias primas – oleaginosas e microalgas. No Brasil, as características edafoclimáticas existentes e a disponibilidade de terras cultiváveis possibilitam a produção de diversas oleaginosas, atendendo a demanda nacional com combustíveis de qualidade e com uma política em prol da inclusão social. Assim, o aproveitamento das potencialidades regionais com o cultivo de oleaginosas bem adaptadas e de boa produção é muito relevante para a sustentabilidade do mercado (SUAREZ *et al.*, 2007).

Atualmente, pelas limitações existentes em alguns países, é provável que o deslocamento de áreas com a finalidade de se produzir biocombustíveis ocorra. Entretanto, o Brasil é um país de dimensões continentais, e dispõe de inúmeras opções para evitar a competição entre áreas de produção. Como exemplos, podem ser utilizadas pastagens abandonadas pela agropecuária ou áreas degradadas para o cultivo de palmáceas oleaginosas e cana de açúcar, sem causar prejuízos à produção de alimentos. Além disso, outra opção viável é o aproveitamento de resíduos domésticos e agroindustriais de baixo valor agregado, os quais não são aproveitados e tornam-se um passivo ambiental.

3.2. PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE BIODIESEL

Com a nova política agrícola europeia, que se iniciou em 1991, a utilização de biodiesel se deu, primeiramente, na Áustria e na França. No entanto, a Alemanha, que iniciou a utilização desse biocombustível na mesma época, se tornou o maior produtor de Biodiesel em pouco tempo.

A Alemanha possui um amplo sistema de produção e distribuição de biodiesel espalhado pelo país. Além disso, é a maior consumidora do mundo, devido à política de incentivos fiscais do governo, que acaba deixando o biodiesel bastante competitivo frente ao diesel. Outro fator seria a busca pelo atendimento às exigências estabelecidas no Protocolo de Kyoto, onde a Alemanha está bem adiantada em relação ao que foi estabelecido pelas Diretivas Europeias – *The Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport* (AMEZAGA, BOYES, HARRISON, 2010).

A França possui a segunda maior produção de biodiesel, a qual é motivada, principalmente, pela necessidade da redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE), da dependência do petróleo e pela busca da diversificação dos mercados, culminando na geração de emprego e renda para a população. Diante das diretivas europeias, o governo Francês fixou algumas metas na utilização do biodiesel, como a utilização de 7 % de biodiesel no diesel em 2010, e 10 % em 2015 (FRANÇA, 2006; MELLO, PAULILLO, VIAN, 2007).

Os Estados Unidos inseriram o biodiesel em sua matriz energética, basicamente, pelos mesmos motivos de outros países. Por ser o maior consumidor de petróleo do mundo, o País busca reduzir sua dependência desse combustível,

reduzindo os gastos com importações, diminuindo o nível de emissões de gases e ajudando o setor agrícola do país. Para impulsionar a produção, o governo americano dá um subsídio que varia entre 0,5 e 1 dólar por galão de biodiesel, dependendo das fontes utilizadas para produção e seus processos. Como os Estados Unidos são os maiores produtores de soja, existiam grandes excedentes de óleo de soja, o que a tornou a principal matéria prima para a produção de biodiesel. (KRAEMER, 2006).

Com o Brasil não foi diferente. Buscando diminuir a dependência dos derivados de petróleo, melhorar o percentual de fontes renováveis na matriz energética nacional e, conseqüentemente, diminuir as emissões de GEE, o País viu a oportunidade de inserir um novo combustível na matriz brasileira. Sendo o Brasil o segundo maior produtor de soja, possuía grande excedente de óleo de soja, tornando-se a principal matéria prima para a produção de biodiesel. A utilização do óleo de soja na produção de biodiesel está em torno de 80%, e no curto prazo não há perspectiva de diminuição significativa desse valor. Mesmo assim, o programa tem obtido grande êxito, o que pode ser observado pela rápida evolução desde sua criação em 2004 (BRIEU, 2009).

Por último, a Argentina, nos últimos anos, demonstrou grande capacidade produtiva e alcançou o quinto lugar em 2009. Com as políticas de incentivo fiscal para a produção de biodiesel, entre elas a isenção de impostos na cadeia produtiva por um período de 10 anos, o preço da matéria prima caiu significativamente e o número de fábricas de biodiesel cresceu substancialmente. Estimativas indicam que a produção argentina se elevará em 2010, permanecendo atrás do Brasil e ultrapassando, até mesmo, os Estados Unidos. No entanto, com o possível fim dos

incentivos fiscais para a cadeia produtiva, talvez esse cenário não se mantenha nos próximos anos (RATHMANN *et al.*, 2005; LIMA, SOGABE, CALARGE, 2008).

De acordo com Duarte (2010), os maiores produtores de biodiesel, em 2009, foram, respectivamente, Alemanha, França, Estados Unidos, Brasil e Argentina. De acordo com o gráfico 8, mesmo com significativa queda de produção, a Alemanha lidera, com folga, a produção de biocombustíveis. Após sua indústria sofrer grande retração, os Estados Unidos passaram para a terceira posição, permitindo a França alcançar o segundo lugar. O Brasil, em comparação com 2008, manteve a quarta posição, mas elevou, consideravelmente, sua produção de biodiesel. Logo atrás, segue a Argentina, mantendo, também, a quinta posição, alcançada em 2008.

Para 2010, projeções indicam a manutenção de Alemanha e França nas duas primeiras posições. No entanto, os Estados Unidos podem perder a terceira e, até mesmo, a quarta posição, sendo ultrapassados pelo Brasil e Argentina. No Brasil vigora, atualmente, a mistura com 5 % de biodiesel no diesel (B5), que teve grande impacto na produção nacional em 2010. Na Argentina vigora o B7, mas já existem perspectivas de que a mistura passe para o B10, o que faria o país alcançar o posto de quarto maior produtor mundial de biodiesel, deixando os Estados Unidos na quinta posição (DUARTE, 2011).

3.3. MARCOS REGULATÓRIOS E O PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BODIESEL

Com o avanço nas pesquisas e na produção de biodiesel em alguns países, principalmente na União Européia, o Brasil voltou a dar atenção ao assunto. Em

2003, a partir do Decreto Presidencial de 02/07/2003⁹, foi instituído um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), que ficou responsável pelo desenvolvimento de estudos que avaliassem a viabilidade da utilização de óleos vegetais (biodiesel) na matriz energética brasileira. Sendo constatada essa viabilidade, o GTI teria a função de propor e dar andamento às ações para a implantação de um programa que inserisse o biodiesel na matriz de energia nacional (MONTEIRO, 2007).

Após cinco meses, no dia 04/12/2003, o GTI apresentou um Relatório Final¹⁰ com as conclusões a respeito dos estudos sobre óleo vegetal. O Relatório recomendava a emissão de uma autorização oficial para uso do biodiesel no país, tendo como princípios básicos a inclusão social e o desenvolvimento regional. Assim, a partir do Decreto Presidencial¹¹ de 23/12/2003, foi instituída a Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel - CEIB (coordenada pela Casa Civil da Presidência da República), constituída por um Grupo Gestor (coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, o qual era responsável pela execução das ações (ALMEIDA, 2006), como apresentado na figura 1.

⁹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/2003/Dnn9920.htm

¹⁰ <https://www.planalto.gov.br/casacivil/site/static/relatoriofinal.pdf>

¹¹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/2003/Dnn10093.htm



Figura 1. Estrutura Gerencial do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB, 2004).

Em 31 de março de 2004, a CEIB aprovou o Plano de Trabalho que direcionava as ações do PNPB. Com a execução de determinadas ações, no dia 06 de dezembro de 2004, foi lançado, oficialmente, pelo Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), juntamente com o Marco Regulatório que estabelecia as condições legais para a inclusão do biodiesel na Matriz Energética Nacional (BRIEU, 2009).

No dia 13/09/2004, foi publicada a Medida Provisória nº 214, convertida na Lei nº 11.097 em 13/01/2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira, estabelecendo percentuais mínimos de adição de biodiesel ao diesel mineral comercializado em território nacional. Essa Lei, conhecida com a Lei do Biodiesel,

determinou que, até o fim de 2007, a adição de 2 % de biodiesel ao diesel seria autorizativa, passando a ser compulsória, no mesmo percentual, entre 2008 e 2012. A partir de 2013, obrigatoriamente, esse percentual seria elevado para 5 %. Na figura 2 é apresentado o esquema que ilustra os percentuais de biodiesel a serem adicionados ao diesel mineral, com o respectivo impacto no mercado, diante da publicação da Lei nº 11.097 (BRASIL, 2005).

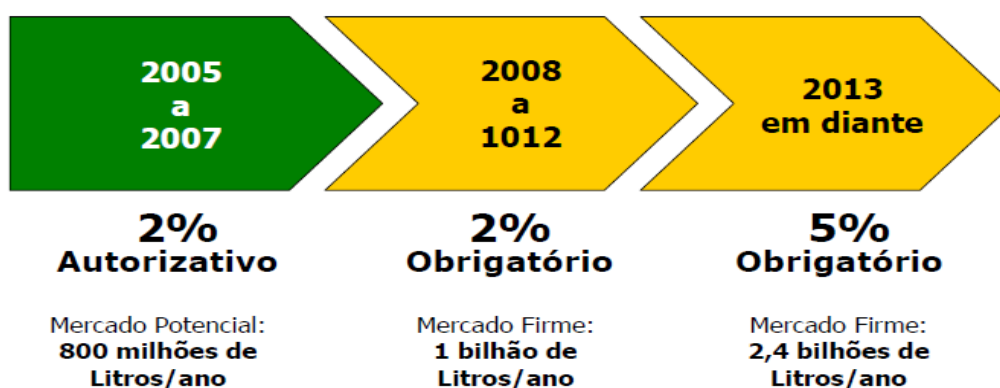


Figura 2. Percentuais de adição de biodiesel ao diesel estabelecidos na Lei nº 11.097 (PNPB, 2004).

Mesmo com os prazos e percentuais estabelecidos em lei, haviam dispositivos legais que permitiam a antecipação das misturas, de acordo com a disponibilidade de matéria prima e uma série de outros fatores importantes para manter a capacidade de abastecimento no país. Para tanto, no dia 23/09/2005, o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE publicou a Resolução nº 3, reduzindo os prazos para aplicação do disposto no caput do art. 2º da Lei 11.097, de 13/01/2005 (CNPE, 2005).

Com o início da mistura obrigatória de 2 % (B2), no dia 1 de janeiro de 2008, de acordo com a referida Lei, com o crescente interesse no biodiesel, aumento de

investimentos, facilidades para financiamento e o aumento da capacidade instalada de produção, o Governo Federal decidiu antecipar, para o dia 1 de julho de 2008, o percentual de mistura, do biodiesel ao diesel, para 3 % (B3), através da Resolução nº 2, de 13/03/2008, do CNPE (CNPE, 2008).

O Programa foi aperfeiçoado, muitos erros foram corrigidos e o mercado continuou crescendo. A capacidade instalada aumentou e a regularidade no abastecimento do mercado brasileiro se solidificou, fazendo com que o Governo antecipasse, mais uma vez, o percentual de mistura. Assim, por meio da Resolução nº 2, de 27/04/2009, do CNPE, a mistura contendo 4 % de biodiesel ao diesel entrou em vigor no dia 1 de julho de 2009 (CNPE, 2009a).

Seis meses depois da entrada em vigor da mistura B4, no dia 1 de janeiro de 2010, por meio da Resolução nº 6, de 16/09/2009, do CNPE, o percentual de biodiesel no diesel passou a ser de 5 % (CNPE, 2009b). Essa antecipação demonstra que a indústria se ajustou ao mercado e que o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel evoluiu rapidamente, principalmente se analisarmos as condições estabelecidas, inicialmente, pelo Governo Federal.

Objetivamente, o PNPB busca implementar, de forma sustentável, a produção e o uso do Biodiesel no Brasil, levando em consideração, logicamente, os aspectos técnicos e econômicos, e não esquecendo dos princípios básicos - apresentados no Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial -, da base e dos pilares do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, onde o desenvolvimento tecnológico é a base e a questão social é o principal pilar (Figura 3) .

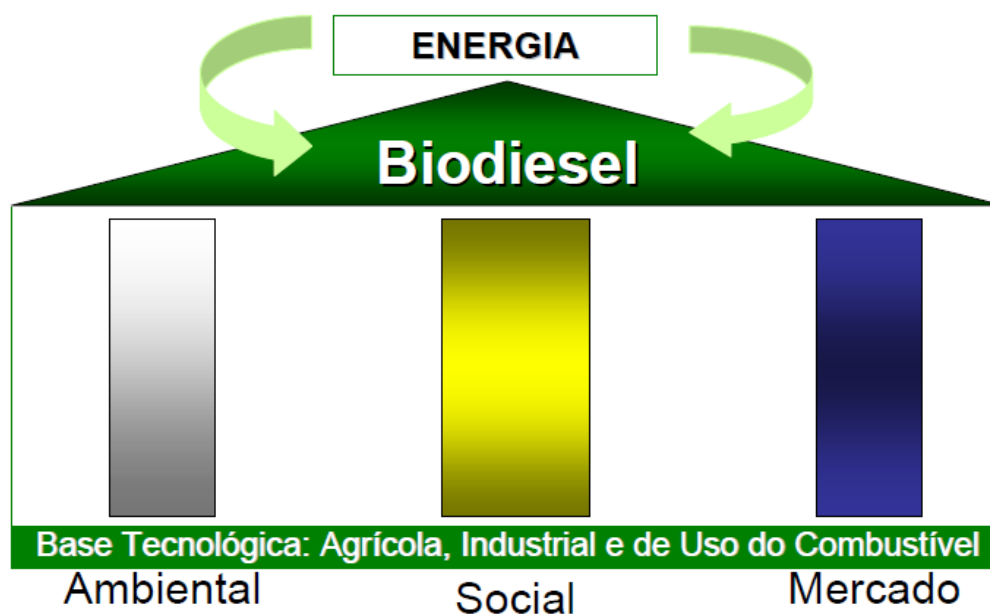


Figura 3. Pilares do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB, 2004).

Para que o PNPB se consolidasse e atingisse os objetivos propostos, o Governo Federal, com o apoio dos Governos Estaduais e Municipais, instituições públicas e privadas de pesquisa, além de empresas ligadas direta ou indiretamente com a cadeia produtiva do biodiesel, vem possibilitando a inclusão de agricultores familiares e pequenos e médios produtores, principalmente de regiões menos desenvolvidas, na cadeia produtiva do biodiesel. Assim, o mercado de biodiesel começou a ser estruturado com a junção de diversos atores (figura 4).

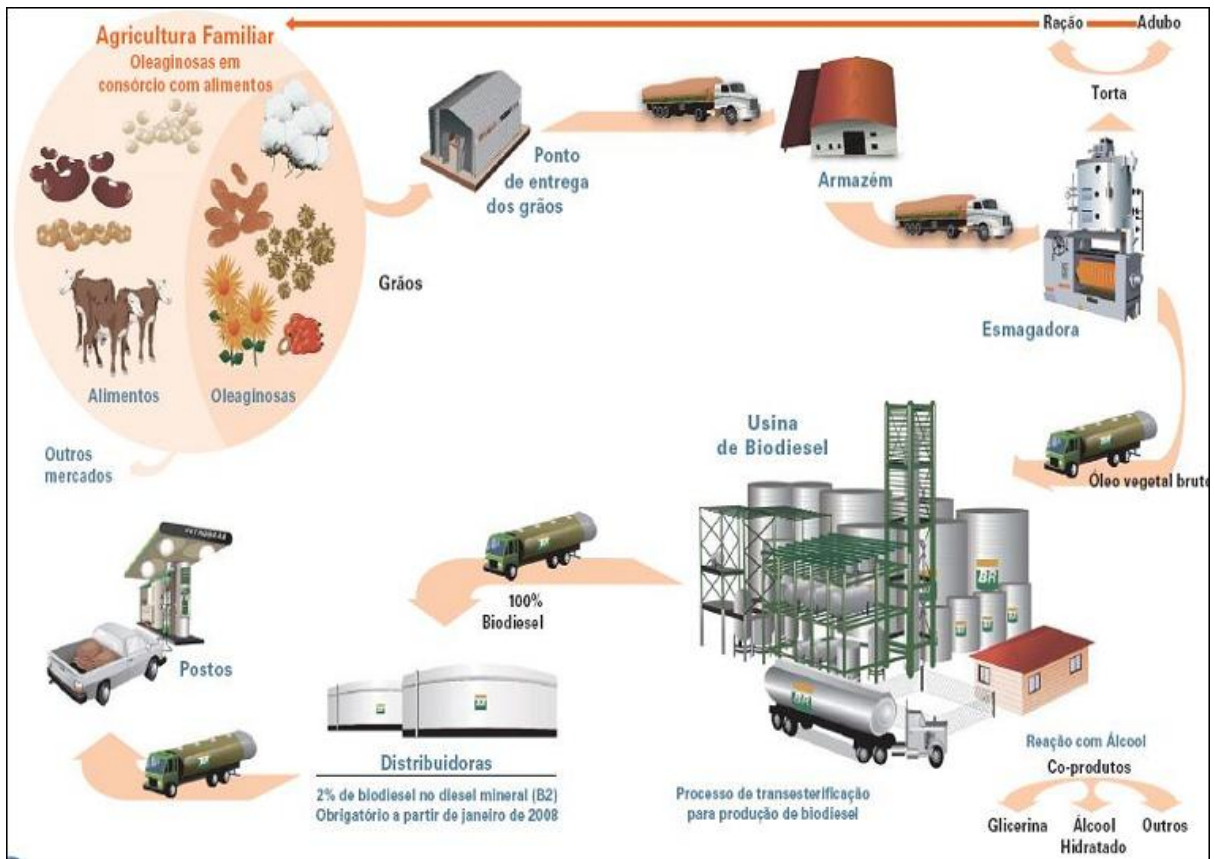


Figura 4. Atores envolvidos no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PETROBRAS, 2007).

De acordo com a figura acima, a cadeia produtiva do biodiesel foi estruturada para ter participação efetiva da agricultura familiar. Para que essa participação tenha sucesso, existe a necessidade de que os agricultores familiares consorciem sua produção de oleaginosas com a de alimentos, gerando renda a partir da venda de matéria prima para produção de biodiesel e alimentos para consumo próprio. Esses agricultores necessitam de assistência técnica especializada e todo suporte logístico para a entrega de sua produção, o que é fornecido pelas empresas que estabelecem relações contratuais com os agricultores.

Após a colheita, as matérias primas são transportadas, seja para pontos de armazenamento, seja diretamente para as indústrias esmagadoras. Após o

esmagamento, o óleo bruto é refinado e vai para o processo de produção de biodiesel. Terminado o processo de produção do biodiesel puro (B100), o produto vai para as distribuidoras, as quais realizam a mistura do biodiesel com o diesel, de acordo com os percentuais em vigor. Finalizando o processo, o combustível é distribuído nos milhares de postos espalhados pelo país e comercializado.

3.3.1. Selo Combustível Social

O Ministério do Desenvolvimento Agrário concede um identificador aos produtores de biodiesel que promovam a inclusão social e o desenvolvimento regional, gerando emprego e renda aos agricultores familiares que se enquadrem nos critérios estabelecidos pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF¹². Este identificador é o “Selo Combustível Social”. Os benefícios deste selo aos produtores de biodiesel são o acesso às melhores condições de financiamento junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e instituições financeiras credenciadas, alíquotas de PIS¹³/PASEP¹⁴, COFINS¹⁵, IRPJ¹⁶ e IPI¹⁷ diferenciadas (Tabela 3), que são proporcionais às aquisições da agricultura familiar, além de prioridade na participação dos leilões de biodiesel (MDA, 2005).

¹² O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) destina-se à aplicação do crédito rural à agricultura familiar para projetos produtivos adequados às potencialidades regionais e às especificidades de cada bioma

¹³ Programa de Integração Social

¹⁴ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público

¹⁵ Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

¹⁶ Imposto de Renda – Pessoa Jurídica

¹⁷ Imposto sobre Produtos Industrializados

Tabela 3. Tributos Federais Incidentes no Biodiesel e Diesel de Petróleo.

Tributos Federais	Biodiesel				Diesel de Petróleo
	Agricultura Familiar no Norte, Nordeste e Semi-Árido com Mamona ou Palma	Agricultura Familiar Geral	Agricultura Intensiva no Norte, Nordeste e Semi-Árido com Mamona ou Palma	Regra Geral	
	R\$/Litro	R\$/Litro	R\$/Litro	R\$/Litro	R\$/Litro
IPI	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero
CIDE	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
PIS/COFINS	Redução de 100%	Redução de 68%	Redução de 31%	Diesel mineral	0,148
Somatório dos Tributos Federais	0,00	0,07	0,151	0,218	0,218

Fonte: PNPB (2004).

O Selo obtido materializa-se num certificado, dado aos produtores que adquiram matérias-primas oriundas da agricultura familiar, dentro de limites mínimos estabelecidos legalmente¹⁸ (Tabela 4), variando de acordo com a região, e que atendam aos prazos estabelecidos, às condições de entrega, aos preços e à prestação de assistência técnica (MDA, 2005).

¹⁸ <http://www.biodiesel.gov.br/docs/Minuta1.pdf>

Tabela 4. Percentuais Mínimos para Aquisição de Matérias Primas, provenientes da Agricultura Familiar, por Região, para a obtenção do Selo Combustível Social pela Empresa.

Regiões	Percentuais Mínimos
Nordeste e Semi-Árido	50%
Norte e Centro-Oeste	10%
Sul e Sudeste	30%

Fonte: MDA (2005).

Na tabela 5, estão listadas as empresas detentoras do Selo Combustível Social, de acordo com a atualização do MDA, em 20/05/2010.

Tabela 5. Empresas com Selo Combustível Social, em maio de 2010.

Nº	Empresa	UF
1	ADM do Brasil Ltda.	MT
2	Agropalma - Cia. Refinadora da Amazônia	PA
3	Agrosoja - Comércio e Exportação de Cereais Ltda.	MT
4	Araguassú Óleos Vegetais Indústria e Comércio Ltda.	MT
5	Barralcool - Usina Barralcool S.A	MT
6	Binatural Indústria e Comércio de Óleos Vegetais Ltda.	GO
7	Biocamp Indústria e Comércio importação e Exportação de Biodiesel Ltda.	MT
8	Biocapital Consultoria Empresarial e Participações S.A	SP
9	BIOPAR - Bioenergia do Paraná Ltda	PR
10	BIOPAR Produção de Biodiesel Parecis Ltda.	MT
11	BIOVERDE – Indústria e Comércio de Biocombustíveis S/A	SP
12	BRACOL Holding Ltda. (Bertim)	SP
13	Brasil Ecodiesel Ind. e Com. de Biocombustíveis e Óleos Vegetais S.A	TO
14	Brasil Ecodiesel Ind. e Com. de Biocombustíveis e Óleos Vegetais S.A	RS
15	BSBIOS Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A	RS

16	BSBIOS Marialva Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A	PR
17	Caramuru Alimentos S.A	GO
18	Comanche Biocombustíveis da Bahia LTDA (IBR)	BA
19	Fertibom Indústrias Ltda.	SP
20	Fiagril Ltda.	MT
21	Granol Indústria, Comércio e Exportação S.A	RS
22	Granol Indústria, Comércio e Exportação S.A	SP
23	Granol Indústria, Comércio e Exportação S.A	GO
24	Oleoplan S.A. – Óleos Vegetais Planalto	RS
25	PETROBRAS Biocombustível S.A.	BA
26	PETROBRAS Biocombustível S.A.	CE
27	PETROBRAS Biocombustível S.A.	MG
28	Transportadora Caibiense Ltda.	MT
29	Olfar Indústria e Comércio de Óleos Vegetais Ltda	RS
30	Companhia Produtora de Biodiesel do Tocantins - BIOTINS	TO

Fonte: MDA (2010).

A cadeia produtiva do biodiesel se formou de uma maneira diferenciada. Os contratos são públicos, regulamentados pelo governo, além de serem monitorados e negociados com a participação de diversos atores. Neste caso, especificamente, os sindicatos participam ativamente da formulação e execução dos contratos, desempenhando um papel mais importante na defesa dos interesses dos agricultores (ABRAMOVAY & MAGALHÃES, 2007).

3.4. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E BIODIESEL

Os primeiros registros da utilização de óleos vegetais, como combustível, datam do fim do século XIX, quando Rudolf Diesel¹⁹ utilizou óleo de amendoim em seus ensaios (SHAY, 1993). Com o baixo custo e a alta disponibilidade do petróleo naquela época, os óleos vegetais não despertaram tanto interesse, abrindo caminho

¹⁹ Rudolf Christian Karl Diesel (Paris, 18/03/1858 - 30/09/1913) foi um engenheiro mecânico alemão, inventor do motor a diesel.

para a consolidação do petróleo como combustível. Além disso, buscando maior eficiência dos motores e do combustível, muitas alterações foram feitas, tornando inviável a utilização de óleos vegetais *in natura* diretamente nos motores (SUAREZ & MENEGHETTI, 2007).

Mesmo com o domínio dos combustíveis fósseis na matriz energética mundial, problemas na oferta de petróleo fizeram diversos países reverem suas políticas energéticas, procurando alguma opção viável que pudesse substituí-lo (SCHUCHARDT *et al.*, 1998; ZANIN *et al.*, 2000; PARENTE, 2003; SUAREZ & MENEGHETTI, 2007). Como resultados, processos como o craqueamento, a transesterificação e a esterificação foram estudados para transformar ácidos graxos e triglicerídeos em combustíveis líquidos. O objetivo desses estudos era obter produtos com as características mais próximas dos combustíveis largamente utilizados (diesel e gasolina), para que não fossem necessárias alterações significativas em motores à combustão dos ciclos Otto e Diesel.

O primeiro registro de patente desses estudos ocorreu na Bélgica, descrevendo a reação de transesterificação com a utilização de óleos vegetais (especificamente óleo de palma), pelas rotas metílica ou etílica, na presença de catalisadores ácidos (CHAVANNE, 1937). Essa patente²⁰ (422.877), descrevendo a obtenção de um produto que conhecemos hoje como Biodiesel, foi depositada pelo Dr. Charles Georges Chavanne, no ano de 1937, o qual é considerado, hoje, como o inventor do biodiesel.

Após a Segunda Guerra, o mercado mundial de petróleo se estabilizou, fazendo com que as pesquisas sobre biodiesel ficassem paralisadas até o fim da década de 70, quando foi criado, no Brasil, o PRO-ÓLEO (SUAREZ &

²⁰ <http://www.biodieselbrasil.com.br/patente/Patente%20BELGA%201937%20-%20BE422877A.pdf>

MENEGHETTI, 2007). Em 1981, quatro décadas após a primeira patente que descrevia a produção de biodiesel por transesterificação, surgiram duas patentes brasileiras que descreviam, basicamente, o mesmo processo. As duas patentes intituladas “Processo de produção de um combustível sucedâneo de óleo tipo diesel”²¹ e “Processo de produção de combustíveis a partir de frutos ou sementes oleaginosas”²² pertenciam ao Dr. Expedito José de Sá Parente (LOURENÇO, 2009).

Além dessas duas patentes, mais quatro patentes foram depositadas, por brasileiros, entre os anos de 1982 e 1984: (a) “Processo de extração de óleos vegetais para obtenção de combustíveis”²³; (b) “Reator contínuo com catalisadores orgânicos heterogeneizados para transesterificação de óleos vegetais”²⁴; (c) “Processo da transesterificação de óleos vegetais”²⁵; e (d) “Processo de extração de óleos vegetais com álcool etílico, seguido por transesterificação com este álcool para obtenção de combustíveis”²⁶, as quais foram depositadas, respectivamente, pela Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia (1982); pelos Drs. Ulf Friedrich Schuchardt e Osvaldo Cândido Lopes (SCHUCHARDT & LOPES, 1983); e as duas últimas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1984a; EMBRAPA, 1984b).

Mesmo com todo o esforço por parte dos pesquisadores brasileiros, com a queda do preço do barril de petróleo, diversos estudos e pesquisas foram

²¹ BR 8004358

²² BR 8007957

²³ BR n. PI 8003739

²⁴ BR 8202429

²⁵ BR n. PI 8300429

²⁶ BR n. PI 8302341

abandonados, sendo retomados pelo Governo Federal, somente no fim da década de 90.

É interessante notar que o primeiro registro da utilização da palavra “Biodiesel” na literatura foi feito em 1988, por Wang (1988), no artigo “Development of Biodiesel Fuel”. Desde então, foi possível contabilizar, mundialmente, as publicações relacionadas com o tema “biodiesel”, como é mostrado no gráfico 8.

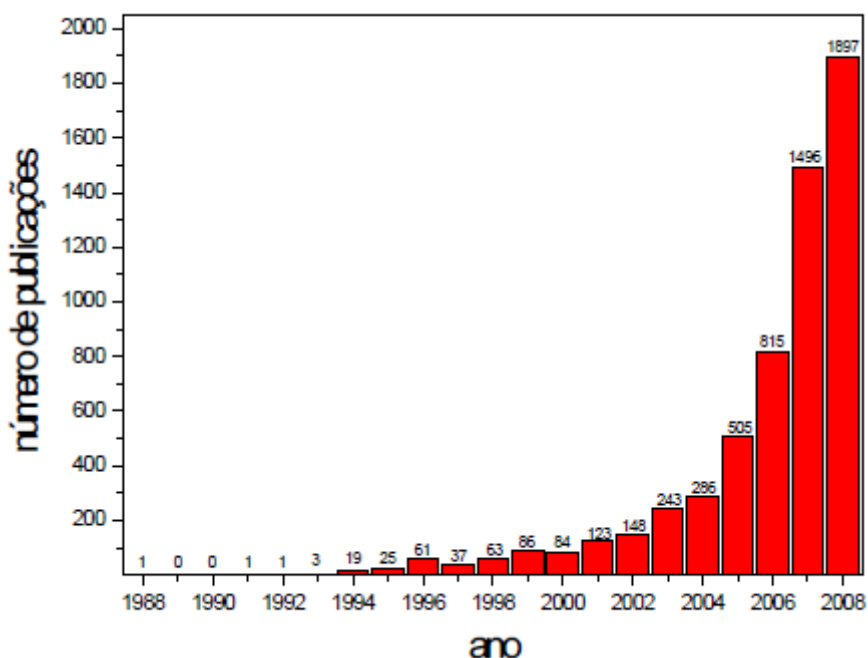


Gráfico 8. Publicações contendo a palavra “biodiesel” entre 1988 e 2008 (Lourenço, 2009).

Após 1988, com a inserção da palavra “biodiesel” na literatura, é possível verificar, no gráfico 9, o número de pedidos de patente em biodiesel, com um crescimento bastante significativo já no início da década de 90.

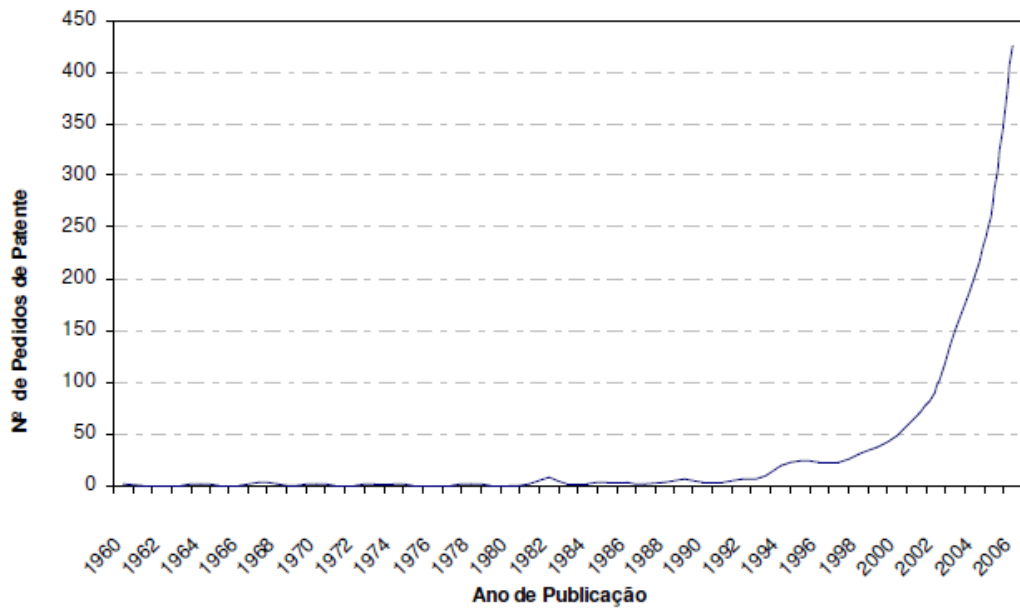


Gráfico 9. Número de pedidos de patente em biodiesel publicados por ano no mundo (INPI, 2008).

O Brasil seguiu a mesma tendência observada no mundo. Até a década de 90, os pedidos de patente eram pouco significativos, revertendo esse quadro após a metade da década de 90. Mesmo assim, até o início do PNPB, houve grande instabilidade no número de patentes depositadas, adquirindo crescimento positivo e acentuado, somente, a partir do 2001, como mostrado no gráfico 10.

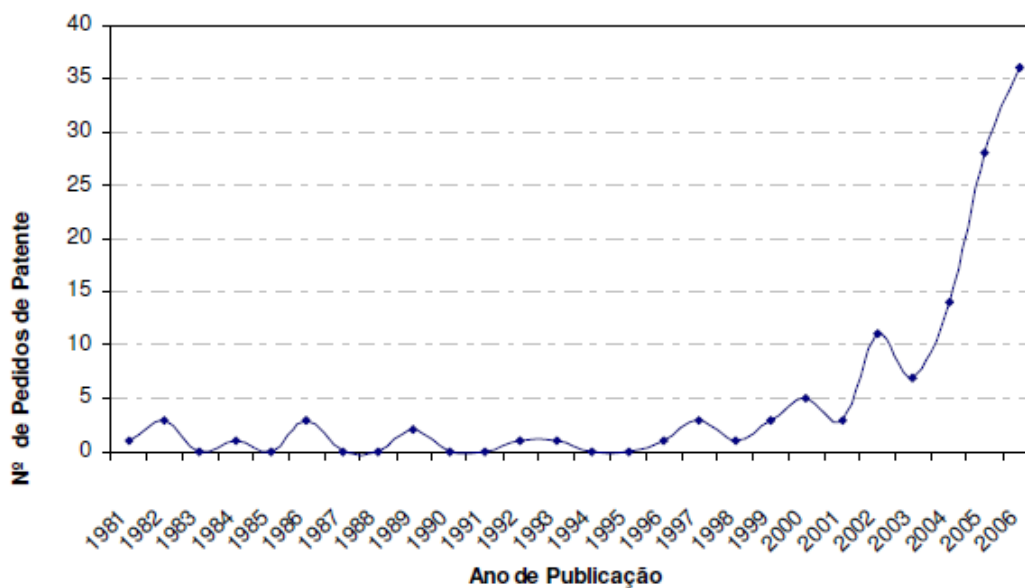


Gráfico 10. Número de pedidos de patente em biodiesel publicados por ano no Brasil (INPI, 2008).

Como pode ser observado no gráfico 11, entre 1986 e 2000, nenhuma patente em biodiesel foi publicada por brasileiros. Isso demonstra que, no mesmo período, as patentes publicadas no Brasil foram depositadas por estrangeiros. É importante notar que as patentes publicadas por brasileiros tiveram grande evolução a partir de 2002, mesmo ano em que os pedidos de patente no Brasil tiveram um grande crescimento.

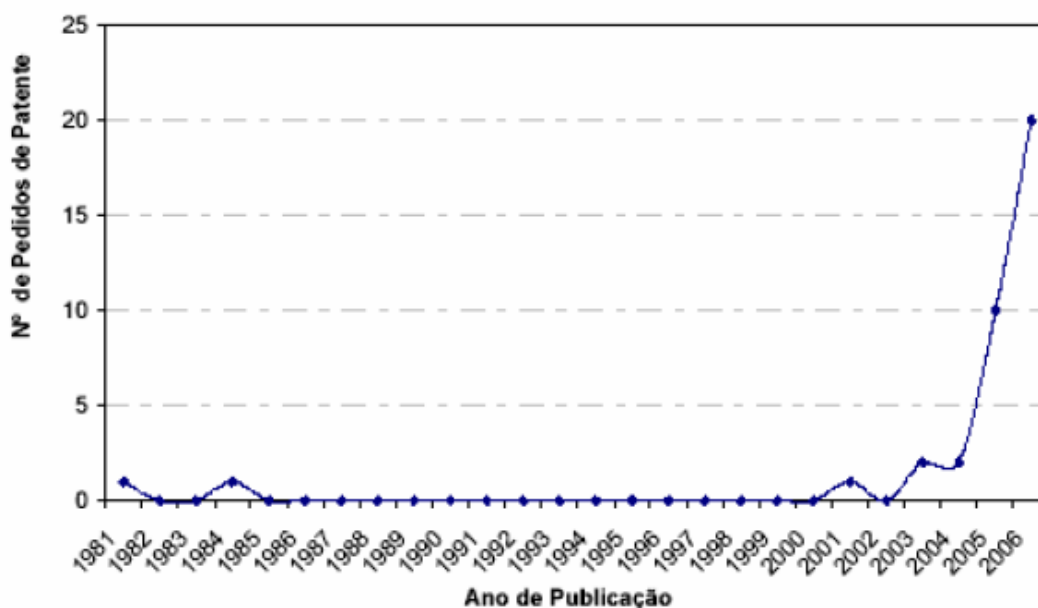


Gráfico 11. Número de pedidos de patente, em biodiesel, publicados, por ano, por brasileiros (INPI, 2008).

Mesmo o Brasil desenvolvendo pesquisas em biodiesel há algumas décadas, resultados expressivos foram observados, somente, a partir do ano 2000. Pelo histórico da pesquisa em biodiesel no Brasil e no mundo, podemos concluir que o programa brasileiro avançou rapidamente, demonstrando que o país dispõe de *know-how* suficiente para impulsionar, ainda mais, a produção de biodiesel nacional. Isso não exclui a necessidade de maiores investimentos em pesquisa científica na área de biodiesel, o que é de extrema importância para o aumento da eficiência e competitividade do produto, tanto no Brasil como no exterior.

Analisando a estrutura gerencial do PNPB (figura 1), observa-se que o módulo de desenvolvimento tecnológico está sob a responsabilidade do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que, na execução da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, exerce funções estratégicas, desenvolvendo e fomentando

pesquisas e estudos, com o objetivo de gerar conhecimento, tecnologias inovadoras, criar produtos, processos e patentes (BRASIL, 2008).

Para fomentar a base tecnológica nacional, produzir e difundir conhecimento na cadeia produtiva do biodiesel, o MCT utiliza, preferencialmente, a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que possui o objetivo de consolidar um sistema gerencial de articulação dos diversos atores envolvidos na pesquisa, desenvolvimento e produção de biodiesel, identificando e eliminando gargalos tecnológicos que venham a surgir durante a evolução do Programa Nacional. Dessa forma, o Governo direciona e otimiza os investimentos públicos, levando-se em consideração principais requisitos de sustentabilidade, a geração de empregos e renda e o desenvolvimento regional (PNPB, 2008).

3.4.1. Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel

A Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel envolve a grande maioria dos grupos de pesquisa voltados à P,D&I em Biodiesel, no Brasil. Os projetos da RBTB são elaborados e executados com acompanhamento e supervisão do MCT, com o intuito de se evitar a repetição de esforços, promover parcerias, adequar a realidade e as vocações estaduais ao Programa Nacional e atuar no controle da aplicação de recursos, no sentido de otimizá-la (MENEZES *et al.*, 2010).

É importante ressaltar que, com a estruturação de projetos regionais e, conseqüentemente, com o mapeamento da competência instalada no país, a RBTB foi estruturada e implantada, tendo como coordenação central a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ministério da Ciência e Tecnologia (SETEC/MCT). Além disso, em sua estrutura (figura 5), existem comitês técnico-

científicos, indicados pelo MCT, responsáveis pela coordenação de cinco sub-redes: (i) matéria prima; (ii) estabilidade, armazenamento e problemas associados; (iii) produção; (iv) caracterização e controle da qualidade; (v) co-produtos (BRASIL, 2007).

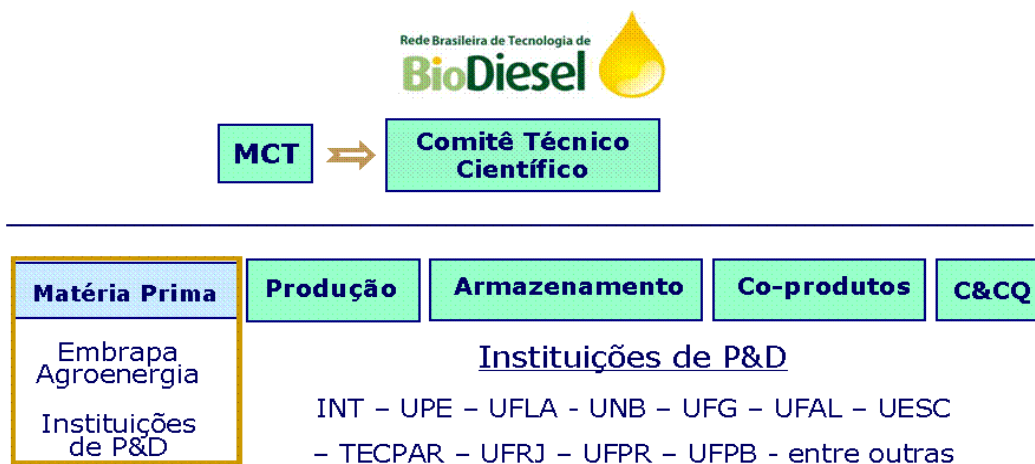


Figura 5. Estrutura da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (MENEZES *et al.*, 2010).

Vale ressaltar que todos os temas contemplam a estruturação de laboratórios e formação de recursos humanos, relevantes para o atendimento às demandas do mercado de biodiesel – quanto ao suporte técnico à produção, ao controle de qualidade do combustível produzido e à mão-de-obra especializada – cuja produção deverá ocorrer em plantas instaladas de forma dispersa no território nacional (MENEZES *et al.*, 2010).

O Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) 2007/2010 (Eixo III – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas) estimou um investimento, em quatro anos, da ordem de R\$ 107,57 milhões para o Programa de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (BRASIL, 2007). Vale ressaltar que as

linhas temáticas e metas estabelecidas no PACTI de Biodiesel foram definidas com o apoio da RBTB, em função das prioridades de pesquisa contidas no PNPB. Os investimentos em P,D&I são executados, basicamente, através de encomendas e editais (FINEP e CNPq), com recursos oriundos, em sua grande maioria, do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). A outra parcela é proveniente de recursos do Plano Plurianual (PPA) (BRASIL, 2008).

Dentro do processo de gestão, são realizadas reuniões de coordenação e fóruns de debates sob a forma de “reuniões setoriais”, contando com a participação da academia, empresas, associações e órgãos governamentais. Nestas reuniões são colhidos subsídios que orientam o programa, bem como o estabelecimento de parcerias para financiamento e execução das atividades (MENEZES *et al.*, 2010).

3.5. AGRICULTURA FAMILIAR

A existência da agricultura familiar dentro do capitalismo foi muito estudada pelos marxistas, analisando o produtor familiar como um ser que vive em uma imensa miséria, sempre sofrendo com a sua condição de vida gerada pela ausência de tecnologia em sua produção (ABRAMOVAY, 1992).

Mesmo assim, nos países avançados, a produção familiar dentro do sistema capitalista em que vivemos, representa a maior parte dos empreendimentos agrícolas. Essas estruturas possuem algumas características em comum: maior participação de membros da família como mão-de-obra; importância das relações de parentesco no trabalho; setor atomizado e coordenado pelo Estado (ABRAMOVAY, 1992).

Muitos setores produtivos são capazes de associar suas empresas a fim de defender interesses comuns, mas no caso do setor agropecuário, a consolidação de grupos que alvejam ideais parecidos é uma tarefa intrincada e às vezes inviável. O grande número de unidades de produção rural diverge em termos de tamanho, capital e tecnologia, tornando as prioridades individuais diferentes. No caso das propriedades de menor porte, o problema é acentuado, dada a diversidade de sistemas e estratégias produtivas que determinam objetivos difusos; por consequência, a força do setor é diluída em grupamentos locais. Associações e cooperativas possibilitam a permanência do sistema familiar em algumas regiões, mas são totalmente inexistentes em outras. Cabe, então, ao governo e às comunidades a promoção de medidas capazes de alterar os rumos da produção familiar, devido a sua importância estratégica no que se diz respeito ao bem estar geral da sociedade (AZZONI *et al.*, 2006).

A concentração de terras no Brasil exclui a maioria dos agricultores do processo de desenvolvimento e agrava as condições sociais no país. Essa configuração caracterizava a economia brasileira, bem como as questões políticas e sociais, em benefício de uma pequena parcela da população. Essa questão é crucial para o entendimento dos problemas socioeconômicos do campo, pois diante da estrutura fundiária existente no Brasil, podemos compreender, em parte, a miséria da população rural brasileira, a falta de perspectivas, e ainda, o principal obstáculo ao desenvolvimento econômico e cultural do País (PRADO JR., 1981).

A propriedade da terra não é o único elemento a ser considerado em relação à necessidade da reestruturação fundiária no Brasil. Entre os agricultores familiares que são proprietários, muitos possuem menos de 5 ha, o que, na maioria dos casos, inviabiliza sua sustentabilidade econômica através da agricultura, com exceção de

algumas atividades econômicas, sua localização e/ou seu grau de capitalização (GUANZIROLI, 1999).

Em geral, as propriedades destinadas aos assentamentos apresentam boa fertilidade natural, porém com algumas limitações físicas. Mesmo assim, existem algumas limitações para a permanência das famílias nos assentamentos, as quais se relacionam com as condições precárias de acesso ao mercado, à falta de água em quantidade e qualidade, falta de alimentação para os animais no período da seca e, principalmente, a falta de assistência técnica.

De acordo com Abramovay (1992), a produção familiar e suas variáveis presentes no capitalismo são o eixo da articulação agrária. O desenvolvimento do capitalismo é dependente do trabalho social e privado. O produtor mercantil tem sua existência cindida por sua dupla condição de só poder satisfazer seus interesses quando se volta para o outro. O que caracteriza a sociabilidade no mundo das mercadorias é a divisão contida em cada produtor e em seus produtos, entre sua natureza particular e seu caráter social. Isso que gera a divisão da sociedade em classes. Conseqüentemente, a organização social e seu destino vão depender do desenvolvimento das classes e sua interação. Perante a importância da produção familiar para o desenvolvimento do País e do PNPB, deve-se ter um cuidado especial com esse setor, o qual pode impulsionar cada vez mais o Programa e diminuir as disparidades entre as classes sociais.

3.5.1. Matérias Primas Utilizadas Para a Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar

Diante da diversidade de matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel, são mostradas, na tabela 6, dados das principais oleaginosas cultivadas pelos agricultores familiares para a produção de biodiesel, em 2007.

Tabela 6. Principais produtos da agricultura familiar destinados à produção de biodiesel

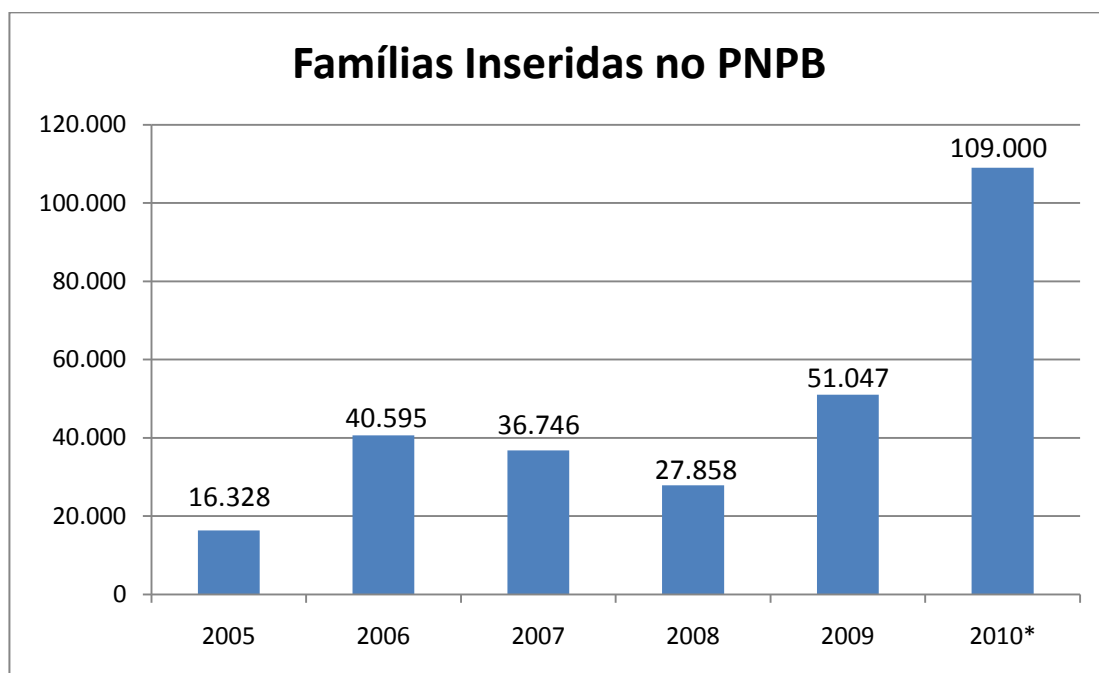
Regiões	Área Plantada (ha)				
	Amendoim	Dendê	Girassol	Mamona	Soja
Centro-Oeste			15%	46%	39%
Nordeste		5%	2%	88%	
Norte		100%			
Sudeste	100%				
Sul			2%	4%	94%
Total	0%	4%	3%	61%	29%

Fonte: MDA/Selo Combustível Social, 2007 e Adaptado de Abramovay & Magalhães (2007).

Essas culturas se caracterizam por serem as principais representantes da agricultura familiar na produção de biodiesel. Isso é perceptível quando se olha o percentual de ocupação nas regiões do país, onde determinadas regiões possuem grande participação na produção de matérias-primas específicas.

Mesmo assim, desde o início do Programa até o fim de 2008, o número de agricultores incorporados à cadeia produtiva do biodiesel oscilou, demonstrando grandes dificuldades para inserir o pequeno produtor em um novo setor da economia. Pode-se observar no gráfico 12 que, em pouco mais de um ano do

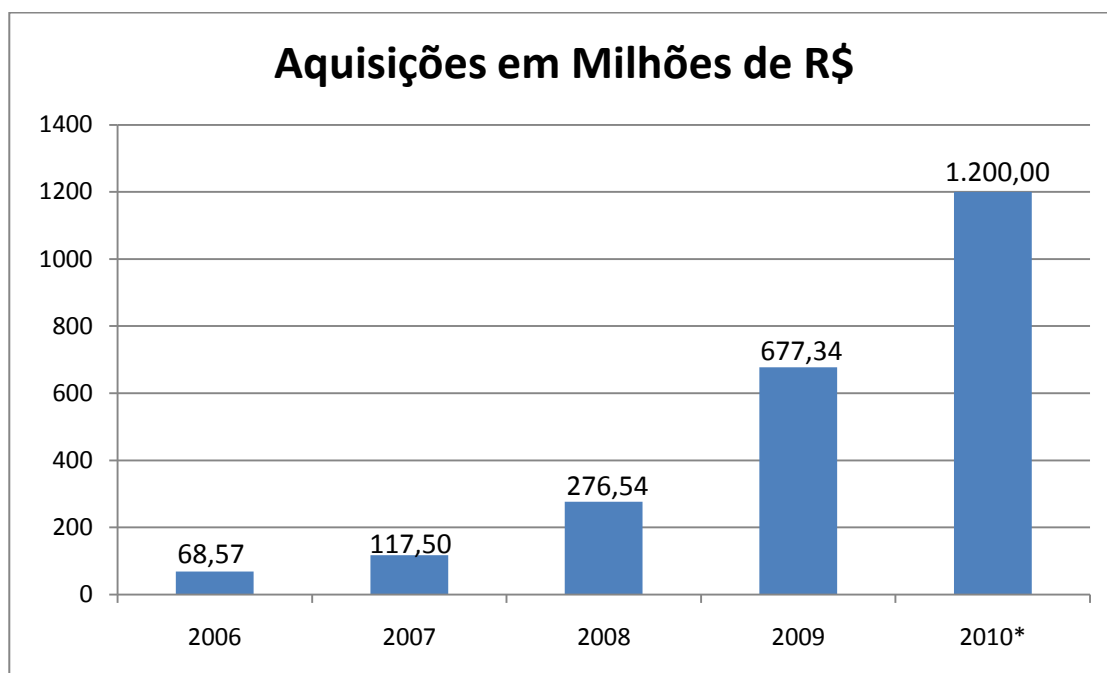
PNPB, houve grande aumento no número de famílias participantes no Programa. No entanto, esse cenário não se sustentou, evidenciando falhas no sistema em que os atores estavam inseridos (MDA, 2010).



* *Estimativa*

Gráfico 12. Número de Famílias Inseridas no PNPB (MDA, 2010).

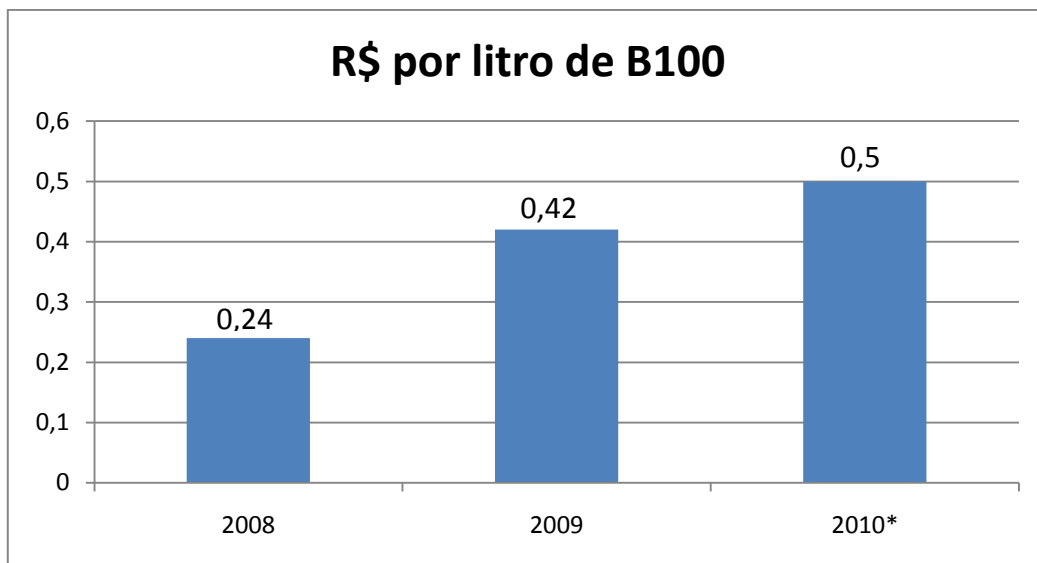
Em 2009, como mostrado no gráfico 12, o número de famílias inseridas no PNPB deu um salto, juntamente com o valor das aquisições de matérias primas oriundas da agricultura familiar. Em 2010, a estimativa é que o número de famílias inseridas no PNPB duplique, juntamente com o faturamento do setor, como é mostrado no gráfico 13 (MDA, 2010).



* *Estimativa*

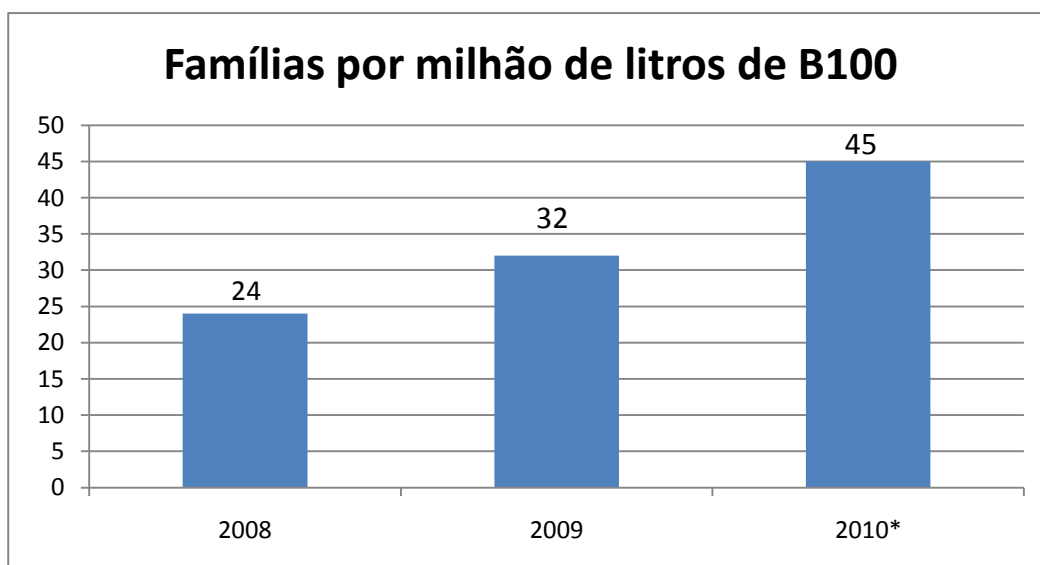
Gráfico 13. Aquisições da Agricultura Familiar (em milhões de R\$) (MDA, 2010).

Ao longo do tempo, falhas encontradas durante o Programa foram reduzidas e/ou eliminadas. Foram feitos aperfeiçoamentos no sistema de assistência técnica e extensão rural e no mecanismo do Selo Combustível Social, o que estimulou e contribuiu para a fixação das famílias no campo e na manutenção de suas atividades direcionadas para a cadeia produtiva do biodiesel (MONTEIRO, 2007). Isso pode ser observado pelo aumento da participação da agricultura familiar no PNPB, como mostram os gráficos 14 e 15.



* *Estimativa*

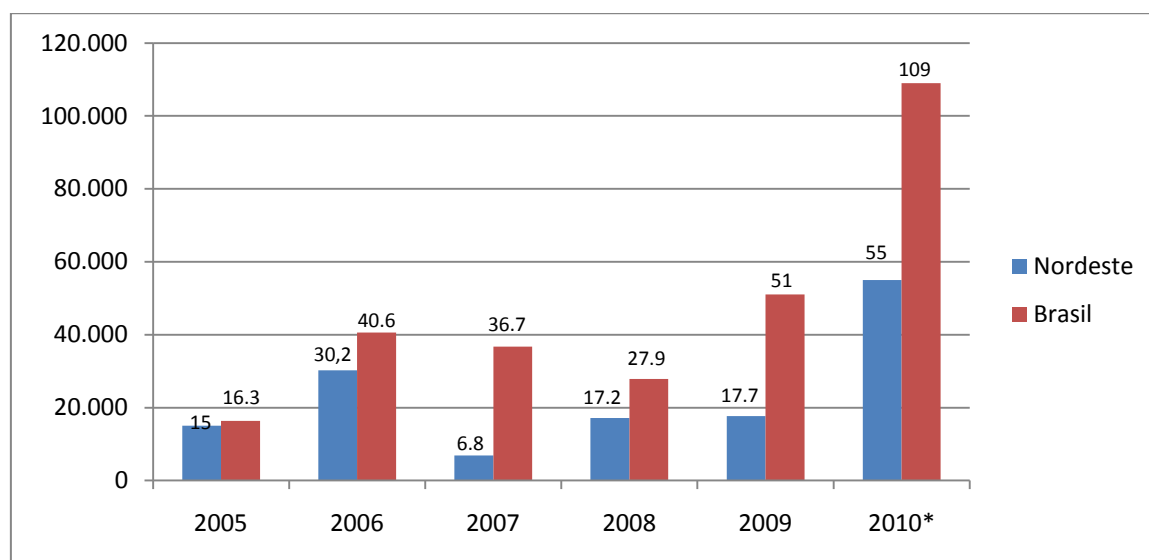
Gráfico 14. R\$ adquiridos da agricultura familiar por litro de B100 arrematado nos leilões da ANP (MDA, 2010).



* *Estimativa*

Gráfico 15. Número de famílias da agricultura familiar por milhão de litros de B100 arrematados nos leilões da ANP (MDA, 2010).

Quando se fala em agricultura familiar, precisamos analisar questões relacionadas às desigualdades regionais, onde, no PNPB, é dada grande importância para a região Nordeste (ABRAMOVAY & MAGALHÃES, 2007). Como mostrado, a incorporação de famílias no Programa oscilou bastante nos primeiros anos, sendo observado o mesmo fenômeno na região Nordeste. No entanto, os benefícios gerados pela eliminação e/ou redução das falhas encontradas no setor e pelo aperfeiçoamento de outros critérios, foram responsáveis pela recuperação e incorporação de novas famílias nordestinas no PNPB. Além disso, estima-se que, em 2010, o número de agricultores familiares, pertencentes à cadeia produtiva do biodiesel no Nordeste, ultrapasse 50% do número de agricultores familiares no Brasil (gráfico 16), triplicando o número de agricultores contabilizados em 2009 (MDA, 2010).



* *Estimativa*

Gráfico 16. Participação da Região Nordeste na Agricultura Familiar Brasileira (MDA, 2010).

Com relação à região Norte, há grandes dificuldades para a inserção de agricultores familiares na cadeia do biodiesel. Pelas características da região, principalmente em relação às limitações ambientais, há escassez de matéria prima, além do sistema logístico ineficiente, o que torna pouco atrativo a instalação de empresas de biodiesel na região. Com o zoneamento climático de diversas culturas, principalmente da palma, a região Norte poderá, em médio prazo, desenvolver o sistema logístico local e atender às necessidades do mercado interno, possibilitando a incorporação de diversas famílias no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (BRIEU, 2009).

A integração de agricultores familiares à cadeia produtiva do biodiesel sugere a formação de arranjos produtivos locais (APL). Nesse contexto, iniciativas lideradas pelo poder público emergem com rapidez para incentivar a produção de oleaginosas no país (NAVAES, 2008).

O estabelecimento de pólos produtivos com definição de regiões específicas de atuação é um meio interessante para se intensificar a participação da agricultura familiar no PNPB. Várias estratégias adotadas na metodologia de implantação de agropólos e de APL's poderiam ser utilizadas na estruturação desses pólos produtivos. Contudo, no quesito inclusão social, a participação da agricultura familiar dependerá do desenvolvimento da capacidade organizativa dos agricultores. A formação de associações e cooperativas de produtores que instalem unidades de produção, por exemplo, será essencial para o sucesso do desenvolvimento desse tipo de metodologia (ABRAMOVAY & MAGALHÃES, 2007).

Mesmo com o domínio do biodiesel de soja, algumas matérias primas produzidas pela agricultura vêm despontando como excelentes alternativas para a

produção de biodiesel, com rendimentos bem superiores a soja, mas com tecnologias ainda pouco difundidas (MONTEIRO, 2007).

Nesses casos, os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação de processos e produtos é bastante importante. Os agricultores familiares, os quais dependem da produção para sobreviver, não podem ter grandes prejuízos com o plantio dessas oleaginosas. É determinante que as informações e tecnologias a respeito das culturas sejam dominadas, para que o pequeno produtor rural tenha segurança em sua atividade, e para que o programa de biodiesel consiga sustentar e elevar a inclusão social e a participação da agricultura familiar nas atividades de produção e comercialização de produtos, tanto no mercado interno, quanto no externo.

3.5.2. Inovação Tecnológica na Agricultura Familiar

Prado Jr. (1981) vê o avanço tecnológico da agricultura brasileira com certa preocupação. Como o que lhe preocupa é a melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural, ele observa que a melhoria da tecnologia empregada no campo não significa, necessariamente, melhoria de qualidade de vida do trabalhador e, às vezes pode até agravá-la.

Um agricultor pequeno, ao implementar uma inovação tecnológica, baixará seus custos, mas não o preço do produto, já que o mesmo é regido pelas relações sociais onde a inovação não foi adquirida. O fato é que essa inovação com certeza irá se espalhar, fazendo com que outros também façam utilização dela. Os agricultores médios irão provocar a queda dos preços devido ao aumento de oferta dos produtos; já os agricultores retardatários, irão sair do mercado vendendo suas terras, muitas vezes para aqueles que primeiro investiram em tecnologia e irão

continuar no mercado. Em resumo, a entrada de tecnologia puxa os preços para baixo, sendo que o produtor familiar pode e deve fazer uso de inovações tecnológicas para continuar na atividade, diminuindo os riscos de entrar no fenômeno do *treadmill* (ABRAMOVAY, 1992).

O acesso à tecnologia apresenta grande variação tanto entre familiares e patronais quanto entre os agricultores de diferentes regiões, mesmo que de uma mesma categoria. Entre os familiares, apenas 16,7 % utilizam assistência técnica, contra 43,5 % entre os patronais. Entretanto, entre os familiares este percentual varia de 2,7 % na região Nordeste a 47,2 % na região Sul. Mesmo considerando as diferenças no interior da agricultura familiar nordestina, o número de agricultores com acesso a assistência técnica é muito pequeno. A energia elétrica também é um privilégio para poucos agricultores familiares das regiões Norte e Nordeste. Enquanto 36,6 % dos estabelecimentos familiares do Brasil têm acesso a este serviço público, os percentuais variam de 9,3 % na região Norte a 73,5 % na região Sul (GUANZIROLI, 1999).

As inovações que estão ocorrendo a partir de novos atributos, a princípio, parecem estar mais favoráveis aos pequenos produtores, isto porque trabalham em função da agregação de valor à produção, do que em função da produção padronizada (WILKINSON, 2006).

3.6. PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A principal rota para obtenção de biodiesel é a transesterificação de óleos e gorduras. Nesta reação, mostrada na figura 6, o óleo ou gordura é misturado ao metanol ou etanol e, na presença de um catalisador, dá origem a uma mistura de

ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. Essa mistura é o que hoje se conhece como biodiesel. Como subproduto desta reação forma-se a glicerina.

A reação de transesterificação é bem estudada e estabelecida, utilizando-se, principalmente, catalisadores ácidos ou básicos (ABREU *et al.*, 2004). Muitos artigos científicos mostram inúmeros estudos sobre a reação de transesterificação com diferentes triacilglicerídeos (LANG *et al.*, 2001; PINTO *et al.*, 2005).

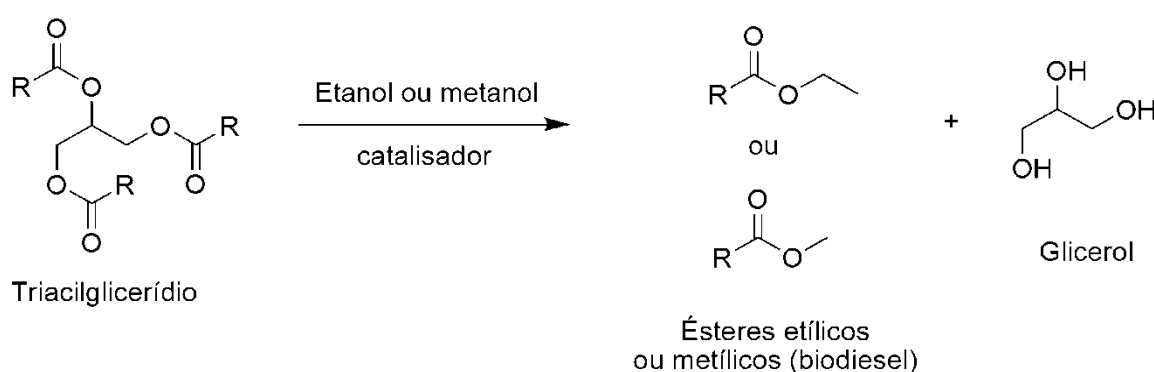


Figura 6. Reação de transesterificação para obtenção de biodiesel (CHAVANNE, 1937; PARENTE, 1981; WANG, 1998, LANG *et al.*, 2001; ABREU *et al.*, 2004; PINTO *et al.*, 2005; KNOTHE *et al.* 2006).

Desde 1937, quando a primeira patente sobre a produção de biodiesel foi publicada (CHAVANNE, 1937), a tecnologia mais difundida é o processo de transesterificação alcalina. Esta tecnologia, entretanto, não é adequada para matérias-primas contendo mais que 0,5 % de FA livres em massa devido a vários problemas (MA, CLEMENTS, HANNA, 1998), como formação de sabão, o que leva a emulsões estáveis dificultando a purificação do biodiesel, e o consumo de catalisador.

Com o intuito de resolver o problema de usar matérias-primas com elevados teores de ácidos graxos livres na indústria do biodiesel, diferentes abordagens têm

vido descritas na literatura (KUSDIANA e SAKA, 2001; SREEPRASANTH, SRIVASTAVA, SRINIVAS, 2006; YAN, SALLEY, SIMON, 2009; LI, WANG, ZHU, 2009; SUWANNAKARN *et al.*, 2009). Porém, devido a limitações tecnológicas, um número reduzido de indústrias utilizam rotas diferentes da transesterificação alcalina, o que dificulta a inserção de matérias primas com menor valor agregado no processo de obtenção de biocombustível.

3.7. PRINCIPAIS MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO NACIONAL DE BIODIESEL

Até novembro de 2010, existiam 64 usinas produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP, com capacidade para produzir 15.696,64 m³ / dia. Desse total, 56 possuíam autorização de comercialização, totalizando 15.339,54 m³ / dia de capacidade (ANP, 2010). De acordo com o MME, na figura 7 é mostrada a localização das unidades produtoras de biodiesel, com e sem Selo Combustível Social.

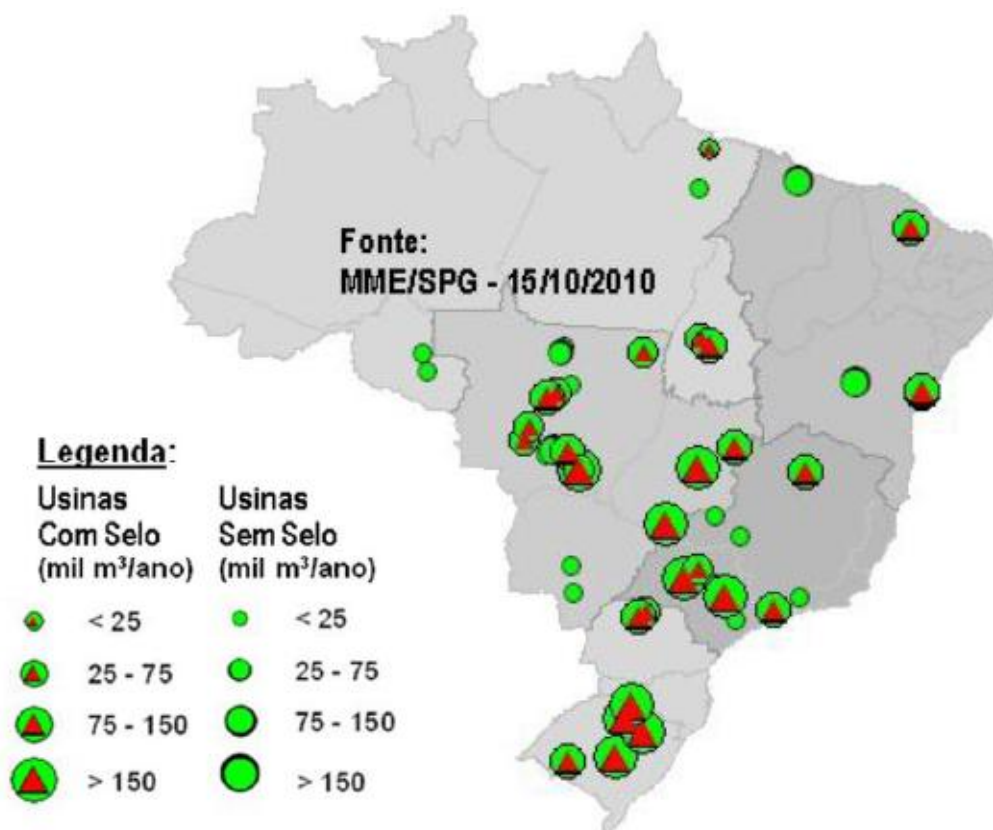


Figura 7. Localização das unidades produtoras de biodiesel (BRASIL, 2010).

De acordo com a ANP (2010), são apresentadas, no gráfico 17, as matérias primas utilizadas na produção de biodiesel. No mês de setembro, a participação do óleo de soja ficou em 81,35 %, a do sebo bovino ficou em 13,36 %, a do óleo de algodão ficou em 4,11 % e a de outras matérias primas ficaram em 1,17 % .

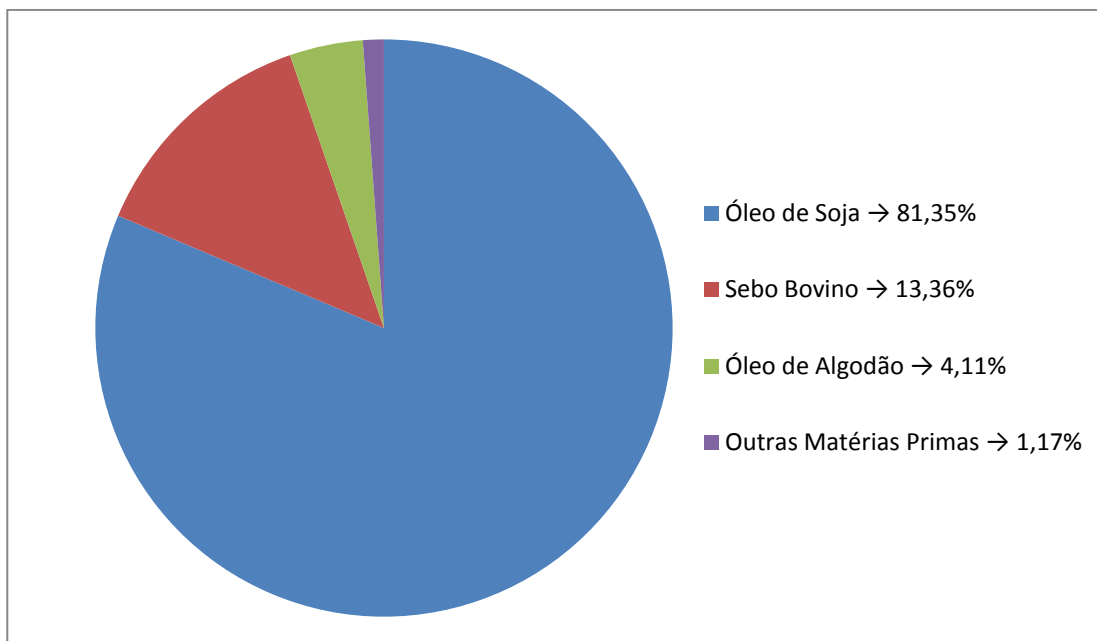


Gráfico 17. Participação das matérias primas utilizadas na produção de biodiesel (ANP, 2010).

3.7.1. Soja

A soja é uma planta originária da Ásia, mais especificamente no centro-sul da China (centro de origem primário) e na região da Manchúria (nordeste chinês) - centro de origem secundário - onde ocorreu seu processo de domesticação e posterior expansão para o resto do mundo (XU *et al.*, 1989).

É uma espécie diplóide, essencialmente autógama, com flores perfeitas, cujos órgãos masculinos e femininos são protegidos pela corola, minimizando a possibilidade de ocorrência de polinização cruzada entre flores de plantas distintas (VERNETTI, 1983; KAR e SEN, 1991). Apresenta grande diversificação genética e morfológica devido ao grande número de variedades e cultivares. Seu desenvolvimento é relativamente rápido, com um ciclo variando entre 75 dias para as cultivares precoces até 210 dias para as tardias. Nos limites brasileiros, o ciclo

pode variar entre 100 e 160 dias, dando origem a diversos grupos de variedades e cultivares classificadas quanto a época de maturação (BORÉM, 1999).

De acordo com dados do CNPSo (2007), a composição nutricional do grão corresponde a 38 % de proteínas, 19 % de lipídios, 23 % de carboidratos e 17 % de fibra alimentar. Em função da alta porcentagem de lipídios e proteínas acumulados na semente, a soja é classificada agronomicamente como pertencente ao grupo das oleaginosas, representando também uma importante fonte protéica natural, utilizada tanto no consumo humano quanto no arraçamento de bovinos, suínos e aves.

Os ganhos obtidos através do melhoramento genético, somados a melhorias nas práticas de manejo e fitotecnia, e à utilização de equipamentos e insumos modernos, aumentaram significativamente o rendimento da cultura da soja nos últimos anos no Brasil (BORÉM, 1999), possibilitando o alcance de uma produtividade média de 2.823 kg/ha nas lavouras nacionais (CNPSo, 2007). Na tabela 7, podemos ver os dados referentes à soja, desde a safra de 1976/77 até a safra 2008/09.

Tabela 7. Série histórica de produção, área plantada e produtividade de soja, no Brasil

SAFRA	PRODUÇÃO (MILHÕES DE TON.)	ÁREA (MILHÕES DE HA)	PRODUTIVIDADE (KG/HA)
1976/77	12,15	6,9	1.748
1977/78	9,73	7,8	1.250
1978/79	10,20	8,2	1.251
1979/80	14,89	8,8	1.700
1980/81	15,48	8,7	1.781
1981/82	12,89	8,4	1.536
1982/82	14,53	8,4	1.728
1983/84	15,34	9,2	1.674
1984/85	18,21	10,1	1.808
1985/86	13,21	9,6	1.369
1986/87	17,07	9,2	1.851
1987/88	18,13	10,7	1.693

1988/89	23,93	12,3	1.953
1989/90	20,10	11,6	1.740
1990/91	15,39	9,7	1.580
1991/92	19,42	9,6	2.027
1992/93	23,04	10,7	2.150
1993/94	25,06	11,5	2.179
1994/95	25,93	11,7	2.221
1995/96	23,19	10,7	2.175
1996/97	26,16	11,4	2.299
1997/98	31,64	13,2	2.384
1998/99	30,77	13,0	2.367
1999/00	32,34	13,5	2.395
2000/01	38,43	14,0	2.751
2001/02	41,92	16,3	2.567
2002/03	52,02	18,5	2.816
2003/04	49,79	21,4	2.329
2004/05	51,45	23,3	2.208
2005/06	55,03	22,7	2.419
2006/07	58,39	20,7	2.823
2007/08	60,02	21,3	2.816
2008/09	57,63	21,56	2.674

Fonte: Mapa/Conab (2010).

Nas últimas décadas, o Brasil sofreu uma grande expansão de suas fronteiras agrícolas. Isso se deveu em grande parte ao desenvolvimento de cultivares de soja adaptadas às mais variadas condições existentes nas regiões brasileiras. Estima-se que mais da metade da produção de soja no país seja melhorada geneticamente através de técnicas moleculares, evidenciando a grande aceitação e adoção por esta tecnologia.

Os principais objetivos do melhoramento genético de soja são a obtenção de incremento na produtividade e na produção, maior estabilidade da cultura, maior adaptação a condições ambientais adversas (solo e clima), efetiva resistência/tolerância a doenças e pragas, redução da sensibilidade ao fotoperíodo e melhoramento da arquitetura da planta.

Grande parte da soja utilizada na produção de biodiesel é advinda de grandes produtores. No entanto, por ela ser a principal matéria prima de onde é obtido o

biodiesel no Brasil, inúmeros produtores familiares vendem sua produção para agroindústrias que necessitam adquirir matérias primas da agricultura familiar e receber/manter o selo combustível social.

A soja é a cultura mais estudada, além de possuir a maior área plantada no Brasil. Sua tecnologia é altamente difundida, tanto com relação ao plantio, quanto à colheita. A extração de óleo, o que é um grande diferencial para as culturas, é a mais eficiente de todas as matérias-primas utilizadas comercialmente, o que gera menos custos para os produtores e torna-se a matéria prima preferencial para ser utilizada na produção do biodiesel.

3.7.2. Sebo Bovino

De acordo com Brasil (2010), o sebo bovino foi a segunda matéria prima mais utilizada para produção de biodiesel em 2010, ficando atrás, somente, do óleo de soja.

No entanto, a utilização de biodiesel originado de uma matéria prima, somente, não atende às especificações da ANP, sendo necessária a utilização de misturas. Para o biodiesel ser aprovado no controle de qualidade e poder ser comercializado, o biodiesel, no Brasil, é uma mistura produzida a partir de duas matérias primas: óleo de soja e do sebo bovino. Esse é o principal fator responsável pela importância do sebo bovino no cenário brasileiro.

Atualmente, o biodiesel comercializado, no Brasil, é uma mistura produzida a partir de duas matérias primas: soja e sebo bovino. Isso se deve ao fato de que, para o biodiesel ser aprovado no controle de qualidade e poder ser comercializado, é preciso estar dentro das especificações estabelecidas pela Agência Nacional do

Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. No entanto, a utilização de biodiesel originado de uma matéria prima, somente, não atende às especificações da ANP, sendo necessária a utilização de misturas.

Essa participação não era esperada no início do programa, mas diante dos preços elevados dos óleos vegetais e da grande população de bovinos no país, o sebo tornou-se uma matéria prima de destaque no cenário nacional.

Pelo tamanho da produção brasileira de bovinos, os custos de obtenção do óleo advindo do sebo são inferiores aos de outras matérias primas. Mesmo com uma capacidade de produção elevada, a utilização do sebo é limitada, principalmente pelo sistema logístico nacional. Para se ter uma idéia, em 2007, 23 milhões de animais foram abatidos, o que renderia cerca de 350 milhões de litros de biodiesel de sebo, o equivalente a 14,5 % da demanda anual com o B5 (BRIEU, 2009).

Além da gordura bovina, outros tipos de gordura são utilizadas para produção de biodiesel, como a de porco, frango e o óleo de fritura usado, as quais possuem participação insignificante na produção de biodiesel.

3.7.3. Algodão

O algodão (*Gossypium hirsutum L.*) é uma cultura que possui domínio tecnológico e pode ser aproveitado de várias maneiras. Além da utilização da fibra, principal produto obtido do algodoeiro, o caroço (semente) pode ser utilizado na alimentação de animais e para a extração de óleo. O caroço pode corresponder a 60 % da produção, sendo que a torta obtida do caroço equivale a quase 50 % da semente e o óleo rende cerca de 15 %. Dependendo das variedades e das

condições de manejo da cultura, esses percentuais podem oscilar significativamente (BARROS, SANTOS, FERREIRA, 2004; CARVALHO, PEIXOTO, OLIVEIRA, 2006).

A cultura do algodão possui muita importância para várias regiões do país, principalmente quando falamos de agricultura familiar. Com a criação do PNPB, o aproveitamento do caroço de algodão voltou a ganhar visibilidade, obtendo-se quantidades significativas de óleo bruto e colocando o algodão como a terceira matéria prima mais importante na produção de biodiesel brasileira.

3.7.4. Girassol

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma planta adaptada a diversas condições de temperatura, mas que, para alcançar bons níveis de produtividade, requer solos férteis e bem drenados, com bons suprimentos de nitrogênio, fósforo e potássio, e com temperaturas entre 18 e 24°C. No entanto, desde que correções mínimas sejam realizadas, a cultura pode se desenvolver em solos menos férteis e com características físicas deficientes (AGUIAR *et al.*, 2001).

Segundo Gonçalves e Tomich (1999), cada hectare da cultura rende entre 400 e 500 kg de óleo, sendo o teor de óleo das sementes variando entre 30 e 50 %. Além desse produto, a planta pode ser utilizada como adubo verde, forragem e silagem para alimentação animal, devido a sua quantidade de proteína bruta (MONTEIRO, 2007).

3.7.5. Mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta que, provavelmente, tem origem no continente africano ou no continente asiático, onde existem relatos de seu cultivo há centenas de anos e uma gama de variedades espalhadas pelos dois continentes, o que dificulta a avaliação precisa sobre a sua real origem. Pertencente à família *Euphorbiaceae*, é um arbusto extremamente resistente, sendo comercialmente cultivada entre as latitudes 40°S e 40°N (MATOS, 2007).

O Brasil é um dos maiores produtores de mamona, e seu cultivo concentra-se no nordeste brasileiro. No Brasil, a maior parte das cultivares plantadas para fins comerciais possui um teor de óleo entre 45 e 50 %. O ácido graxo ricinoléico representa de 84 % a 91 % da composição do óleo, o que é determinante para conferir as propriedades diferenciadas pelo mesmo, como a estabilidade em altas e baixas temperaturas (AZEVEDO, 2001).

De acordo com o MAPA (2009), na safra 2008/09, a produção total de mamona no Brasil foi de 133 mil toneladas, sendo cultivadas em mais de 174 mil hectares, com uma produtividade média de 765 kg/ha. Essa produtividade é muito baixa, se considerarmos a produtividade média obtida em São Paulo na mesma safra: 1.540 kg/ha (CONAB, 2010). Na tabela 8, podemos ver os dados referentes à mamona, desde a safra de 1976/77 até a safra 2008/09.

Tabela 8. Série histórica de produção, área plantada e produtividade de mamona, no Brasil

SAFRA	PRODUÇÃO (MIL TONELADAS)	ÁREA (MIL HECTARES)	PRODUTIVIDADE (KG/HA)
1990/91	134	239	560
1991/92	116	181	642
1992/93	38	136	276
1993/94	63	117	537
1994/95	44	78	570
1995/96	48	122	392
1996/97	96	150	643
1997/98	19	133	142
1998/99	31	93	335
1999/00	107	195	550
2000/01	80	161	495
2001/02	72	126	574
2002/03	86	128	673
2003/04	107	166	646
2004/05	210	216	975
2005/06	104	148	703
2006/07	94	156	602
2007/08	123	163	758
2008/09	133	174	765

Fonte: Mapa/Conab (2010).

O óleo de mamona é extraído das sementes, as quais possuem formas, coloração e tamanhos diferentes, sendo bons indicativos para diferenciar as cultivares existentes. Basicamente, são utilizadas três cultivares no Brasil: IAC-80, IAC-226 e Guarani. O potencial produtivo das três varia de 1.500 a 4.000 kg/ha, com uma produtividade média de 2.000 kg/ha, 47 % de teor de óleo, em média, por semente e ciclo entre 180 a 240 dias. O período ótimo para o plantio está situado entre os meses de outubro e novembro, com significativa diminuição da produtividade de acordo com o distanciamento desse intervalo (SAVY FILHO, 2005). Durante o processo de extração do óleo, é obtida, também, a torta de mamona, a qual ainda pode ser utilizada como adubo orgânico ou nematicida.

O óleo de mamona possui inúmeras formas de utilização, principalmente na indústria química, onde pode ser usado na fabricação de tintas, vernizes, graxas, lubrificantes, materiais plásticos, cosméticos e produtos alimentícios (MATOS, 2007). Além disso, com a implantação do PNPB, o uso da mamona como fonte de matéria prima para produção de biodiesel foi amplamente incentivada. Isso ocorreu pela rusticidade da cultura, a qual é conhecida e cultivada pelos agricultores do semiárido nordestino. Mesmo assim, perante as dificuldades, tanto no processo de produção do combustível quanto na obtenção de qualidade do mesmo, seu uso foi extremamente limitado (SUAREZ, 2009 e FREITAS, 2008).

3.8. PALMÁCEAS DE ELEVADO POTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

3.8.1. Dendê

O dendê (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira que possui origem na África e, de acordo com a maioria dos estudiosos, foi introduzida no Brasil no século XVI, adaptando-se, inicialmente, no litoral sul da Bahia. Somente no século XX, foi observada a utilização da cultura do dendê comercialmente, na região Norte do Brasil, com seu primeiro plantio no município de Benevides, no estado do Pará (BRASIL, 2003).

Em função da distribuição das chuvas, da incidência de raios solares, da temperatura do ar, da umidade atmosférica e da disponibilidade de solos, a região amazônica é o local onde a cultura do dendê possui maior aptidão. Por ser uma

cultura permanente, sua produção é contínua ao longo do ano, não se verificando problemas de sazonalidade nessa região (SANTOS, 2007).

Dos frutos são obtidos o óleo de palma e palmiste, sendo que o primeiro é extraído da polpa e o segundo da amêndoa. Esses óleos possuem diversos usos e aplicações, tanto para alimentação humana e/ ou animal, quanto para usos não alimentícios, como a produção de biocombustíveis.

3.8.2. Macaúba

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é conhecida por vários nomes no Brasil: macaúba, mucajá, mocujá, mocajá, macaíba, macaiúva, bacaiúva, bocaiúva, umbocaiúva, imbocaiá, coco-de-catarro ou coco-de-espinho, entre outros (TEIXEIRA, 1996).

Dois tipos de óleo são obtidos após o processo de extração: o óleo obtido da amêndoa possui um leve tom amarelado e, por ser mais nobre e de alto valor, pode ser utilizado na indústria alimentícia e de cosméticos. O outro tipo de óleo, com origem da polpa, é menos nobre e possui coloração alaranjada, sendo mais indicado para fins energéticos (CIPRIANO, 2006).

Uma alternativa que está sendo utilizada, hoje, é a plantação da palmeira em fileiras, juntamente com pastagens utilizadas na produção de gado, além de estar sendo direcionada, também, para utilização na recuperação de áreas degradadas. Essa forma de cultivo produz grandes quantidades de óleo, além de proporcionar melhores condições para o gado presente na área.

4. UTILIZAÇÃO DA PALMA E DA MACAÚBA DESTINADAS À PRODUÇÃO DE BIODIESEL

4.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

De acordo com o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (BRASIL, 2006), a demanda por energia no mundo irá aumentar cerca de 1,7 % ao ano. Esse cenário não pode estar baseado nas reservas atuais de combustíveis fósseis, pois estes são capazes de suprir a demanda mundial, somente, por mais 40 anos, se considerarmos a manutenção do consumo ao longo dos anos.

No Brasil, os biocombustíveis são uma realidade, mas é preciso que ações sejam direcionadas para a busca por matérias primas que possuam maior rendimento de óleo por hectare (AMORIM, 2008), gerem emprego e renda, impulsionem o desenvolvimento regional e ajudem a mitigar e reduzir os impactos ambientais negativos advindos da exploração da terra (MIRAGAYA, 2005).

Atualmente, as áreas ocupadas por matérias primas vegetais, destinadas à produção de biodiesel, possuem um rendimento médio de óleo de 500 kg/ha, advindos, em sua maioria, das culturas da soja e do algodão. É importante salientar que grande parte da produção de biodiesel é obtida a partir do sebo bovino, o qual, mesmo possuindo elevada importância para o mercado nacional, não possui impacto direto sobre as áreas ocupadas e disponíveis do território brasileiro.

Esse cenário está intimamente relacionado com as palmáceas - como o dendê e a macaúba, que possuem elevada produtividade, rendendo mais de 5.000 kg de óleo por hectare, e podem ter um impacto direto e extremamente significativo

na produção de óleo e no uso da terra no Brasil. Esse rendimento, além de todos os benefícios citados, poderá reduzir os custos de produção do biodiesel²⁷ e aumentar sua competitividade no mercado nacional.

4.2. A CULTURA DO DENDÊ

O incentivo à cultura do dendê no Brasil é justificado com base em alguns argumentos. O primeiro é a produção doméstica estimada de 190 mil toneladas de óleo por ano (tabela 9). Isso equivale a cerca de 40 % da demanda nacional, necessitando importar o restante para atender ao mercado brasileiro, onde, em 2009, o número de importações superou 255 mil toneladas (BRASIL, 2009a; OIL WORLD ANNUAL, 2010).

Tabela 9. Série histórica de produção em cacho, produção de óleo, área plantada, produtividade em cacho e produtividade em óleo de palma, no Brasil.

ANO	PRODUÇÃO EM CACHO (MIL TON.)	PRODUÇÃO DE ÓLEO (MIL TON.)	ÁREA PLANTADA (MIL HA)	PRODUTIVIDADE EM CACHO (T/HA)	PRODUTIVIDADE DE ÓLEO (T/HA)
1990	328	85,3	33,0	10	2,6
1991	331	86,1	33,0	10	2,6
1992	306	79,6	31,0	10	2,6
1993	231	60,1	23,0	10	2,6
1994	308	80,1	31,0	10	2,6
1995	328	85,3	33,0	10	2,6
1996	352	91,5	36,0	10	2,6
1997	360	93,6	36,0	10	2,5
1998	380	98,8	38,0	10	2,6
1999	400	104,0	40,0	10	2,6
2000	450	117,0	45,0	10	2,6
2001	460	119,6	45,0	10	2,6
2002	450	117,0	45,0	10	2,6
2003	516	134,2	51,6	10	2,6

²⁷ 80 % do custo de produção do biodiesel é devido às matérias primas.

2004	550	143,0	55,0	10	2,6
2005	560	145,6	56,0	10	2,6
2006	570	148,2	57,0	10	2,6
2007	570	148,2	57,0	10	2,6
2008	570	171,0	59,0	10	2,9
2009	610	197,6	76,0	10	2,6

Fonte: MAPA (2009a); OIL WORLD ANNUAL (2010).

Outro argumento é baseado no fato de que a gordura do dendê é amplamente utilizada na indústria alimentícia. Além disso, a gordura pode ser empregada na fabricação de graxas, lubrificantes, velas, sabão e, ainda, servir de proteção para chapas de metais. Hoje, no Brasil, além do setor alimentício, o setor farmacêutico e de cosméticos são os que mais demandam esse produto. Mesmo assim, a intenção é que a gordura também seja usada como fonte de energia.

O terceiro argumento é exatamente referente à sua utilização como fonte energética. Argumenta-se que o biodiesel de dendê pode substituir o óleo diesel, por ser mais econômico e adequado ao momento em que o país e o restante do mundo se encontram hoje (FROUFE, 2009).

Se o dendê fosse escolhido como matéria prima para obtenção de óleo/gordura a ser destinado para a produção de biodiesel, necessitaria de uma área cultivada extremamente inferior à que é utilizada, hoje, no Brasil; baseada, principalmente, no cultivo de soja. Isso ocorre, especialmente, pelo fato de a produtividade de óleo por hectare ser, pelo menos, cinco vezes superior à obtida com a soja (GARCIA, 2010).

4.2.1. Panorama atual e vantagens da produção de dendê no Brasil

Mesmo com uma baixa produtividade média nacional de óleo, cerca de 2,6 ton/ha (OIL WORLD ANNUAL, 2010), a palma apresenta elevado potencial, sendo comum encontrar rendimentos superiores a 4 ton/ha em algumas regiões brasileiras (SILVA, 2006) – sob boas condições de manejo, o que representa um rendimento 10 vezes maior do que o obtido com a cultura da soja. Além disso, existem relatos de produtividades superiores a 8 ton/ha (ELBERSEN, 2008), indicando cenários ainda mais animadores para o futuro.

A Indonésia, atualmente, é a maior produtora mundial de óleo de palma, com uma produção de 20,9 milhões de toneladas por ano. Em segundo lugar, está a Malásia, com 17,5 milhões de toneladas. Em terceiro e bem mais distante, aparece a Tailândia, com 1,3 milhão de toneladas (OIL WORLD ANNUAL, 2010). A Colômbia, maior produtor de óleo de palma da América Latina, cultiva, hoje, mais de 350 mil hectares de dendê, com planos de chegar a dois milhões de hectares em 2020, o que seria suficiente para produzir a mesma quantidade de óleo que o Brasil potencialmente produziria se utilizasse toda a soja cultivada para a extração de óleo (BIODIESELBR, 2009a).

Atualmente, o Brasil - 11º produtor mundial - produz pouco menos de 200 mil toneladas de óleo por ano, em cerca de 76 mil hectares, sendo 87% advindo do Estado do Pará (BRASIL, 2010a). No entanto, diante da disponibilidade de áreas para cultivo da palma, o Brasil possui o maior potencial, entre todos os países, para expandir sua área de cultivo e sua produção anual.

Para se ter uma idéia, foram produzidos, em 12 milhões de hectares, mais de 45 milhões de litros de óleo de palma (OIL WORLD ANNUAL, 2010). Esta

quantidade é bastante superior ao que foi obtido, individualmente, com as culturas da soja, canola e girassol, como se pode ver na tabela 10.

Tabela 10. Produção mundial de óleos por área plantada

	Produção de Óleo Milhões de Ton/ano)	Área Plantada (Milhões de ha)
Palma	45,11	12,0
Soja	35,9	102,0
Canola	23,27	31,7
Girassol	11,64	30,8

Fonte: Oil World Annual 2010.

Na Figura 8, é possível verificar as áreas mais apropriadas ao cultivo de palma no mundo, onde o Brasil, provavelmente, possui a maior área potencial para o desenvolvimento desta cultura.

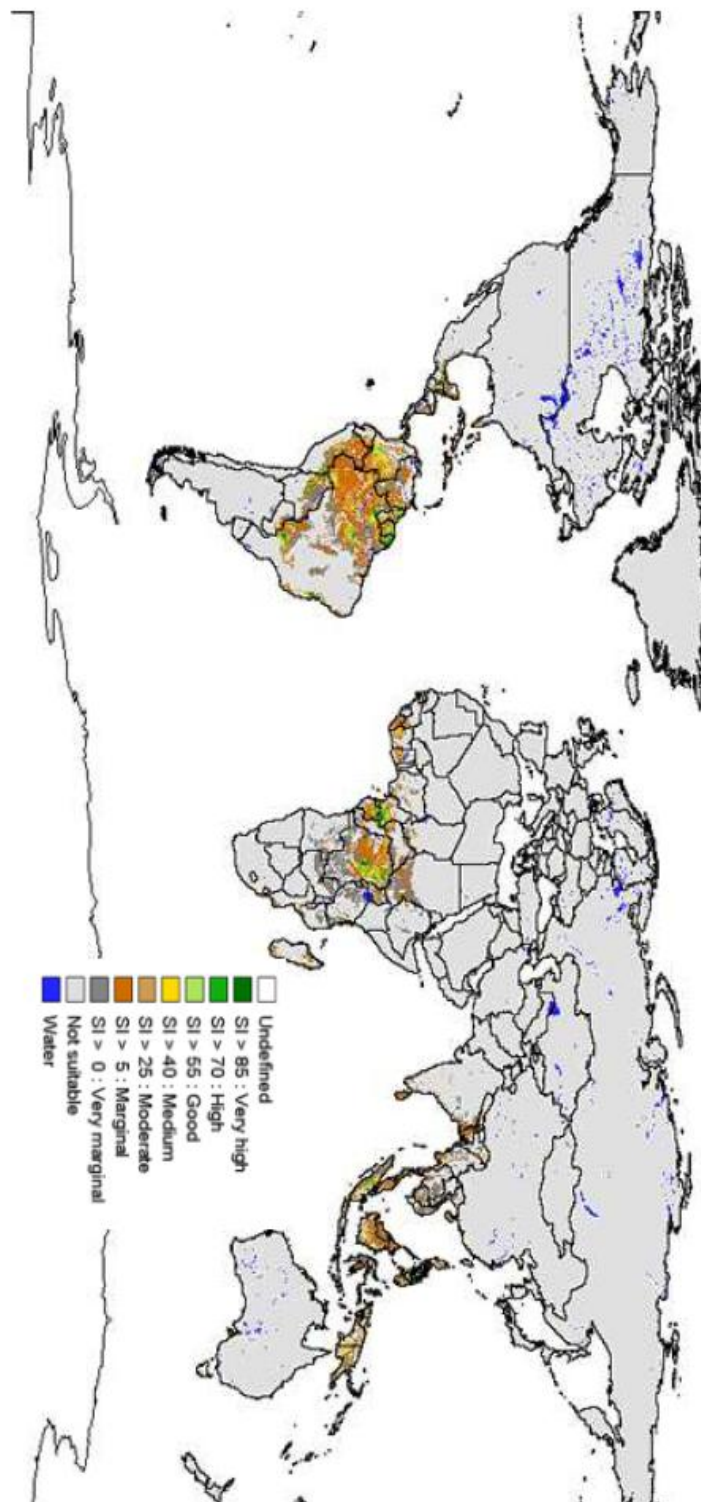


Figura 8. Áreas adequadas para a produção de palma no mundo (IASA, 2000 in: ELBERSEN, 2008).

A pequena necessidade de áreas para o cultivo, comparado com outras matérias primas, é um dos fatores mais importantes a ser considerado para a difusão da cultura no país. Ecologicamente, para se produzir biodiesel, a cultura da palma é uma excelente alternativa para evitar o desmatamento de novas áreas, recuperar áreas degradadas e produzir, ao mesmo tempo, matérias primas para produção de energia e alimentos (HOMMA, 2000).

Levando em consideração os aspectos sociais, a produção de biodiesel a partir do dendê, em determinadas regiões, é um elemento de extrema importância para gerar desenvolvimento regional. Com exceção das grandes cidades localizadas na região Norte, parte da energia elétrica utilizada nas pequenas cidades ou comunidades é gerada a partir de combustíveis fósseis (diesel e gasolina), que, além de causarem maior impacto ao meio ambiente, possuem um custo elevadíssimo de transporte, principalmente quando a demanda é baixa e são levados a localidades mais distantes (ZYLBERSTAJN *et al.*, 1996). Esses fatores demonstram que a produção do dendê em determinadas regiões, juntamente com a criação de toda infraestrutura necessária para atender à cadeia produtiva, é extremamente útil para gerar desenvolvimento em diversas regiões do país.

Além de diminuir os custos para a geração e utilização de energia, o cultivo da palma possui elevado potencial para geração de empregos. Enquanto o cultivo da soja é mecanizado e gera um emprego direto a cada 120 hectares, estima-se que o dendê, por ser cultivado manualmente ao longo de todo o ano, gere um emprego a cada 7 hectares (EMBRAPA, 2002; MARBORGES, 2009) ou um emprego a cada 10 hectares (VEIGA & FURIA, 2000; BRASIL, 2009b).

De acordo com Barcelos (1993), a Amazônia possuía uma área potencial para plantio da palma estimada em 70 milhões de hectares. Entretanto, vários estudiosos

possuem opiniões divergentes quanto à área potencial disponível para a produção de palma, no Brasil. Isso acontece pela falta de informações a respeito das áreas aptas e disponíveis para o cultivo da palma.

Com a necessidade de um estudo mais completo e preciso, o Governo Federal, há alguns anos, iniciou o mapeamento de diversas áreas brasileiras, com o intuito de verificar a existência de regiões com aptidão para o cultivo da palma. Assim, em maio de 2010, foi lançado, pelo Governo Brasileiro, o “Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil”, juntamente com o zoneamento agroecológico (ZAE) da palma de óleo, onde foram identificados 31,8 milhões de hectares adequados para seu cultivo²⁸, o que corresponde a 13,6 % da área apta total ou 3,7 % da área total do território brasileiro. Desse montante, 29 milhões estão na Amazônia Legal (figura 9) e 2,8 milhões estão situados no Sudeste (figura 10) e Nordeste (figura 11) (BRASIL, 2010b).

De acordo com o Decreto N° 7.172/10, o Zoneamento Agroecológico da Amazônia Legal estipulou uma divisão em classes, referente à aptidão da área:

- Preferencial (áreas em verde): alto potencial e sem limitações significativas para a produção da palma. Possuem pequenas restrições, mas que não interferem, significativamente, na produção. Além disso, essas áreas não exigem a adoção de práticas mitigadoras e não elevam a necessidade por insumos no cultivo;
- Regular (áreas em marrom): médio a alto potencial, com limitações moderadas para a produção de palma. As limitações podem interferir na produtividade da cultura, exigindo a adoção de práticas mitigadoras

²⁸ Decreto N° 7.172/10

e a maior necessidade de insumos para reverter as desvantagens da produção no local;

- Marginal (áreas em amarelo): baixo potencial, com grandes limitações para a produção da palma. As características regionais terão impactos significativos na produtividade da cultura, exigindo grandes investimentos para remediar a situação desfavorável no cultivo;
- Inapta (áreas em cinza): péssimo potencial, com limitações extremas para o cultivo. São áreas inadequadas para a produção econômica da palma.

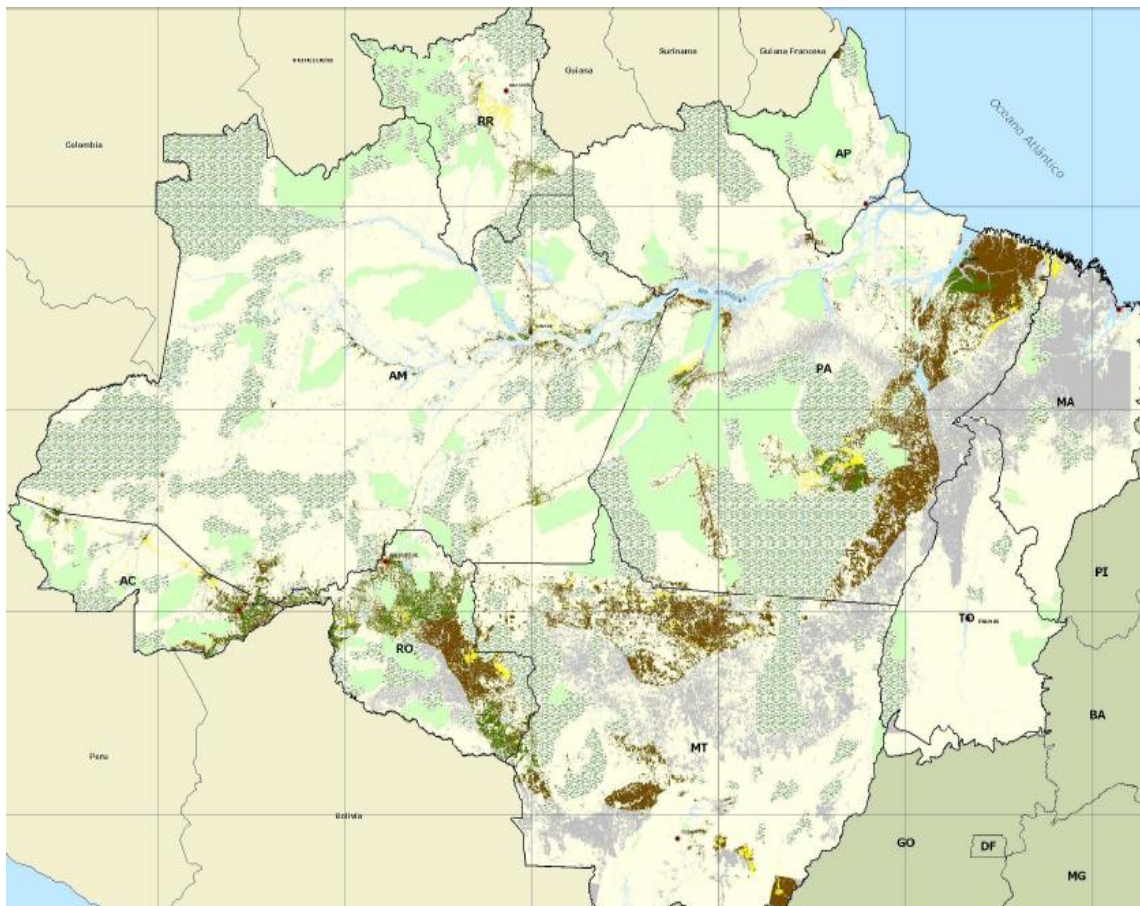


Figura 9. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Norte (BRASIL, 2010b).

O Zoneamento Agroecológico para o Sudeste e Nordeste engloba, apenas, duas classes:

- Áreas com aptidão preferencial: estão na cor verde-escuro;
- Áreas com aptidão regular: estão na cor verde-claro.



Figura 10. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Sudeste, englobando os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (BRASIL, 2010b).



Figura 11. Zoneamento agroecológico da cultura do dendê na Região Nordeste (BRASIL, 2010b).

De acordo com o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (BRASIL, 2006), a utilização da palma no reflorestamento de áreas degradadas e abandonadas na Amazônia, identificadas no ZAE, poderia fornecer mais de 120 bilhões de litros de óleo para a produção de biodiesel, número capaz de atender uma demanda 50 vezes maior que a atual.

O Programa da Palma possui, basicamente, cinco ferramentas para impulsionar a cadeia produtiva: (i) zoneamento agroecológico da palma de óleo; (ii) pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação²⁹; (iii) qualificação e ampliação da

²⁹ Ações em parceria com o setor privado (instituições de excelência em palma de óleo), destinando recursos públicos da ordem de R\$ 60 milhões para o melhoramento genético, ampliação e modernização da produção

oferta de assistência técnica³⁰; (iv) aprimoramento dos instrumentos de crédito³¹ (tabela 11); e (v) criação da câmara setorial da palma de óleo³².

Tabela 11. Instrumentos de crédito para produção da palma de óleo

	PRONAF-Eco³³	PROPFLORA³⁴	PRODUSA³⁵
Público	Agricultores familiares	Produtores rurais e cooperativas	Produtores rurais e cooperativas
Finalidade	Investimento, custeio e remuneração da mão de obra familiar	Investimento e custeio associado ao investimento	Investimento e custeio associado ao investimento
Limites do Financiamento	R\$ 6.500,00 por hectare, limitado a R\$ 65.000,00 por beneficiário	Até R\$ 300.000,00	Até R\$ 400.000,00 para projetos em áreas degradadas
Juros	Taxa efetiva de 2% ao ano	6,75% ao ano	5,75% ao ano para projetos em áreas degradadas e 6,75% para demais projetos
Prazo para Pagamento	Até 14 anos	Até 12 anos	Até 12 anos
Carência	Até 6 anos	Até 6 anos	Até 6 anos

Fonte: BRASIL (2010).

de sementes e mudas, e para a revitalização, modernização e expansão da infraestrutura da cadeia produtiva da palma.

³⁰ Implantação do Programa de Qualificação de Técnicos Extensionistas, com foco na produção de óleo, na agricultura familiar e no desenvolvimento da região Amazônica.

³¹ Crédito rural para agricultores familiares (PRONAF-ECO), produtores e cooperativas (PROPFLORA E PRODUSA)

³² Composta por representantes do Governo Federal (MAPA, MCT, MDA, MME, MDIC, EMBRAPA e Casa Civil), além de profissionais ligados à cadeia produtiva da palma de óleo.

³³ Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Linha de crédito para investimento em energia renovável e sustentabilidade ambiental

³⁴ Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas

³⁵ Programa de Estímulo à Produção Agropecuária Sustentável

A agricultura familiar é extremamente importante para a produção de palma no mundo. Na Indonésia, maior produtor mundial de palma, os agricultores familiares são responsáveis por mais de 40% da área cultivada. Na Tailândia, terceiro maior produtor de palma, esse percentual é ainda maior, superando 70% da área total cultivada (OIL WORLD ANNUAL, 2010). No entanto, devido à falta de mecanismos legais que estabelecessem limites e regras para a manutenção do cultivo da palma e para a entrada de novos investidores no setor, esses países tiveram grandes áreas desmatadas, além da redução drástica no número de agricultores familiares.

No programa brasileiro foram excluídas inúmeras áreas disponíveis para o cultivo, incluindo, somente, áreas desmatadas até 2007 e que foram indicadas pelo Sistema Prodes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Logicamente, muitas outras ferramentas são necessárias para o controle da produção da palma no Brasil, mas o Programa é um avanço frente aos existentes em outros países produtores.

Com o Programa da Palma, o Brasil espera inserir, até 2014, 13 mil agricultores familiares na cadeia produtiva. No entanto, é preciso dar toda a assistência necessária à agricultura familiar, pois com os altos investimentos iniciais (R\$ 6.500,00 por hectare em projetos de pequeno porte) e a dependência do setor diante das cláusulas estabelecidas pela agroindústria, muitos agricultores podem acabar abandonando o ramo de atividade pela pressão exercida pelas grandes empresas que procuram expandir suas áreas de produção.

O Governo tem buscado negociar cláusulas e critérios contratuais mais claros e justos entre as empresas/investidores e os agricultores, de modo a proteger a produção familiar, fixar as famílias na região e gerar renda para a população. No

entanto, isso é uma tentativa, e não garante total segurança aos pequenos produtores rurais.

Para diminuir a influência de fatores negativos, foi estipulada, para cada unidade familiar, uma área máxima de 10 hectares, adicionando-se a condição de que os agricultores diversifiquem sua produção com culturas alimentícias, como o feijão. Isso é plausível quando consideramos que a cultura do dendê não gera receita nos três primeiros anos.

Com os altos investimentos iniciais, dificilmente um agricultor familiar não necessitaria de financiamentos. Este pode ser um dos problemas para o avanço do Programa, pois há um alto percentual de agricultores presos a financiamentos e inadimplentes com o Pronaf, o que restringiria a liberação de crédito para muitos produtores. Algo que gera mais insegurança é a aprovação de créditos para produtores que já estão endividados. Mesmo com as dívidas renegociadas e, teoricamente, maior suporte do governo e empresas, não há como assegurar o sucesso do agricultor, o que gera desconfiança e distancia o produtor do programa.

É importante notar que limites e condições para a produção advinda de médios e grandes produtores não foram estabelecidas, sendo necessária, até o momento, a intervenção dos governos estaduais para regular o avanço das áreas e a utilização da monocultura. O único limite estabelecido é o de financiamento por médios e grandes, que é de até R\$ 400 mil, com juros de 5,75% e 6,75% ao ano e até 12 anos para pagar.

De acordo com algumas empresas do setor, o custo médio do óleo de dendê está em torno de US\$ 420 dólares por tonelada. Se observarmos a cotação média do óleo de dendê, o preço de venda do óleo, na safra 2009/10, ficou em torno de US\$ 700 dólares por tonelada. Além disso, na safra 2007/08, o preço médio de

venda do óleo passou de US\$ 1.000 dólares, tendo uma queda, significativa na safra 2008/09, mas vem crescendo ao longo do tempo. Em 2010, podemos notar a valorização da cotação do óleo de palma (extraído da polpa) e do óleo de palmiste (extraído da amêndoa), como mostrado nas tabelas 12 e 13.

Tabela 12. Preço do óleo de palma, em 2010, no mercado da Malásia (US\$/t).

Mês	Preço
Julho	774,50
Agosto	865,23
Setembro	884,89
Outubro	935,22
Novembro	1.059,01
Dezembro	1.171,22

Fonte: Index Mundi (2010).

Tabela 13. Preço do óleo de palmiste, em 2010, no mercado da Malásia (US\$/t).

Mês	Valor
Julho	1.059,00
Agosto	1.165,00
Setembro	1.260,00
Outubro	1.412,00
Novembro	1.645,00
Dezembro	1.820,00

Fonte: Index Mundi (2010).

Pode-se ver que o óleo de palmiste possui uma cotação bem superior ao óleo de palma. Além disso, ele corresponde a aproximadamente 12 % da produção de óleo bruto, o que impacta, significativamente, a receita obtida com a venda de óleo. É importante perceber que a produção de óleo de palmiste, por hectare, é semelhante a todo volume produzido de óleo de soja na mesma área, com leve vantagem para este.

A receita obtida com a venda dos dois óleos é semelhante, no entanto, temos que observar que o óleo de palmiste é uma pequena parte da produção de óleo a partir da palma, faltando contabilizar, ainda, a receita advinda do óleo de palma.

Na tabela 14 estão os preços do óleo de soja comercializados na bolsa de Chicago.

Tabela 14. Preço do óleo de soja, em 2010, na bolsa de Chicago (US\$/t).

Mês	Valor
Julho	836,74
Agosto	895,28
Setembro	929,65
Outubro	1.034,85
Novembro	1.123,29
Dezembro	1.208,43

Fonte: Index Mundi (2010).

Comparativamente ao óleo de palma, os valores do óleo de soja foram pouco maiores. No entanto, quando se compara com o óleo de palmiste, o óleo de soja mostra-se bem menos valorizado.

Quando pensamos na produção de biodiesel, o cultivo do dendê pode ser mais vantajoso. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2008), o biodiesel de dendê possui um preço mais próximo ao do diesel, do que o biodiesel a partir da soja, como se pode observar no gráfico 18.

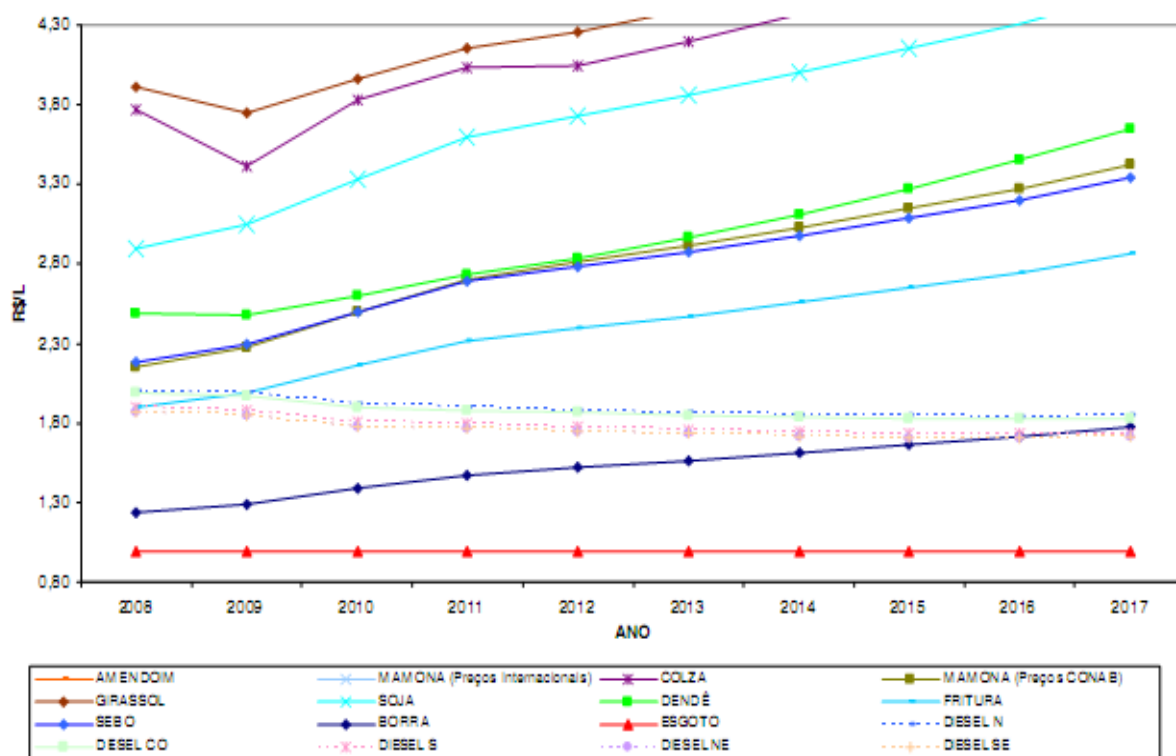


Gráfico 18. Projeção de preços do diesel e biodiesel (2008 – 2017) (EPE, 2008).

Se analisarmos que a implantação de um hectare de dendê para um projeto de pequeno porte está em torno de R\$ 6.500,00, e R\$ 3.500,00 para um projeto de médio e grande porte, o retorno financeiro dos pequenos produtores levará mais tempo. Além disso, temos que considerar uma provável valorização do óleo de dendê no mercado, o que reduziria, significativamente, o tempo de retorno do investimento.

Os custos de produção da soja são inferiores aos do dendê, no entanto, essa comparação vai até certo ponto, já que o cultivo da soja na região Norte é inviável.

Para expandir a produção de biodiesel, gerar emprego e renda é preciso incentivar o cultivo de culturas bem adaptadas a determinadas regiões, e o dendê é uma excelente opção para essa região.

Por último, é importante salientar que a exigência do dendê em relação aos solos é pequena, adaptando-se muito bem aos solos da região amazônica, e contribuindo para restaurar as condições físicas do solo, reequilibrar o balanço hídrico e climatológico da região, contribuindo para a fixação de CO₂ e liberação de O₂ (FURLAN JUNIOR *et al.*, 2004), como mostrado na tabela 15.

Tabela 15. Sequestro de carbono pelas culturas da palma e da soja

Cultura	Área plantada (mil ha)	CO₂ absorvido (mil Ton)	O₂ liberado (mil Ton)	Média CO₂ absorvido (t/ha)	Média O₂ liberado (t/ha)
Palma	9,24	270,7	196,8	29,3	21,3
Soja	92,40	325,2	236,5	3,52	2,56

Fonte: BRASIL (2008) in: Oil World Malaysian Palm Oil Board (2006).

Não podemos desconsiderar a receita que poderá ser obtida com a comercialização dos créditos de carbono relativos à baixa emissão de gases de efeito estufa. Isso poderá reduzir, consideravelmente, o custo de produção da matéria prima e, conseqüentemente, o valor final do biodiesel de dendê.

Atualmente, a dendeicultura brasileira apresenta significativo domínio tecnológico, entretanto, pesquisas para o melhoramento de diversas características e soluções de alguns problemas são necessárias. Seguindo esta linha, algumas características são apontadas como as que necessitam de maior interesse por parte do meio científico, como a produtividade de óleo por hectare, características ligadas à resistência de pragas e doenças e ao crescimento vertical do caule (COLLARES, 2009).

4.2.2. Caso Agropalma

A Agropalma, localizada em Belém (PA), é a única refinaria de óleo que produz biodiesel comercialmente a partir da palma. Ela converte ácidos graxos livres, obtidos no refino da gordura do dendê e que não eram utilizados, em biodiesel.

Ela possui propriedades nos municípios de Acará, Tomé – Açu, Moju e Tailândia. São, aproximadamente, 107 mil hectares de terra, sendo que, desse total, somente 39 mil hectares são utilizados para o cultivo da palmeira, e o restante, pouco mais de 60 mil hectares, é mantido como reserva. Para o processamento do produto, a Agropalma possui 5 indústrias de extração de óleo bruto e uma refinaria, espalhadas e integradas de acordo com as necessidades locais.

A empresa formalizou os primeiros contratos de parceria em 2001, iniciando os primeiros plantios em 2002. Os contratos asseguravam a compra da produção por 25 anos, além do financiamento parcial da implantação da cultura, o que obrigou as famílias a se endividarem para se manterem durante os anos improdutivos da cultura. Após esse período, parte da renda obtida na venda do dendê era retida para quitar as dívidas das famílias:

- 25 % iam para a quitação da dívida com o banco;
- 25 % iam para a quitação dos gastos com adubação, fornecida pela Agropalma;
- 50 % iam para as famílias.

Com o fim da dívida junto ao banco, as famílias receberiam 75 % da renda obtida, necessitando arcar, continuamente, com o percentual referente à adubação da cultura. Além disso, existem outras despesas com a produção, as quais precisam

ser realizadas para a manutenção da produtividade da cultura e para cumprir os requisitos estabelecidos pela empresa. Além disso, as famílias reclamam das condições penosas do trabalho, principalmente pela dedicação exclusiva à cultura e a falta de segurança no manejo da cultura. Isso reduz os ganhos das famílias, gerando inúmeras críticas dos produtores ao modelo adotado pela Agropalma.

Mesmo com o alto custo de produção, muitas famílias foram beneficiadas com o plantio do dendê. Há grandes disparidades entre os produtores, mas a maioria das famílias, de acordo com um estudo feito pelo Instituto Peabiru, tiveram benefícios com a implantação da cultura. Com um modelo mais refinado e ajustes nas relações entre empresas e produtores, o cenário tem boas perspectivas de melhoria.

4.2.3. Dificuldades para o desenvolvimento da dendeicultura no Brasil

Apesar de o Brasil possuir grande aptidão para o cultivo da Palma, o país continua importando mais óleo do que produz, evidenciando a existência de algumas barreiras que impedem o crescimento da produção nacional.

A questão agrária é algo muito preocupante quando se pensa no plantio dessa matéria prima. Os locais mais adequados para sua implantação são, freqüentemente, regiões marcadas por disputas pela posse de terras, as quais, muitas vezes, não são resolvidas em tempo hábil (ELBERSEN, 2008). Esse é um dos grandes problemas para o desenvolvimento do cultivo do dendê, principalmente para os pequenos produtores. Se a documentação dos lotes não estiver regularizada, não há como obter financiamento junto aos programas do governo.

O poder público possui papel fundamental na resolução de conflitos fundiários. É preciso regularizar a situação fundiária de milhares de agricultores,

principalmente na região Norte, onde disputas por terra são comuns. Esse processo, juntamente com a organização dos produtores, dificultaria a expansão desordenada da produção, principalmente pelos grandes produtores, os quais encontrariam certa resistência dos agricultores familiares.

A produção de soja se tornou bastante difundida, devido aos custos de produção e ao valor protéico do grão. No decorrer dos anos, a tecnologia de produção dessa oleaginosa foi desenvolvida, culminando, hoje, em uma das mais avançadas do mundo. Conseqüentemente, o óleo extraído a partir do esmagamento dos grãos teve seu custo reduzido, impulsionando sua produção e exportação. Diante de tantas vantagens do cultivo de soja, a competitividade do óleo de palma foi reduzida, principalmente pelo altíssimo custo de oportunidade para sua produção e o tempo de retorno do investimento.

Grande parte das áreas disponíveis e propícias à cultura da palma no país está coberta por vegetações naturais, as quais não devem ser disponibilizadas e destinadas ao cultivo dessa matéria prima, sendo desconsideradas e limitando o cálculo da área. No caso da palma, seu cultivo auxiliará na recuperação de áreas degradadas e abandonadas, principalmente na Amazônia, onde existem milhões de hectares nessa situação (BIODIESELBR, 2009b). Nada mais justo, visto que essas áreas estão localizadas em uma região com baixa densidade demográfica e pouca infraestrutura, não havendo necessidade e demanda, por parte dos pequenos produtores, por novas áreas.

Algumas áreas possuem restrições à produção de determinadas matérias primas. Para a Região Amazônica, por exemplo, foram estabelecidas, legalmente, faixas e percentuais de utilização da terra, onde é exigida a manutenção entre 50 % e 80 % da área sob a forma de reserva legal. Essas restrições atingem,

principalmente, os médios e grandes produtores, os quais possuem maior capacidade de ocupar novas áreas; no entanto, os critérios precisam ser mais claros e justos, para não beneficiar certas classes e prejudicar o desenvolvimento de determinadas localidades.

O cultivo do dendê necessita de elevados investimentos iniciais. Como a cultura é perene, são necessários quatro anos para que ela possa ser explorada economicamente, sendo contabilizada, até o terceiro ano, somente contas de despesa com a cultura (SANTOS, 2007). No entanto, possui um extenso período para sua exploração, indicando um cenário de diminuição de despesas e aumento de receitas, mas que demonstra a necessidade de um planejamento detalhado e cuidadoso para tornar seu cultivo viável. É importante ressaltar que os períodos de implantação e adaptação da cultura são cruciais para obtenção de bons resultados futuros, principalmente, se considerarmos que a vida útil econômica da cultura está em torno de 25 anos (VIEGAS & MÜLLER, 2000; SARAIVA *et al.*, 2009).

O período entre a implantação e adaptação da cultura dura pouco mais de 3 anos, iniciando a produção de cachos a partir do terceiro ano de plantio. A produtividade da cultura pode ser crescente até os 15 anos, existindo casos em que o nível máximo de produção é atingido no sétimo ano, mantendo-se constante até o 15º ano, quando a produtividade começa a decrescer lentamente, até o 25º ano (BRASIL, 2003).

A colheita do dendê é feita manualmente, necessitando de um grande volume de mão de obra. Isso implica em altos custos para o produtor, tanto pelo elevado valor dos salários, quanto pelo alto número de trabalhadores em campo. No entanto, tudo depende da rentabilidade obtida, o que varia de acordo com o preço dos insumos utilizados na produção, principalmente o adubo, e com a cotação do óleo

no mercado, que é um dos mais valorizados pela indústria de alimentos, farmacêutica e de cosméticos.

Quando o cultivo é feito pelo agricultor familiar, o tempo gasto para executar todas as funções que a plantação exige é elevado, inviabilizando, muitas vezes, o cultivo de outras culturas. No entanto, não há gastos com mão de obra, o que desonera o produtor familiar, obtendo uma receita maior pela utilização da própria força de trabalho.

Como a cultivo da palma não possui tradição no país, o conhecimento referente à produção é pouco difundido, sendo uma barreira importante para a implantação da cultura. Além disso, a infraestrutura para atender aos produtores é inexistente, necessitando de altíssimos investimentos para atender às pessoas que contribuem para o desenvolvimento da cadeia produtiva do dendê (BRASIL, 2003).

4.2.4. Limitações inerentes à matéria prima

Mesmo com tantos pontos a favor do dendê, a produção e comercialização do óleo encontram alguns problemas, os quais são apontados como motivos para a demora na expansão da produção da cultura no país. Primeiramente, para que a qualidade do dendê seja preservada, ele precisa ser processado em até 24 horas após a realização da colheita, tornando indispensável a presença de usinas de refinamento próximas às áreas de cultivo e um sistema logístico eficiente para atender às necessidades de produção e comercialização do produto (ELBERSEN, 2008). Na ausência destes, é importante que haja um eficiente sistema de armazenamento que retarde o processo de deterioração dos frutos.

Em segundo lugar, devido ao seu elevado ponto de fusão, a gordura do dendê é líquida em temperaturas acima de 36 °C; e, como biodiesel, cristaliza em temperaturas mais baixas (14 °C), dificultando o transporte e a utilização do produto em algumas regiões (BIODIESELBR, 2007). Para contornar esse problema, a utilização de aditivos anticongelantes tem sido a solução mais utilizada para manter a gordura no estado líquido (GARCIA, 2010).

Como abordado anteriormente, existe a limitação da falta de uma matéria prima que atenda perfeitamente às especificações estabelecidas pela ANP. A utilização de misturas é outra alternativa interessante para reverter esse problema e manter as boas características da gordura do dendê.

Com a elaboração de políticas públicas para impulsionar a inserção do biodiesel na matriz energética, diversos países vêm aumentando sua produção de matérias primas para produzir o biocombustível. Em países como Equador e Colômbia, a matéria prima mais utilizada é a gordura de dendê. Esta cultura é extremamente exigente em mão de obra, o que a torna um perfeito promotor da inclusão social, por meio da criação de empregos e renda no campo (BIODIESELBR, 2009a).

4.2.5. Borra Ácida do Dendê

A produção de biodiesel, a partir da gordura de dendê, gera resíduos como fibras, cascas, cachos vazios e galhos. Essa biomassa residual possui grande potencial energético, podendo ser aproveitada por meio de processos de conversão termoquímicos, gerando produtos semelhantes aos combustíveis derivados de petróleo (VIEGAS & MULLER, 2000).

Outro subproduto, a borra ácida, obtida durante o processo de refino da gordura do dendê, é um resíduo gorduroso que pode ser utilizado como matéria prima para produção de biodiesel e que possui, em sua composição, ácidos graxos livres (entre 80 e 90%), mono e diacilglicerídeos (ARANDA *et al.*, 2003). É importante ressaltar o excelente valor nutricional e o alto investimento para a obtenção da gordura de dendê refinada, inviabilizando sua utilização para produção de energia, e direcionando-a para usos nobres, tanto no setor de cosméticos, como no setor farmacêutico.

Durante o processo de refino de óleos vegetais, são gerados cerca de 5 % de borra (LI; ZHANG; SUN; 2010). A borra consiste em frações de óleo arrastados, ácidos graxos livres, mono- e diacilglicerídeos e outras impurezas. A borra ácida da gordura do dendê tem cerca de 85 % de ácidos graxos livres (CERIANI e MEIRELLES, 2006), o que tornaria este subproduto uma matéria prima interessante na produção de biodiesel.

Diante disso, a Agropalma desenvolveu uma tecnologia específica para o aproveitamento do resíduo do refino da gordura de dendê, produzindo biodiesel e gerando receitas para a empresa.

Os índices de peróxido, saponificação, densidade e ponto de fluidez, indicam a tendência para utilização como matéria prima para produção de biodiesel. No entanto, o teor de ácidos graxos livres presentes na borra inviabiliza a reação de transesterificação via catálise básica, sendo o processo de esterificação por catálise ácida o mais utilizado para produzir biodiesel a partir da borra do dendê.

De acordo com a literatura, durante o processo de refino da gordura do dendê, são gerados 5 % de borra. Essa borra possui, em sua composição, entre 80 e 90 % de ácidos graxos livres, além de mono e diacilglicerídeos. Assim, levando-se em consideração que um hectare de palma produz cerca de 4000 litros de gordura, durante o processo de refino seriam obtidos 200 litros de borra, o qual passaria pelo processo de esterificação.

Nos 200 litros de borra considerados, 160 litros correspondem a 80 % de ácidos graxos livres, os quais seriam convertidos em biodiesel no processo de esterificação. Considerando uma eficiência de 80% no processo de esterificação (baixa eficiência), seriam obtidos cerca de 128 litros de biodiesel. Esse valor é muito significativo, visto que essa quantidade é obtida a partir de um resíduo do refino, o qual muitas vezes é desperdiçado. Além disso, o valor obtido considera a produção em um hectare, o que pode ser extrapolado de acordo com a área de cada produtor.

Se a borra obtida a partir dos 76 mil hectares plantados no Brasil fosse processada e direcionada para a produção de biodiesel, seriam obtidos mais de 9.720.000 litros. Esse número mostra que o aproveitamento de resíduos pode ser muito interessante para a diminuição de resíduos e passivos ambientais, para o incremento da renda do empreendimento, para a geração de emprego e renda para os produtores.

4.3. A CULTURA DA MACAÚBA

A macaúba, como ilustrado na figura 12, pode ser encontrada, principalmente, nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, além da grande ocorrência na floresta Amazônica e em matas desde o México até o Paraguai (CAÑO ANDRADE *et al.*, 2006). Devido a sua rusticidade, adapta-se bem a áreas abertas e com alta incidência solar, solos pobres e arenosos, e que tenham baixa disponibilidade hídrica (HENDERSON *et al.*, 1995; LORENZI, 2006). Porém, como acontece com qualquer outra cultura, havendo disponibilidade de água e nutrientes, pode elevar, significativamente, seus níveis de produtividade (GRAY, 2005).

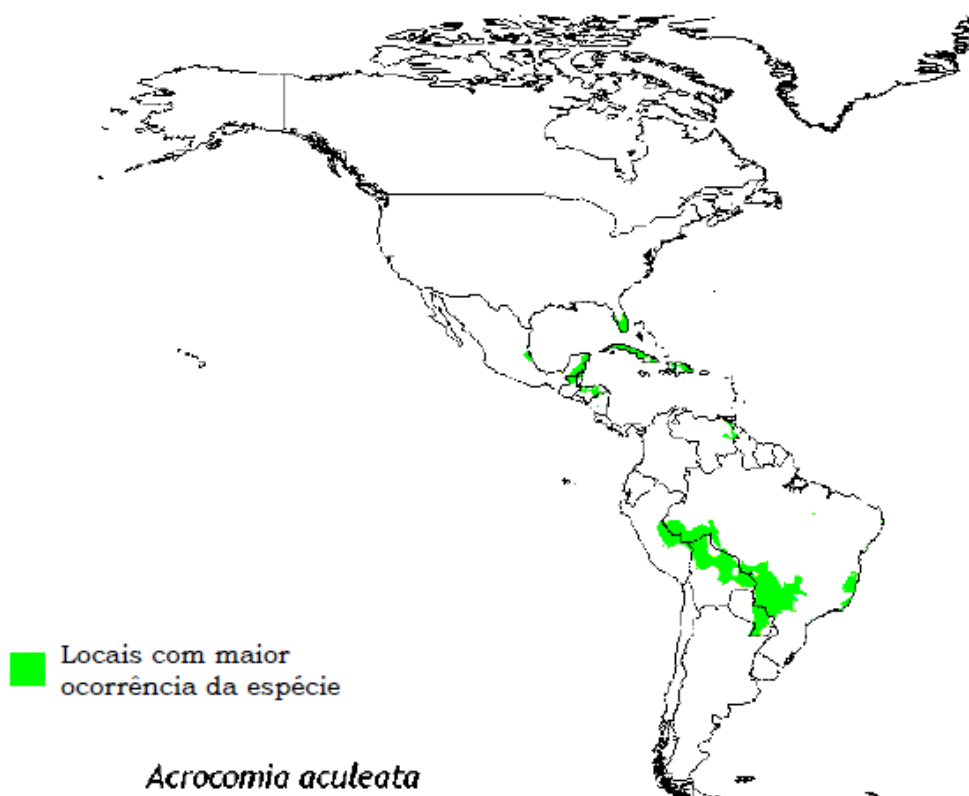


Figura 12. Distribuição geográfica da macaúba na América (New World Fruits, 2006).

De acordo com a Embrapa (2009), a palmeira da macaúba possui uma altura de até 12 metros, podendo ser plantada em um espaçamento de 5x2m, o que resultaria em cerca de 1.000 plantas por hectare. Segundo a Rural (2010), a macaúba inicia a geração de frutos após quatro anos, os quais são redondos e lisos, podendo manter a produção por mais de 100 anos. Por ser rústica e bem adaptada às condições brasileiras, seu desenvolvimento é obtido sem a necessidade de grandes cuidados e complexos tratamentos culturais, originando uma média de 6 cachos por pé, com o peso de cada um variando entre 10 e 40 kg, podendo render mais de 500 frutos por cacho.

Além disso, a necessidade de água para a cultura é baixa, concorrendo nesse quesito com a palma, que, também, possui baixa necessidade hídrica. No entanto, para a obtenção de níveis mais altos de produtividade, a cultura exige índices pluviométricos elevados, o que, em algumas localidades, não é tão comum (OLIVEIRA, 2008).

De acordo com a literatura, essa palmeira possui entre 20 e 25 % do peso em óleo, sendo que, em média, possui cerca de 22 % e seus frutos pesam em torno de 50 gramas, produzindo mais de 30 toneladas por hectare (RETTORE e MARTINS, 1983; CAÑO ANDRADE *et al.*, 2006). De acordo com o percentual médio de óleo e da produção em cachos, encontra-se uma grande variação da quantidade de óleo obtida por hectare, mas que posiciona a macaúba como uma das matérias primas mais produtivas.

Na literatura, os dados reais referentes à produtividade da macaúba são obtidos pela análise dos principais maciços naturais existentes no Brasil (figura 13), o que subestima o verdadeiro potencial dessa palmácea.



Figura 13. Maciços de Macaúba (MOTOIKE, 2008)

Considerando a produtividade dos maciços naturais e populações entre 200 e 400 plantas, de acordo com a literatura, a produtividade de óleo varia entre 3.700 e 5.000 kg/ha (RETTORE & MARTINS, 1983; FAUPEL & KURKI, 2002), o que é extremamente vantajoso, se levarmos em consideração as quantidades obtidas com a utilização de outras oleaginosas, como a soja, o girassol e a mamona. Para tanto, nas tabelas 16, 17, 18 e 19, foram feitas estimativas da produtividade de óleo de macaúba, em função do número de plantas por hectare, partindo de algumas situações hipotéticas, sem considerar uma possível diminuição da produtividade média de óleo com o aumento da densidade de plantas por unidade de área.

Tabela 16. Situação hipotética 1 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.

Nº de plantas por hectare	Rendimento de óleo por hectare (kg)^a
250	422
500	844
750	1266
1000	1688

Fonte: Elaboração própria

^aLevando em consideração a produção média de 3 cachos por planta, cada um com 250 frutos, e um teor de 15 % de óleo no fruto (peso de cada fruto = 15 g).

A tabela 16 apresenta estimativas da produtividade de óleo de macaúba por hectare, baseada em dados obtidos de diversos maciços naturais brasileiros. Os dados considerados resultam em elevadas produtividades de óleo por hectare, o que demonstra o elevado rendimento dessa cultura, mesmo em áreas de ocorrência natural e pouco povoadas.

De acordo com a literatura, maciços com mais de 500 plantas por hectare são raros, inexistindo dados concretos sobre a produtividade dessas áreas. Assim, foram apresentadas, na tabela 16, estimativas do rendimento de óleo por hectare, a partir de uma população de 500 plantas/ha. É importante mencionar que o resultado referente à população de 250 plantas não é uma estimativa, mas uma média atribuída aos diversos números encontrados na literatura.

Na situação hipotética 1, mesmo desconsiderando-se a queda de produtividade com o aumento da lotação de plantas por hectare, os rendimentos apresentados são facilmente atingidos. Isso ocorre porque os dados considerados estão baseados na literatura e correspondem às menores médias dos maciços analisados por diversas instituições de ensino e pesquisa brasileiras. Além disso, essas análises foram realizadas em áreas de ocorrência natural da planta, sem

qualquer tipo de manejo, o que evidencia a obtenção de valores muito aquém do real potencial da cultura.

É importante notar que, mesmo com todos os fatores citados no parágrafo anterior, em uma área com 250 plantas, o rendimento de óleo por hectare é semelhante ao obtido com a cultura da soja. Duplicando-se a população de plantas, a macaúba torna-se, tranquilamente, uma das culturas com maior rendimento de óleo por hectare.

Na tabela 17 são apresentadas estimativas do rendimento de óleo por hectare, de acordo com dados médios obtidos a partir dos maciços brasileiros mais produtivos, principalmente nas áreas com, no máximo, 400 plantas por hectare.

Tabela 17. Situação hipotética 2 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.

Nº de plantas por hectare	Rendimento de óleo por hectare (kg)^b
250	1800
500	3600
750	5400
1000	7200

Fonte: Elaboração própria

^bLevando em consideração a produção média de 4 cachos por planta, cada um com 400 frutos, e um teor de 18 % de óleo no fruto (peso de cada fruto = 25 g).

O rendimento de óleo referente à população de 250 plantas, na tabela 17, é uma média obtida a partir de vários resultados publicados em trabalhos técnico-científicos, a qual foi extrapolada para as populações de 500, 750 e 1000 plantas.

Nesse caso, considerando as mesmas limitações apresentadas na situação hipotética 1, os rendimentos de óleo estimados para populações maiores são palpáveis, visto que, na literatura, não foram relatadas quedas de produtividade em

unidades de área com até 400 plantas. Inclusive, dados preliminares de pesquisas em andamento indicaram que, nas áreas com maior densidade de plantas, o rendimento de óleo por hectare superou, em alguns casos, a estimativa estabelecida, na tabela 17, para uma população de 500 plantas.

De acordo com as publicações especializadas, a situação hipotética 2 exprime o estágio atual da cultura da macaúba, em relação à sua produtividade. As características consideradas estão de acordo com os dados obtidos a partir de diversas regiões avaliadas e representam boa aplicabilidade em análises que considerem o monocultivo da macaúba.

Além disso, a tabela 17 apresenta informações que posicionam a macaúba como uma das culturas de maior produtividade de óleo por hectare, podendo ser, inclusive, maior que a cultura da palma. Vale ressaltar que, nesse caso, o rendimento de óleo supera, facilmente, a quantidade obtida com a cultura da soja.

Mesmo que esses dados tenham sido obtidos a partir da análise de áreas de ocorrência natural da cultura e com elevada produtividade, podemos supor que, com o devido manejo e o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas que englobam a cultura, os níveis de produtividade poderão ter um grande incremento.

Assim, são apresentadas, nas tabelas 18 e 19, situações que podem ser alcançadas com a evolução das pesquisas na cultura da macaúba. É importante notar que os dados considerados para a obtenção dos rendimentos de óleo por hectare são reais, obtidos a partir de análises de determinadas plantas, não necessariamente presentes em áreas de ocorrência natural.

Tabela 18. Situação hipotética 3 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.

Nº de plantas por hectare	Rendimento de óleo por hectare (kg)^c
250	4375
500	8750
750	13125
1000	17500

Fonte: Elaboração própria

^cLevando em consideração a produção média de 5 cachos por planta, cada um com 500 frutos, e um teor de 20 % de óleo no fruto (peso de cada fruto = 35 g).

Os rendimentos de óleo por hectare, listados na tabela 18, levam em consideração dados obtidos a partir de plantios experimentais e comerciais de instituições de pesquisa e empresas privadas. Os dados são baseados em plantios de, no máximo, 500 plantas por hectare. No entanto, os plantios mais adensados não possuem resultados consolidados e/ou não puderam ser divulgados, sendo que os dados considerados correspondem, somente, a área com 250 plantas.

Na tabela 19, a situação apresentada parece estar bem distante da realidade. No entanto, diante da evolução das pesquisas, não é impossível alcançar o patamar descrito. Espera-se muito da macaúba, e esta matéria prima tem correspondido bem às expectativas. Mesmo em condições que não são ideais, essa cultura tem produzido mais de 4000 kg de óleo por hectare, em populações que não passam de 400 plantas.

Como ocorre em todas as culturas, quanto maior a lotação da área, a partir de certo ponto, menores os ganhos de produtividade. E com a macaúba não será diferente. Mas qual será o limite? Há alguns anos o espaçamento ideal para sua produção tem sido reduzido, demonstrando o incrível potencial dessa cultura, seja

para a produção em monocultivo, seja para produção em consorciação com outras plantas e em áreas de pastagem.

Tabela 19. Situação hipotética 4 – Produtividade em óleo da macaúba, em função do número de plantas por hectare.

Nº de plantas por hectare	Rendimento de óleo por hectare (kg)^d
250	9075
500	18150
750	27225
1000	36300

Fonte: Elaboração própria

^dLevando em consideração a produção média de 6 cachos por planta, cada um com 550 frutos, e um teor de 22 % de óleo no fruto (peso de cada fruto = 50 g).

Com a implantação da cultura em áreas aptas ao cultivo da macaúba e com o correto manejo do solo e da cultura, as produtividades descritas podem ser obtidas. É importante, também, que as fases de processamento da matéria prima sejam otimizadas, permitindo um melhor aproveitamento de todos os produtos da macaúba.

A macaúba atende às inúmeras condições exigidas pelas diversas entidades e organismos mundiais, exercendo vantagem sobre culturas que possuem grande visibilidade e que mantêm posições de destaque no agronegócio brasileiro, principalmente a soja.

Outra boa vantagem da macaúba é em relação ao aspecto social, pois a cultura exige elevada mão de obra para o trabalho manual e permite um ótimo aproveitamento de outros produtos obtidos, como o farelo / farinha e o carvão produzido a partir do resíduo do endocarpo.

Esses aspectos tornam a cultura mais rentável, gerando um aumento de renda para os produtores e catadores de coco, podendo garantir, também, a fixação dos trabalhadores e de suas famílias no campo (BATISTA, 2006). Além disso, os subprodutos da macaúba podem suprir algumas necessidades, como a utilização do farelo na alimentação humana e/ou animal, diminuindo ou evitando a aquisição de determinados produtos e gerando menos despesas. Esses fatores são de extrema importância para evitar o inchaço das grandes cidades, fixar parte da população no meio rural e frear a migração de pessoas para áreas produtoras de outras matérias primas no período da colheita (SALLES, 2006).

Por todas essas vantagens, há alguns anos, Silva (1994) afirmou que a macaúba se tornaria, comercialmente, a palmácea mais importante, principalmente diante do seu potencial energético. Levará algum tempo para chegar nesse patamar, mas, em consequência dos inúmeros estudos e pesquisas realizadas, os produtos gerados a partir da macaúba, seja para fins alimentícios ou energéticos, vêm ganhando maior atenção e interesse econômico (NEGRELLE *et al.*, 2002).

Diante dos excelentes resultados das pesquisas em macaúba, existem planos para o lançamento de um Programa Governamental para a cultura, nos moldes do desenvolvido para a cultura da palma, com foco na produção de óleo. Mesmo assim, são necessários mais investimentos e estudos que possam subsidiar a estruturação de um programa dessa magnitude, além da articulação entre os atores interessados e responsáveis pelo desenvolvimento da cultura no país.

Isto não é difícil, visto que o PNPB integra diversos setores com participação direta e indireta na cultura, com foco na produção e uso do biodiesel. Considerando que o PNPB busca, também, a diversificação de matérias primas para a produção de biodiesel, uma maior produtividade de óleo por unidade de área e a redução de

custos na produção do biocombustível, a cultura da macaúba é uma das melhores alternativas, se não a melhor, para a inclusão em um programa dessa magnitude.

Um dos problemas da produção de biodiesel em usinas é a geração de subprodutos como a glicerina, farelo e tortas. Na produção a partir de frutos de mamona e pinhão manso, por exemplo, a torta, que poderia ser usada como ração animal, não pode ter esse destino, devido à presença de substâncias tóxicas, se tornando um resíduo que possui muita limitação para ser utilizado. Para ser utilizada, a torta precisa passar por um processo de detoxificação³⁶, o que encarece o processo de produção de óleo a partir desse subproduto e inviabiliza sua utilização como alimento.

No caso da macaúba, as tortas obtidas da polpa e da amêndoa não possuem substâncias tóxicas e têm alto valor energético, podendo ser usadas como ração para animais domésticos. A torta da amêndoa também tem alta concentração de proteínas, podendo, também, ser utilizada na produção de alimentos para consumo humano.

Além do uso do fruto na obtenção de óleo, de ração animal e para a alimentação humana, o endocarpo pode ser utilizado na fabricação de carvão (Rettore & Martins, 1983). O carvão do endosperma da macaúba pode ser utilizado em operações metalúrgicas e siderúrgicas e pode ter uso gasogênico e doméstico. Desta forma, ao contrário do que acontece com outras culturas oleíferas, no caso da macaúba, o ciclo de produção e uso é fechado, havendo a possibilidade da venda e/ou aproveitamento de tudo na propriedade.

³⁶ Retirada de substâncias potencialmente tóxicas de determinado organismo.

4.3.1. Macaúba em Consorciação com Pastagens

De acordo com diversas pesquisas realizadas, foi constatada a ocorrência natural da macaúba em áreas com pastagem. A partir disso, estudos com o cultivo da macaúba em áreas de pastagem começaram a ser desenvolvidos, buscando encontrar as melhores condições para o desenvolvimento do consorcio.

Como foi mostrado, as áreas cultivadas com a macaúba podem ter, até, 1000 plantas por hectare. Para ser cultivada em áreas com pastagem, esse espaçamento precisa ser maior, disponibilizando alimento suficiente para os animais, além de espaço para o seu bem estar. Normalmente, o espaçamento adotado é de 5 m x 5 m, obtendo uma população de 400 plantas por hectare.

Nas primeiras fases de crescimento da macaúba recomenda-se o cultivo consorciado com culturas de pequeno porte, como feijão e soja. Após cerca de dois anos com a população melhor estabelecida e com o maior porte da palmeira, pode-se utilizar o consórcio com diferentes culturas alimentares ou energéticas, como milho e girassol. Após atingir o estágio reprodutivo, entre 3 e 4 anos, pode-se fazer uso do consorcio lavoura pecuária. Nesse estágio, a cultura possui um porte mais elevado, não correndo o risco de ser danificada pela movimentação dos animais na área.

Neste sentido, a cultura da macaúba se torna extremamente interessante, pois a copa da palmeira disponibiliza diversas áreas sombreadas durante o dia, o que melhora o bem-estar dos animais, já que em dias de temperatura mais elevada o animal sente maior desconforto. Esse fato é de grande importância, pois existem diversos estudos comprovando que o bem-estar animal possui grande influência no rendimento dos animais, seja em questões quantitativas, como em questões

qualitativas. Como exemplos, pode-se citar o ganho de peso e a melhor qualidade da carne. Além disso, com essa quantidade de plantas por hectare, a área recebe valores de radiação suficientes para manter a vegetação em ótima qualidade, proporcionando um excelente alimento para os animais.

Outro fator que se deve levar em consideração é o balanço de carbono da área. Se a área estiver ocupada, somente, pelos animais e a pastagem, o balanço de carbono é negativo. Com a inserção da macaúba na área, esse balanço se torna, praticamente, nulo. Nesse caso, ao invés de ocorrer maior liberação de CO₂ na atmosfera, a mesma quantidade de CO₂ liberada durante o processo de fotossíntese é fixada, mantendo o balanço de carbono estável. Esse fator é extremamente importante, principalmente diante das exigências da comunidade internacional em relação aos impactos no meio ambiente.

Por último, o fruto maduro, de coloração amarelada, é muito saboreado pelos pássaros e pelos animais. É comum encontrar bovinos, macacos, entre outros animais, se alimentando da polpa, além do próprio ser humano. Isto é muito interessante em algumas localidades, visto que os animais acabam sendo uma das formas de disseminação da espécie.

4.3.2. Limitações para o desenvolvimento da cultura da macaúba no Brasil

Mesmo com a grande disponibilidade de maciços naturais de macaúba e o fácil acesso a esses ambientes, a falta de recursos financeiros e o pouco conhecimento dos aspectos técnicos da cultura são os principais limitantes para a expansão dessa cultura no Brasil.

Um dos principais gargalos da produção extrativista é a existência de um grande número de variedades, convivendo nas mesmas áreas e espalhadas por diversas regiões, determinando uma população extremamente heterogênea. Esse fato torna o aproveitamento dos maciços naturais ineficiente, pois a diferença de idade, tamanho, densidade, prejudica os tratos culturais, a produtividade e a uniformidade de maturação dos frutos (MOTTA *et al.*, 2002). Esses fatores acabam por reduzir a oferta de mão de obra no setor, pois as condições de trabalho não são boas, o período de trabalho é curto e a remuneração é baixa, tornando a atividade pouco atrativa perante outras existentes nas regiões.

É interessante notar que não existe um sistema logístico eficiente na cadeia produtiva da macaúba, visto que esta cultura não possui grande importância nas regiões produtoras. Isso é dificultado, também, pela ampla dispersão da matéria prima e a sua ocorrência em áreas de difícil acesso. Como os custos de transporte, no Brasil, em geral, são elevados, os custos do produto ficam pouco atrativos. Para contornar esses problemas, é necessário obter o controle de toda a produção, selecionando indivíduos mais produtivos e com as características mais desejáveis, minimizando as principais limitações do cultivo extrativista.

Quando se fala em plantios comerciais, a dormência das sementes e o lento crescimento inicial são os principais gargalos da produção de macaúba. No entanto, já existem estudos e técnicas capazes de melhorar, principalmente, o índice de germinação das sementes. Esse índice, o qual pode ultrapassar 40%, é determinante para o aproveitamento de mudas e diminuição dos custos de produção (MOTOIKE *et al.*, 2007). Além disso, o lento crescimento inicial da cultura afeta a maturação dos frutos, sendo que, quanto mais sincronizada, maior o rendimento das operações de colheita, pós-colheita e processamento industrial. Mesmo assim, a

utilização de substâncias químicas tem resolvido, parcialmente, o problema. Entretanto, o melhoramento vegetal é a melhor solução para obter variedades superiores e uniformes (GRAY, 2010).

Da mesma forma que ocorre com o dendê, os frutos devem ser processados imediatamente após a colheita, pois a acidez dos frutos se eleva rapidamente, diminuindo a qualidade e prejudicando o aproveitamento do óleo. Deste modo, a distância entre as áreas de produção e processamento deve ser curta, facilitando o processamento industrial.

Outro fator importante a ser considerado diz respeito às tecnologias de aproveitamento dos frutos, os quais possuem baixa eficiência em escala comercial e comprometem a obtenção de maiores quantidades de determinado produto.

Mesmo com a existência de estudos e pesquisas na área, a grande deficiência de recursos humanos no setor acaba dificultando e retardando a obtenção de resultados. Para tanto, os investimentos em macaúba ainda estão muito aquém das necessidades desta palmácea, a qual pode ser uma das matérias primas mais importantes para a produção de biodiesel no Brasil.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em comparação com outros países, a experiência brasileira na utilização de biodiesel é recente. O uso de óleos vegetais para produção de energia era, há poucos anos, insignificante; o que mudou em menos de uma década, com a participação significativa do biodiesel na matriz energética.

É importante notar que, apesar da grande diversidade de palmáceas, o Brasil, comparativamente, possui pouco conhecimento técnico de suas espécies. Além do grande potencial nos ramos alimentício, de cosméticos e farmacêutico, existem várias espécies potenciais para a produção de biodiesel, as quais começaram a ser mais estudadas com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

Diante da elevadíssima produtividade por hectare, as palmáceas são as matérias primas com maior potencial de expansão no Brasil e a grande aposta para suprir as necessidades energéticas do país, sem a necessidade de mobilizar grandes extensões de terras para sua produção. Dependendo da análise realizada, pode-se concluir que as palmáceas são as matérias primas mais interessantes para a produção de biodiesel.

No entanto, alguns critérios precisam ser atendidos para o sucesso dessas culturas. É necessário que se faça o zoneamento agroecológico das culturas, como foi feito com a palma, além da definição de um sistema de produção individual; é preciso disponibilizar materiais genéticos superiores, adaptados às diferentes condições regionais; e oferecer infraestrutura capaz de atender a toda cadeia produtiva, desde a produção até a comercialização do produto final.

Pelo elevado investimento inicial e pela tardia geração de receitas da cultura, existe a necessidade de grandes valores para financiamento, o que, muitas vezes, inviabiliza o negócio. Além disso, a necessidade de mão de obra para o cultivo do dendê, sua administração e os custos com salários são bastante significativos, principalmente em comparação com outros países produtores de palma. Litígios envolvendo a questão agrária podem ser altamente prejudiciais à produção, o que acaba sendo incluído nos custos e riscos inerentes à produção de palma no país.

Da mesma forma que o dendê, pode-se verificar que a Macaúba é uma promessa para a produção de óleos. No entanto, faltam pesquisas que subsidiem a tomada de decisões dos setores público e privado. É necessário estabelecer toda a parte fitotécnica para a cultura, como adubação e espaçamento, obter materiais genéticos superiores, com maior produção de óleo por hectare, menor porte e menos espinhos. Além disso, é necessário realizar estudos com toda a cadeia produtiva, fazendo com que informações sobre consórcio, colheita, armazenamento e processamento se tornem disponíveis e confiáveis. Assim, as culturas deixarão de ser promessas e se tornarão uma realidade para a agricultura nacional e produção de biodiesel.

O mercado brasileiro de óleos vegetais foi revolucionado pela soja, a qual foi responsável por inserir o óleo vegetal na alimentação do brasileiro. Isso se deve a infraestrutura da cadeia produtiva, extremamente desenvolvida. Atualmente, ela é a grande responsável pela produção de biodiesel no país, mas seu potencial é pequeno em relação a outras matérias prima. Se pensarmos nos critérios sociais, econômicos e ambientais, a palma e a macaúba possuem maior potencial, no entanto há muito que se avançar.

As vantagens na utilização da palma e da macaúba são grandes, destacando, ainda, o fato de que o cultivo dessas oleaginosas é indicado em regiões distintas, o que proporcionaria investimentos descentralizados e que alcançasse populações de várias localidades. Para tanto, diante da busca por alternativas e soluções para a sustentabilidade do setor energético, levando-se em conta os aspectos social, econômico e ambiental, essas matérias primas surgem como uma das mais promissoras para enfrentar os problemas climáticos, de disponibilidade de área e recursos hídricos, de competição de alimentos e de geração de emprego e renda.

Como um dos objetivos do Brasil é incrementar sua matriz energética com matérias primas de origem renovável, as palmáceas serão, possivelmente, propulsoras dessa política de desenvolvimento, colocando o biodiesel como o principal ator nesse cenário.

Para impulsionar o desenvolvimento das culturas da palma e da macaúba, o país busca organizar os setores público e privado, de maneira a convergir esforços para a criação de soluções que diminuam os gargalos da produção e conseguir desenvolver tecnologias que inovem os processos da cadeia produtiva.

Atualmente, a capacidade produtiva de biodiesel, no Brasil, está em torno de 5 bilhões de litros. Em 2010, a demanda pelo biocombustível estava estimada em 2,4 bilhões de litros, o que demonstra extrema ociosidade da indústria nacional. Essa demanda é direcionada, quase que totalmente, para atender à mistura obrigatória de biodiesel ao diesel. Em relação à demanda, pouco deve mudar nos próximos anos, já que são necessários diversos estudos para alterar a legislação atual, referente aos percentuais de mistura biodiesel / diesel.

O PNPB, desde o seu lançamento, se deparou com vários desafios. Muitos foram superados, outros não. Mesmo assim, o balanço do Programa é positivo e possui um futuro promissor. Da mesma forma que o PROALCOOL, o PNPB precisa de tempo e investimentos para evoluir, mas os resultados obtidos, em poucos anos, mostram que o biodiesel teve grande aceitação e tem muito que crescer.

É preciso que o biodiesel tenha um preço competitivo, o que não acontece hoje, mesmo com os subsídios do Governo Federal. No entanto, o preço do biodiesel não pode ser analisado separadamente, já que os benefícios obtidos, economicamente, socialmente e ambientalmente, fazem grande diferença na avaliação final dos resultados.

O Brasil, apesar de estar em uma situação privilegiada, busca a evolução tecnológica, o que proporcionará mais oportunidades para o país se firmar como líder na produção de diversos alimentos, alcançar a liderança na produção de outras culturas e na produção de biocombustíveis, além de aumentar a quantidade e o valor das exportações de produtos nacionais.

Para esses objetivos se concretizarem, investimentos em pesquisa são extremamente importantes. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), possui papel fundamental na estruturação de políticas de incentivo à pesquisa e no desenvolvimento tecnológico do programa, sendo o motor propulsor dos avanços obtidos com essas culturas no País.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do Capitalismo Agrário em Questão**. 1ª Edição, São Paulo: Hucitec, 1992.

ABRAMOVAY, R., MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais**. Londrina, 2007.

ABREU, F. R.; LIMA, D. G.; HAMÚ, E. H.; WOLF, C. R.; SUAREZ, P. A. Z. **Utilization of metal complexes as catalysts in the transesterification of Brazilian vegetable oils with different alcohols** *J. Mol. Catal. A: Chem.*, 209, p. 29-33. 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Boletim Mensal de Biodiesel**. Rio de Janeiro, Nov. 2010. Disponível em <www.anp.gov.br>. Acesso em: 09 dez. 2010.

AGROPALMA. **Agropalma: Histórico** (2009). Disponível em: <<http://www.agropalma.com.br>>. Acesso em: 06 jan. 2010.

AGUIAR, R. H. A. ; FANTINATTI, J.B ; GROTH, D. ; BENEDETTI, B.C. ; USBERTI, R., 2001. **Propriedades físicas de dois cultivares de girassol**. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, 2001.

ALMEIDA, A. F. S.. **A Importância dos Biocombustíveis na Matriz Energética de Transporte Rodoviário do Brasil**. 2006. 197 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transporte, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

AMEZAGA, J. M.; BOYES, S. L.; HARRISON, J. A. **Biofuels Policy in the European Union**. 7th International Biofuels Conference, New Delphi, February 2010.

ARANDA, D. A. G.; ANTUNES, O. A. C.. **Catalytic process to the esterification of fatty acids present in the acid grounds of the palm using acid solid catalysts - WO2004096962**, 2004.

ARANDA, D. A. G.; ROSA, L. P.; OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O.; PIMENTIERA C. A. P.; MATTOS L. B. R.; HENRIQUES, R. M.; MOREIRA, J. R.. **Geração de Energia a partir de Resíduos do Lixo e Óleos Vegetais: Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2003.

ARAÚJO, C. **Macaúba é saída para biodiesel**. Revista BiodieselBR, agosto 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 06 jan. 2010.

ARGAWAL, A. K. **Biofuels (Alcohols and Biodiesel) Applications as Fuels for Internal Combustion Engines**. Energy and Combustion Science, v.33, 2007, p.233–271.

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE). **Biodiesel no Brasil**: A visão da indústria de óleos vegetais, 2006. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/palestras/abiove_pal_biodiesel_01jun06.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2009.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **Agronegócio da mamona no Brasil**. 1ª edição. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2001. 585 p.

AZUA, D. E. R. **O Neoprotecionismo e o Comércio Exterior**. São Paulo: Aduaneiras, 1986.

AZZONI, C. R.; ICHIHARA, S. M.; GUILHOTO, J. J. M.; SILVEIRA, F. G.. **A Importância do Agronegócio Familiar no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 44, 2006, p. 355-382.

BARCELOS, E.. **Dendeicultura no Brasil**: diagnóstico. In: Conferência Internacional de Palma Eceitera. Santa Marta, Colômbia, 1993.

BARROS, M. A. L; SANTOS R. F. DOS, FERREIRA, P. F. **Análise dos Sistemas de Produção Identificados para os Algodões de Sequeiro e Irrigado no Estado da Paraíba**. In: *Congresso Brasileiro de Algodão*. EMBRAPA Algodão. Campina Grande, PB. 2004. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/011.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2010.

BATISTA, A. C. F.. **Biodiesel no tanque**. 2006. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/oleo_vegetal.html>. Acesso em: 11 out. 2010.

BiodieselBR. **Dendê e a política agrícola**: infra-estrutura e incentivos, jul. 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

_____. **[Análise] Produção de óleo, exportação e dendê**. Set. 2009^a. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 04 jan. 2010.

_____. **Por que o dendê é tão pouco cultivado no Brasil?**. Out. 2009^b. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 05 jan. 2010.

BISCHOFF, E. E. **Competitividade Brasileira em Exportações de Soja e o Mercado Importador Chinês**. Monografia de Especialização em Agronegócios. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008.

BORÉM A. **Escape Gênico**: Os riscos do escape gênico da soja no Brasil. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento 10. 1999. p. 101-107.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. **Lei nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 08 mai. 2010.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Anuário Estatístico da Agroenergia**. Brasília, nov. (2009a). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2010.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Secretaria de Produção e Agroenergia, 2. ed. rev. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Sumário Executivo: Complexo Soja**. Brasília, nov. (2009b). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2010.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Histórico**. Brasília: MCT, 2008. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: plano de ação, 2007-2010**. Brasília: MCT, 2007. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/66226.html>>. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Biodiesel e óleo vegetal in natura**. Soluções energéticas para a Amazônia. Wilma Araújo Gonzalez *et al.* Brasília : MME, 2008. 168 p.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**. Brasília, nº 35, nov/(2010a). 11 p.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). **Instrução Normativa Nº 01, de 05 de julho de 2005**. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão de uso do selo combustível social. Brasília, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17 fev. 2010.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). **Dendê**. Estudo de Viabilidade Econômica: Projeto Potencialidades Regionais, vol. 5, Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA). Superintendência Adjunta de Planejamento e Desenvolvimento Regional. Coordenação de Identificação de Oportunidades de Investimentos. Coordenação de Comunicação Social. Manaus, 2003. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/dende.pdf>. Acesso em: 28 out. 2010.

_____. Presidência da República (PR). **DECRETO Nº 7.172, DE 7 DE MAIO DE 2010**. Aprova o zoneamento agroecológico da cultura da palma de óleo e dispõe sobre o estabelecimento pelo Conselho Monetário Nacional de normas referentes às operações de financiamento ao segmento da palma de óleo, nos termos do zoneamento. Brasília, mai. (2010b). Disponível em:

<<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=10/05/2010>>. Acesso em: 08 Out/2010.

BRIEU, T. P. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**: um balanço da primeira fase até 2008. 2009. 80 f. Dissertação de Mestrado em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CAÑO ANDRADE, M. H. ; VIEIRA, A. S. ; AGUIAR, H. F. ; CHAVES, J. F. N. ; SILVA, R. M. P. ; MIRANDA, T. L. S. ; SALUM, A. . **Óleo do Fruto da Palmeira Macaúba. Parte II**: Processo de Extração do Óleo. Anais do II Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química (II ENBTEQ) - 30. Seminário Abiquim de Tecnologia, São Paulo: ABEQ, 2006.

CARVALHO, B. C. L.; PEIXOTO, S. E.; OLIVEIRA, E. A. S. **Potencialidades das Oleaginosas Cultivadas no Estado da Bahia para a Produção de Biodiesel**. 2006. Disponível em: <www.ebda.ba.gov.br>. Acesso em: 23 nov. 2010.

Centro de Estudos em Logística (CEL/COPPEAD/UFRJ). **Panorama Logístico – Exportação**: Indústrias e Prestadores de Serviço Logístico, 2006. Relatório de Pesquisa. Disponível em: <<http://www2.coppead.ufrj.br/port/>> Acesso em: Jan/2010.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Bioetanol combustível**: uma oportunidade para o Brasil. Brasília, DF. 2009, 536 p.

Centro de Inteligência da Soja (CISOJA). **Infra-Estrutura e Logística**. 2004. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php>> Acesso em: 14 jan. 2010.

Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo). **A Soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

CERIANI, R.; MEIRELLES, A. J. A.. **Simulation of continuous physical refiners for edible oil deacidification**. Journal of Food Engineering. 76, 2006. p. 261-271.

CHAVANNE, C. G.. **Procédé de transformation d'huiles végétales en vue de leur utilisation comme carburants**. BE 422877, 28 jun. 1937, 31 out. 1937.

CHISTI, Y. **Biodiesel from Microalgae**. Biotechnology Advances, 25, 2007. 294p.

CIPRIANO, R. **Descobrimos o poder da macaúba**. 26/04/2006. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 out. 2010.

COLLARES, D. G. (2009). **A oportunidade para o dendê requer inovação**. Revista BiodieselBR. Dez. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 26 jan. 2010.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Indicadores da Agropecuária**. Ano XX, no. 02. fev. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). **Resolução CNPE, nº 03, de 23 de setembro de 2005**. Brasília, set. 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/CNPE/resolucao_2005/Resolucao03.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. **Resolução CNPE, nº 02, de 13 de março de 2008**. Brasília, mar. 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/CNPE/resolucao_2008/Resolucao02.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. **Resolução CNPE, nº 02, de 27 de abril de 2009a**. Brasília, abr. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/CNPE/resolucao_2009/RESOLUCAO_2_CNPE.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. **Resolução CNPE, nº 06, de 16 de setembro de 2009b**. Brasília, set. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/CNPE/resolucao_2009/Resoluxo_6_CNPE.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2010.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G.; RAMOS, L. P.. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, 23, 2000, p. 531-537.

CRABBE, E.; NOLASCO-HIPOLITO, C.; KOBAYASHI, G.; SONOMOTO, K.; ISHIZAKI, A. **Process Biochemistry**. 37, 65, 2001.

CUNHA, E. A. B. B. **Organismos Geneticamente Modificados (OGMs): obstáculos à obtenção e uso no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Agronegócios. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A.. **A Concept of Agribusiness**. Division of Research. Harvard University, Boston, 1957. 136p.

DUARTE, A. **Brasil deve ser o 3º maior produtor de biodiesel do mundo em 2010**. Revista Biodieselbr. 2011. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/brasil-3-maior-produtor-biodiesel-mundo-2010-190111.htm>>. 01/11. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **Brasil segue como quarto maior produtor mundial de biodiesel**. Revista Biodieselbr. 2010. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/brasil-quarta-posicao-producao-mundial-biodiesel-2009-072010.htm>>. 07/10. Acesso em: 27 jul. 2010.

_____. **Governo informa as matérias primas utilizadas pelas usinas em 2008**. Revista Biodieselbr. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/governo-informa-materias-primas-usinas-13-01-09.htm>> 01/09. Acesso em: 14 jan. 2010.

ELBERSEN, H. **Oil palm for biodiesel in Brazil**: a different picture? In: Quick-scans on upstream biomass. Yearbook 2006 and 2007. Published and distributed by The Biomass Upstream consortium. Mark Vonk (ed). 2008.

ELBERSEN, H. W.; BINDRABAN, P. S.; BLAAUW, R.; JONGMAN, R.. **Biodiesel from Brazil**. Report for the Dutch ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. Report BO-CI-35. Wageningen, Agrotechnology & Food Innovations, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Rosa Rabinovitci Szpiz; Fany Hechtman Jablonka; Dalva Alves Pereira; Leopold Hartman. **Processo de extração de óleos vegetais com álcool etílico, seguido por transesterificação com este álcool para obtenção de combustíveis**. BR n. PI 8302341, 5 mai. 1983, 11 dez. 1984a.

_____. Rosa Rabinovitci Szpiz; Fany Hechtman Jablonka; Dalva Alves Pereira; Regina Celi Araujo Lago; Leopold Hartman. **Processo da transesterificação de óleos vegetais**. BR n. PI 8300429, 28 jan. 1983, 04 set. 1984b.

_____. **Projeto de Dendê/Palma**: Amazonas. EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2002. Disponível em: <<http://www.cpa.embrapa.br/portfolio/sistemadeproducao/dende/projetodedendepalmaamazonas.pdf>>. Acesso em: 01 Nov/2010.

FAUPEL, K.; KURKI, A. **Biodiesel**: A Brief Preview. NCAT – Agriculture, specialists; Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2002. Disponível em: <www.attrca.ncat.org>. Acesso em: 17 out. 2010.

Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP). **Infra-Estrutura**: O Apagão Logístico. Boletim Informativo, no. 940, semana de 18 a 24 de dezembro de 2006. Disponível em: <<http://www.faep.com.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

FLEURY, P. F. **A Infra-estrutura e os Desafios Logísticos das Exportações Brasileiras**. Revista Tecnológica, Ano XI, no. 113, 2005. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 19 jan.2010.

FRANÇA. Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. **Communiqué de presse de François Loos**, 29 set. 2006. Disponível em: <http://www.industrie.gouv.fr/portail/ministre/comm.php?comm_id=7089>. Acesso em: 15 jan. 2011.

_____. **Perspectivas para a Logística Brasileira**. Revista Tecnológica, v. 1998, p. 4-04, 1998. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 19 jan.2010.

FREITAS, R. C.. **Revista BiodieselBR**, nº7, out/nov. 2008, p52.

FROUFE, C. (2009). **Stephanes**: governo finaliza programa para estimular plantio de dendê. Revista BiodieselBR (Agência Estado). Brasília, jul. 2009 Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: Jan/2010.

FUNDAÇÃO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA. HARTMAN, L.. **Processo de extração de óleos vegetais para obtenção de combustíveis**. BR n. PI 8003739, 30 maio 1980, 16 fev. 1982.

FURLAN JÚNIOR, J.; KALTNER, F. J.; ALVES, S. M.; BARCELOS, E. **A utilização de óleo de palma como componente do biodiesel na Amazônia**. Comunicado técnico, 103. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 5 p.

GARCIA, R.. **Ecólogo defende dendê no lugar do biodiesel de soja**. Folha de São Paulo. Fev. 2010. Disponível em: <<http://www.folha.uol.com.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2010.

GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R. **Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina**. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, Embrapa Soja, Itumbiara, Londrina, 1999.

_____. **Overview of the Brazilian biodiesel industry**: present status and perspectives. EMBRAPA presentation at the Workshop on Biodiesel from Brazil; Technology and Sustainability in The Hague, 2007.

GRAY, M.. **Palms: *Acrocomia aculeata***. Palm and Cycad Societies of Australia (PACSOA). Disponível em: <<http://www.pacsoa.org.au/palms/Acrocomia/aculeata.html>>. Acesso em: 06 set. 2010.

GUANZIROLI, C. E.; DISABBATO, A.; BITTENCOURT, G. A.; BAMPI, G.; CARDIN, S.; DUARTE, M.; REZENDE, G. C.; PRESCOTH, E.; LOGUERCIO, P.; ROMEIRO, A. R. **Novo Retrato da Agricultura Familiar: O caso do Brasil**. 9. ed. Brasília: Ministério de Desenvolvimento Agrário, v. 1. 1999. 65 p.

HELLER, H. R. **Comércio Internacional: Teoria e Evidência Empírica**. São Paulo. Editora Atlas, 1978.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas** New Jersey: Princepton University, 1995, p.166-167.

HIJJAR, M. F.. **Preços de Frete Rodoviário no Brasil**. 2008. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 25 fev. 2010.

HOMMA, A. K. O.. **Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendezeiro na Amazônia**. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (editores). A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2000.

INDEX MUNDI. 2010. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/>>. Acesso em: dez. 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – GCEA/IBGE, DPE, COAGRO - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Dez. 2009. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200912_1.shtm>. Acesso em: fev. 2010.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel**. Comunicado do Ipea nº 53. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. 26 mai. 2010.

KAR, K.; SEN, S.. **A comparative Karyological study of root and embryo tissue of a few genera of leguminosae**. *Cytologia* 56: 1991. p. 403-408.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. São Paulo, Editora Edgar Blucher, 2006.

KRAEMER, T. D. **Addicted to oil: strategic implications of American oil policy**. Strategic Studies Institute. Mai. 2006. Disponível em: <<http://www.strategicstudiesinstitute.army.mil/pdf/PUB705.pdf>>. Acesso em: 26 de out. 2007.

KUSDIANA, D.; SAKA, S. **Methyl esterification of free fatty acids of rapeseed oil as treated in supercritical methanol**. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 34, 2001. p. 383-387.

LANG, X.; DALAI, A. K.; BAKHSHI, N. N.; REANEY, M. J; HERTZ, P. B. **Preparation and characterization of bio-diesels from various bio-oils**. *Bioresour. Technol.*, 80. 2001.

LIMA, D. O.; SOGABE, V. P.; CALARGE, T. C. C. **Uma análise sobre o mercado mundial de biodiesel**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, AC. 20 a 23 de julho de 2008.

LIMA, M. P. **Custos Logísticos na Economia Brasileira**. *Revista Tecnológica*, v. 11. Publicare Editora, 2006. p. 64-70.

LI, J.; WANG, X. H.; ZHU, W. M.; CAO, F. **Zn₁₂H_{0.6}PW₁₂O₄₀ nanotubes with double acid sites as heterogeneous catalysts for the production of biodiesel from waste cooking oil**. *ChemSuschem*, 2, 2009. p. 177-183.

LI, Y.; ZHANG, X.; SUN, L.. **Fatty acid methyl esters from soapstocks with potential use as biodiesel**. *Energy Conversion and Management*. 51, 2010. p. 2307-2311.

LORENZI, G. M. A. C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: Bases para o Extrativismo Sustentável**. Curitiba, PR. UFPR. 2006. 156p. Tese (Doutorado em Fitotecnia e Fitossanitarismo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LOURENÇO, L. M.. **Desenvolvimento de método de determinação de glicerol livre em biodiesel utilizando a técnica de varredura sucessiva de potencial**. 2009. 120 f. Tese de Doutorado – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista. Araraquara: [s.n], 2009.

- LUNA, S. V. **Planejamento de Pesquisa: Uma Introdução**. São Paulo: Educ, 1997.
- MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- MARBORGES Agroindústria S.A. **A Cultura do Dendê: mercados e possibilidades de expansão**, 2009. Disponível em: <<http://www.pecege.esalq.usp.br/plantas/2.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2010.
- MA, F. R.; CLEMENTS, L. D.; HANNA, M. A. **Biodiesel fuel from animal fat**. Ancillary Studies on transesterification of beef tallow *Ind. Eng. Chem. Res.*, 37, p. 3768-3771. 1998.
- MARQUES, P. V.; AGUIAR, D. R. D. **Comercialização dos Produtos Agrícolas**. São Paulo. Ed. Universidade de São Paulo, 1993.
- MATOS, E. H. S. F. **Cultivo da Mamona e Extração do óleo**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB, Dossiê Técnico SBRT, 2007. 30 p.
- MEGLIONI, E. **Custos**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- MELLO, F. O. T.; PAULILLO, L. F.; VIAN, C. E. F. **O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas, e desafios**. 2006.
- MENEZES, R. S.; CASTRO NETO, P.; RAMOS, G. L. **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Biodiesel: a experiência da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Anais do IV Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e VII Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Belo Horizonte, MG, 2010.
- MIRAGAYA, J. C. G. Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 7-13, 2005.
- MONTEIRO, J. M. G.. **Plantio de Oleaginosas por Agricultores Familiares do Semi-Árido Nordeste para Produção de Biodiesel como uma Estratégia de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas**. 2007. 151 f. Tese de Doutorado Planejamento Energético - COPPE/UFRJ, XIII. Rio de Janeiro, 2007.
- MOTOIKE, S. Y.; LOPES, F. A.; SÁ JÚNIOR, A. Q. de; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, M. A. R. **Processo de Germinação e Produção de Sementes Pré-Germinadas de Palmeiras do Gênero *Acrocomia***. Submetido à Lei de Patentes. Protocolo INPI: 014070005335. 2007.
- MOTTA, P. E.; CURTI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. **Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, 2002. p. 023-1031.

NAVAES, ANA MARIA *et al.* **Arranjo Produtivo Local para o Biodiesel: Sustentabilidade Econômica com Segurança Alimentar e Nutricional no Semi-Árido Pernambucano.** Anais do II Congresso da ABIPTI, Brasília, DF, 2008.

NEGRELLE, R. R. B.; SOUZA, M. C.; SERRAGIOTO, M. C.; ZANIOLO, S. R.; LORENZI, G. M. C.; CORREA, L. L.; PINTO, G. B. S. ; BRUEL, B. O .; PINTO, E. C. T.; SECORUN, A.; MIOLA, D.. **Levantamento das espécies potencialmente fontes de produtos vegetais não madeiráveis da RPPN SESC Pantanal: resultados preliminares.** In: CONHECENDO o Pantanal. Várzea Grande: SESC Pantanal, n.1, 2002, p.71-76.

OIL WORLD ANNUAL. **Thomas Mielke**, ISTA Mielke GmbH, Hamburg, Germany, 2009.

_____. **Thomas Mielke**, ISTA Mielke GmbH, Hamburg, Germany, 2010.

OLIVEIRA, H. A.; MASIERO, G.. **Estudos Asiáticos no Brasil: contexto e desafios.** Revista Brasileira de Política Internacional, Brasília, v. 48, n. 2, 2005. p. 5-28.

OLIVEIRA, E.. **Macaúba pode ser usada como matriz energética.** Revista Biodieselbr. Abr. 2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 23 jan. 2010.

PARENTE, E. J. S.. **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**, first ed. Unigráfica, Fortaleza, 2003.

_____. **Processo de produção de combustíveis a partir de frutos ou sementes oleaginosas.** BR n. PI 8007957, 05 dez. 1980, 07 jul. 1981a.

_____. **Processo de produção de um combustível sucedâneo de óleo tipo diesel.** BR n. PI 8004358, 14 jul. 1980, 07 jul. 1981b.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A.; DE ANDRADE, J. B. **Biodiesel: an overview.** *J. Braz. Chem. Soc.*, 16, p. 1313-1330. 2005.

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage of Nations.** New York: Macmilan, 1990.

POUSA, G. P. A. G. ; SANTOS, A. L. F. ; SUAREZ, P. A. Z. **History and policy of biodiesel in Brazil.** *Energy Policy*, 35, 2007, p. 5393-5398.

PRADO JR., Caio. **Contribuição para a análise da questão agrária no Brasil.** In: *A questão agrária.* 3ª ed., São Paulo, Brasiliense, 1981.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2009: Ultrapassar barreiras: Mobilidade e desenvolvimento humanos.** Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2009_PT_Complete.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2009. 229 p.

Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). **Biodiesel**: o novo combustível do Brasil. 2004. Disponível em < <http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 08 mai. 2010.

PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**, 6^a ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

RATHAMANN, R.; SANTOS, O. I. B.; PADULA, A. D.; PLÁ, J. A. **Biodiesel**: Uma Alternativa Estratégica Na Matriz Energética Brasileira? Página Oficial do Biodiesel do Governo Federal do Brasil. Brasília - DF 2005.

RETTORE, R. P.; MARTINS, H.. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**: Estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Projeto da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, Belo Horizonte, vol. 1, 1983.

SALLES, G.. **Macaúba pode ser matéria-prima alternativa para biodiesel**. Revista BiodieselBR. Set. 2006. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 17 jan. 2010.

SANTOS, M. M. S.; PEREZ, R.; SILVA JÚNIOR, A. G.; SIQUEIRA, J.. **Estudos de Implantação de Unidades de Extração de Óleo Vegetal**: estudo de caso soja, dendê e mamona. In: Anais do II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007.

SARAIVA, B. M.; SILVA JÚNIOR, A. G.; GONTIJO, T. S.; PEREZ, R.. **Cultivo de Dendê na Bahia**: viabilidade econômica e análise de risco. Anais do III Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel: artigos técnico-científicos. Brasília, DF: MCT/MBC, 2009.

SAVY FILHO, A. **Mamona**: Tecnologia Agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SCHUCHARDT, U.; LOPES, O. C. **Reator contínuo com catalisadores orgânicos heterogeneizados para transesterificação de óleos vegetais**. BR n. PI 8202429 A, 23 abr. 1982, 29 nov. 1983.

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R.; VARGAS, R. M. **Transesterification of Vegetable Oils**: a Review. J. Braz. Chem. Soc. 9, 199-210, 1998.

SHAY, E.G.. **Diesel fuel from vegetable oils** - status and opportunities. Biomass Bioenergy. v.4, 1993. p. 227-242

SILVA, J. C. **Macaúba**: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. Viçosa, 1994, 41 f. Trabalho de conclusão da disciplina Cultivo de essências exóticas e nativas. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, J. S. O.. **Produtividade de óleo de palma na cultura do dendê na Amazônia Oriental**: influência do clima e do material genético. 2006. 41 f.

Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2006.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.
SREEPRASANTH, P. S.; SRIVASTAVA, R.; SRINIVAS, RATNASAMY, P. **Hydrophobic, solid acid catalysts for production of biofuels and lubricants**. Applied Catalysis A : General, n. 314. p. 148-159, 2006.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. **Transformação de Triglicerídeos em Combustíveis Materiais Poliméricos e Insumos Químicos: Algumas Aplicações da Catálise na Oleoquímica**. Química Nova, no prelo, São Paulo, SP, v. 30, 2007. p. 667-676.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P. **Evolução Histórica e Situação Atual no Brasil**. 70º Aniversário do Biodiesel em 2007 Química Nova, v. 30, p. 2068-2071, 2007.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B.. **Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los**. Química Nova, v. 32, 2009. p. 768-775.

SUWANNAKARN, K.; LOTERO, E.; NGAOSUWAN, K.; GOODWIN JR., J. G. **Simultaneous free fatty acid esterification and triglyceride transesterification using solid acid catalyst with in situ removal of water and unreacted methanol**. Ind. Eng. Chem. Res., 48, p. 2810-2818. 2009.

TEIXEIRA, E. **Acrocomia aculeata**. In: TASSARO, H. Frutas no Brasil. São Paulo: Empresa das Artes, 1996, p.15.

THUKRAL, N.. **Brasil deve ver expansão de óleo de palma em breve**. Revista Biodieselbr. Mar. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

United States Department of Agriculture (USDA). **Agricultural Research Service**. Agricultural Research Magazine, v.50, No. 04, 2002. Disponível em: <www.ars.usda.gov/is/AR/archive/apr02/>. Acesso em: 16 jan. 2010.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**, 7ª ed. São Paulo: Campus, 2006.

VASCONCELLOS, M. A. S.; PINHO, D. B. **Manual de Economia** - Equipe de Professores da USP. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

VEIGA, L. S.; FURIA, L. R. R.. **Avaliação do dendzeiro como opção para o sequestro de carbono na Amazônia**. In: VIEGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A.. A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000.

VERNETTI, F. J.. **Soja: Planta, Clima, Pragas, Moléstias e Invasoras** – vol. I, Genética e Melhoramento – vol. II. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 990p.

VICECONTI, P. E. V.; NEVES, S. **Introdução à Economia**, 8ª ed. São Paulo: Frase Editora, 2007.

VIEGAS, I. de J.M. ; MULLER, A.A. **A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa - Cpatu; Manaus: Embrapa - CPAA, 2000.

WANG, R.. **Development of Biodiesel Fuel**. Taiyangneng Xuebao, 9: China, 1988. p. 434-436.

WILKINSON, J. **A Agricultura Familiar ante o Novo Padrão de Competitividade do Sistema Agroalimentar na América Latina**. Estudos Sociedade e Agricultura. Rio de Janeiro, 2006.

WOLCOTT, H. F. **Writing Up Qualitative Research**. Qualitative Research Method Series, 20. London: Sage. 1990.

XU, S. J. ; SINGH, R. J. ; HYMOWITZ, T.. **The Genomic Relationships Among Glycine soja**, Sieb. and Zucc., *G. max* (L.) Merr. and '*G. gracilis*' Skvortz. *Plant Breeding*, 103 (2), 1989. p. 171–173.

YAN, S.; SALLEY, S. O.; SIMON, K. Y. **Simultaneous transesterification and esterification of unrefined or waste oils over ZnO-La²O₃ catalysts**. *Applied Catalysis A: General*, 353, 2009, p. 203-212.

ZANIN, G.; SANTANA, C. C.; BON, E. P. S.; JORDANO, R. C. L.; MORAES, F. F.; ANDRIETTA, S. R.; CARVALHO NETO, C. C.; MACEDO, I. C.; LAHR FILHO, D.; RAMOS, L. P.; FONTANA, J.. **Brasilian Bioethanol Program**. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 2000, p. 84-86, p. 1147-1161.

ZYLBERSTAJN, D.; COELHO, S. T.; IENO, G. O.. **Potencial de geração de eletricidade na Amazônia a partir de resíduos agrícolas**. São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Energia; Universidade de São Paulo, 1996.