

2.

Revisão Bibliográfica

Este capítulo consiste de uma breve descrição das características do biodiesel no que diz respeito a suas propriedades como combustível substituto ao diesel de origem mineral, bem como a seu processo produtivo mais disseminado, que consiste na transesterificação de óleos de origem vegetal. São apresentados ainda aspectos relativos ao desenvolvimento do mercado e da produção mundial de biodiesel e dos mercados de óleo e torta de mamona.

2.1. Características do Produto

Biodiesel é um combustível composto de mono-álquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, mais comumente obtido por meio do processo de transesterificação entre quaisquer óleos ou gorduras animais ou vegetais e um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). Dada a similaridade com o diesel mineral exibe características físico-químicas que permitem a substituição com vantagens adicionais. Dependendo da proporção, misturas de biodiesel podem ser usadas em qualquer motor diesel sem a necessidade de alteração nesse motor.

No Brasil, a definição de biodiesel encontra-se disposta no Decreto Presidencial nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, artigo 1º: “combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil”.

As vantagens da utilização do biodiesel concentram-se basicamente nos aspectos de diminuição de emissões no uso final e de substituição de combustíveis fósseis por renováveis. Um estudo do governo americano mostra que a produção e uso de biodiesel em substituição ao diesel de petróleo resultam em uma redução total de aproximadamente 80% na emissão de dióxido de carbono, 32% em material particulado e 8% em óxidos sulfúricos. Além disso, constatou-se um balanço de energia positivo: para cada unidade de energia necessária para produzir um galão de biodiesel, mais de três unidades são obtidas (NBB, 2007).

Em uma análise de ciclo de vida, o percentual de utilização do biodiesel na mistura com o diesel fóssil é crucial para se determinar as vantagens realmente obtidas pela substituição. Com o B2 (2% de biodiesel e 98% de diesel fóssil), estima-se uma diminuição percentual na emissão de gases de efeito estufa de apenas 2% (FRIEDRICH, 2004). Já uma mistura de 20% permite reduções de cerca de 15% (TABELA 1).

Tabela 1: Emissão de gases de efeito estufa no ciclo de vida de biodiesel B20. Fonte: FRIEDRICH (2004).

	Diesel fóssil	Biodiesel (colza)	Biodiesel (soja)	Biodiesel (sebo)
	g/milha	g/milha	g/milha	g/milha
Operação veicular	1.701,5	1.700,4	1.700,4	1.700,4
C oriundo de CO ₂ do ar	0	(322,4)	(322,4)	(322,4)
Sub-total	1.701,5	1.378,0	1.378,0	1.378,0
Abastecimento	2,4	2,5	2,5	2,5
Estocagem e distribuição	27,8	29,4	28,6	28,6
Produção	183,0	194,8	212,7	259,7
Transporte de matérias-primas	4,6	8,8	15,0	13,5
Produção de matérias-primas	233,3	308,3	337,7	188,3
Uso da terra e cultivo	0	78,8	366,0	0
CH ₄ e CO ₂ vazados ou queimados	71,1	57,4	57,4	57,4
Emissões evitadas por co-produtos	0	(121,6)	(458,5)	(116,2)
Sub-total (ciclo do combustível)	2.223,7	1.936,4	1.939,3	1.811,8
% variação (ciclo do combustível)	x	-12,9	-12,8	-18,5
Montagem e transporte do veículo	19,1	19,1	19,1	19,1
Materiais no veículo	69,6	69,6	69,6	69,6
Total geral	2.312,4	2.025,1	2.028,0	1.900,5
% variação (total geral)	x	-12,4	-12,3	-17,8

No caso brasileiro a orientação estratégica foi pela estruturação de suprimento a partir de oleaginosas produzidas pela agricultura familiar, promovendo transferência de renda e geração de empregos. Os benefícios sociais são, portanto, vantagens essenciais da adoção do biodiesel como combustível e se definem como um dos pilares motivacionais para a implantação e a continuidade do programa. Estudos mostram que cada 1% de substituição de diesel fóssil por biodiesel promove a geração de 45.000 empregos no campo, com renda média anual de R\$4.900,00 (HOLANDA, 2004).

2.2. Características do Processo Produtivo

As primeiras informações sobre transesterificação têm registros em 1864 quando Rochieder descreveu a preparação do glicerol através da etanolise do óleo de rícino (óleo de mamona) e analisou a proporção dos reagentes que afetam o processo em termos de eficiência de conversão. Entretanto, a produção de biocombustíveis advindos de matérias-primas agrícolas não se mostrou competitiva economicamente frente aos combustíveis derivados do petróleo.

Nas décadas de 1970 e 1980, devido ao segundo choque do petróleo, o Brasil realizou experiências no sentido de utilizar comercialmente óleos vegetais como combustível visando à substituição parcial ou total do óleo diesel. Foi criado o Plano de Produção de

Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pró-óleo). O programa previa, para o ano 2000, uma oferta adicional de óleos vegetais de cerca de 10 milhões de m³ do produto. Para tal, diversas culturas oleaginosas, anuais e perenes foram avaliadas pela Fundação Centro Tecnológicas de Minas Gerais (CETEC) em convênio com o Governo Federal. No entanto, com a queda no preço do barril de petróleo, as pesquisas voltadas para o uso de óleos vegetais em substituição ao óleo diesel foram paralisadas no Brasil.

Embora atualmente a principal matéria-prima para produção de biodiesel pelo processo de transesterificação seja óleo vegetal – especialmente de soja, no caso brasileiro – diversas outras fontes apresentam-se com elevados potenciais de suprimento (Figura 1).

Categorias			
Óleos e Gorduras De Animais	Óleos e Gorduras Vegetais	Óleos Residuais de Frituras	Matérias Graxas de Esgotos
Origens			
Matadadouros Frigoríficos Curtumes	Agriculturas Temporárias e Permanentes	Cocções Comerciais e Industriais	Águas Residuais das Cidades e de certas Indústrias
Obtenção			
Extração com Água e Vapor	Extração Mecânica Extração Solvente Extração Mista	Acumulações e Coletas	Processos em fase de Pesquisa e Desenvolvimento

Figura 1: Matérias-primas para produção de biodiesel por transesterificação. Fonte: HOLANDA (2004)

A cadeia produtiva do biodiesel pode ser organizada em quatro etapas, conforme figura 2 abaixo:

- suprimento da matéria-prima básica (óleo vegetal) para a etapa industrial, representada pela indústria de insumos, os produtores rurais e a indústria de extração de óleo bruto e refino;
- produção industrial propriamente dita, representada, principalmente pela fábrica de biodiesel;
- cadeia de distribuição do biodiesel puro ou misturado e, compreende os distribuidores atacadistas e varejistas e em alguns casos outros intermediários;
- o consumidor final que pode ser representado pelo mercado externo, mas também pelo pequeno ou grande consumidor interno.

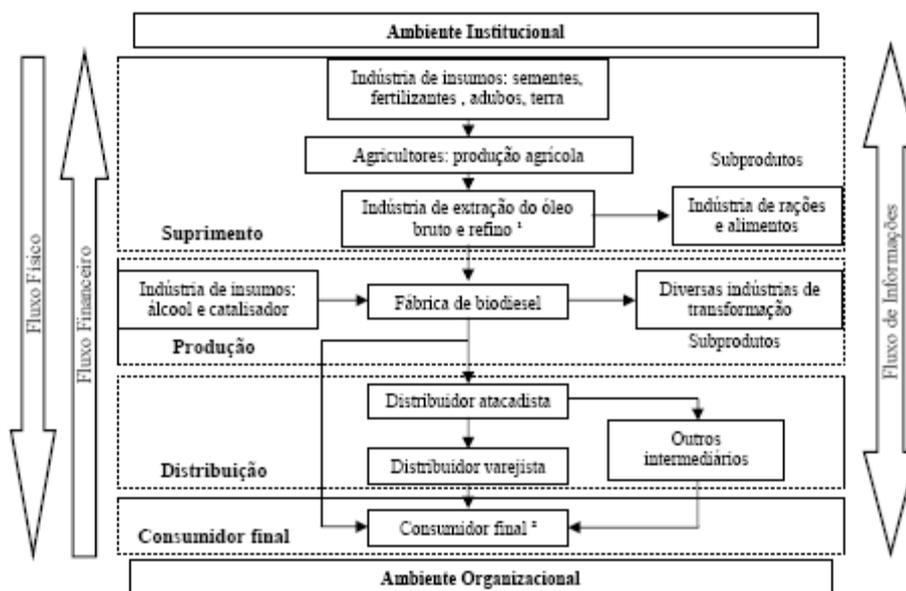


Figura 2: Cadeia produtiva do biodiesel. Fonte: GARCIA (2007).

Algumas espécies de plantas oleaginosas apresentam grandes dificuldades quanto à sua produção em grande escala. Isso ocorre porque em alguns casos ainda não existe maquinário e nem implementos adaptados para produção mecanizada, como é o caso da mamona, do babaçu e do pinhão manso, por exemplo. Estas cultivares se caracterizam, em sua maioria, pelo uso intensivo de mão-de-obra e pela baixa utilização de maquinaria.

Se os assuntos relacionados aos biocombustíveis vêm se tornando cada vez mais comuns nos noticiários e nos fóruns internacionais, o mesmo ocorre no meio acadêmico. Os assuntos mais recorrentes atinentes especificamente ao biodiesel dizem respeito a implicações macroeconômicas da sua expansão, benefícios ambientais pela sua inclusão na matriz energética, aspectos relacionados à produção agrícola de oleaginosas, tecnologias de processos industriais e análise de seu uso final em motores e demais aplicações. Referências a alguns destes trabalhos foram anotadas ao longo da presente dissertação.

2.3. Situação e Perspectivas do Biodiesel no Mundo

FRIEDRICH (2004) sugeriu uma metodologia bastante didática e esclarecedora para descrever o grau de desenvolvimento da indústria de biodiesel em cada país. Segundo o autor, podem-se classificar os países em três fases: a fase I é a de maturação da idéia de se estabelecer um processo de substituição do diesel fóssil por biodiesel e sua conclusão é marcada pela decisão política de efetivamente se incentivar este movimento; a fase II é caracterizada pela execução de pesquisas, testes piloto e iniciativas subsidiadas; finalmente na fase III observa-se uma indústria estabelecida com produção, distribuição e uso do biodiesel de forma economicamente autossustentável. O mesmo autor sugere que a situação mundial encontrava-se em 2004 tal como descrita na figura 3.

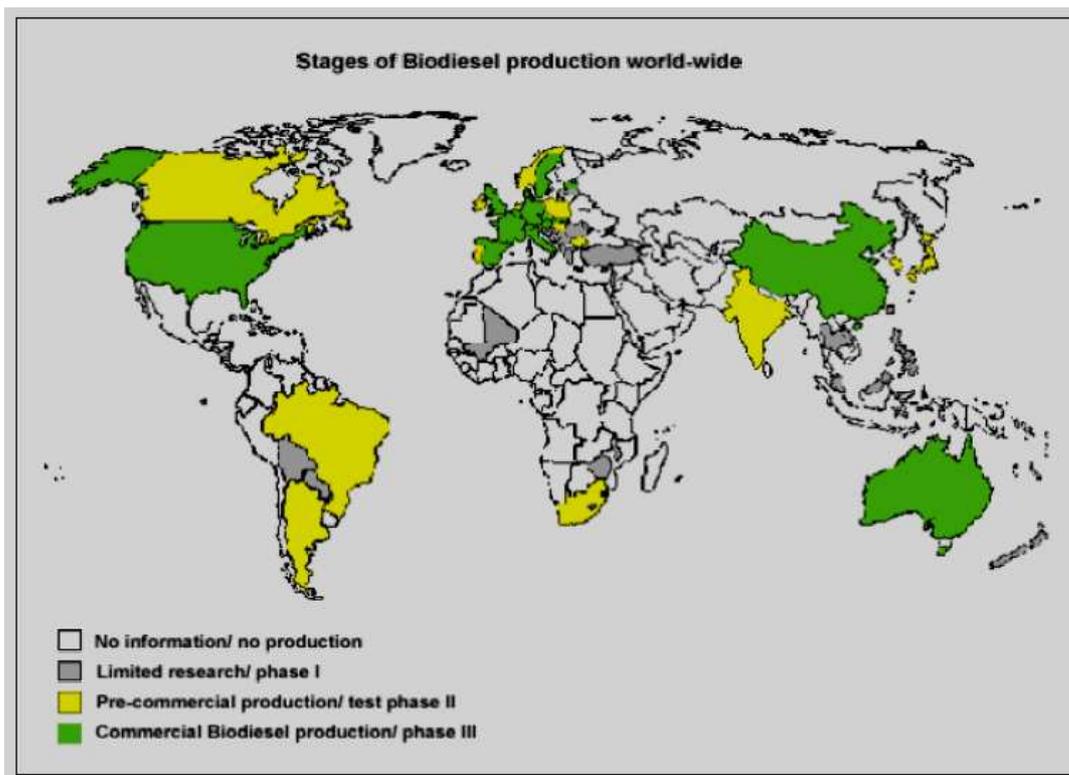
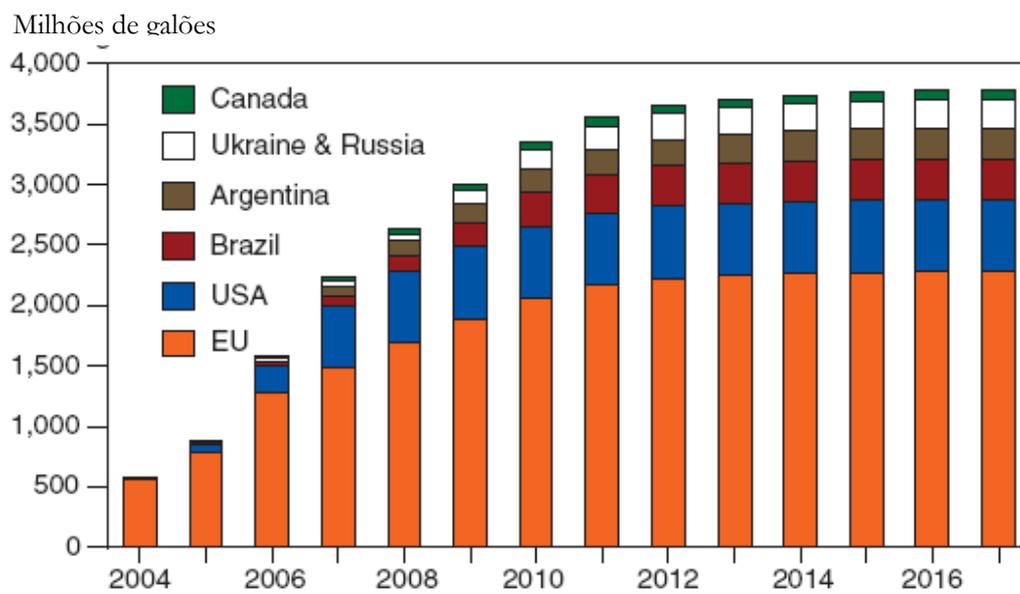


Figura 3: Estágios de desenvolvimento da produção de biodiesel no mundo. Fonte: FRIEDRICH (2004).

A União Européia lidera o desenvolvimento mundial da produção de biodiesel, sendo a Alemanha o país com maior produção em todo o mundo – seguido por França e Itália. O biodiesel representa, na Europa, cerca de 80% do volume de biocombustíveis produzidos e por isso torna-se tão relevante para o estabelecimento de metas e de políticas governamentais de incentivo (OCDE, 2006).

Em nível mundial, a colza ainda se destaca como principal matéria-prima para a produção de biodiesel, respondendo por aproximadamente 84% do total, especialmente por conta do elevado grau de investimento em desenvolvimento de tecnologia agrícola que vem permitindo obter uma produtividade de cerca de 3 toneladas de óleo por hectare no norte da Alemanha (FRIEDRICH, 2004).



Depois da União Européia, os Estados Unidos são os maiores produtores de biodiesel do mundo, contando atualmente com 176 usinas de biodiesel em operação, que totalizam uma capacidade produtiva de aproximadamente 2,61 bilhões de galões por ano. Existem ainda 39 projetos de construção ou ampliação em andamento. O óleo de soja é a matéria-prima para mais de 90% do volume produzido, seguido pelo algodão, com cerca de 5% (NBB, 2007).

É bastante difícil prever o comportamento da produção de biodiesel no mundo para os próximos 10 anos. Apesar da liderança européia, ganha destaque internacional o volume de produção planejado pelo governo brasileiro, especialmente os planos de diversificar o suprimento com óleos de mamona e dendê. China e Índia vêm voltando esforços para estabelecer o pinhão-manso como matéria-prima, enquanto outros países do sudeste asiático focam em diesel de óleo de palma e coco (OCDE, 2006).

Em recente relatório do Departamento de Agricultura, o governo americano busca traçar o comportamento da produção de biodiesel até 2017 (figura 4). A União Européia determinou que até 2020 os biocombustíveis respondam por, no mínimo, 10% da sua matriz energética de transportes. A região, contudo, não tem capacidade de suprimento suficiente para tal e portanto será necessário importar matéria-prima ou mesmo biodiesel. Rússia e Ucrânia vêm aumentando sistematicamente sua produção de colza para atendimento a esta demanda. Quanto ao Brasil, relatório do governo americano prevê que a produção permaneça baseada em óleo de soja e concentrada no Centro-Oeste, substituindo-se localmente o diesel fóssil geralmente transportado a partir do litoral (USDA, 2008).

2.4. Cadeia Produtiva de Biodiesel no Brasil

A capacidade total de produção de óleos vegetais no país é de aproximadamente 155.000 toneladas por dia, considerando-se tanto as unidades em atividade quanto as paradas. O estado com maior participação no total nacional é o Paraná com 22,6%, seguido por Rio Grande do Sul (16,6%) e Mato Grosso (16,0%) (ABIOVE, 2009). A figura 5 ilustra a distribuição geográfica das unidades existentes no país. O parque industrial de esmagamento no Brasil está voltado basicamente para extração de óleo de soja e reflete o desenvolvimento desta cadeia produtiva, sendo a realidade bastante diferente para outras oleaginosas.

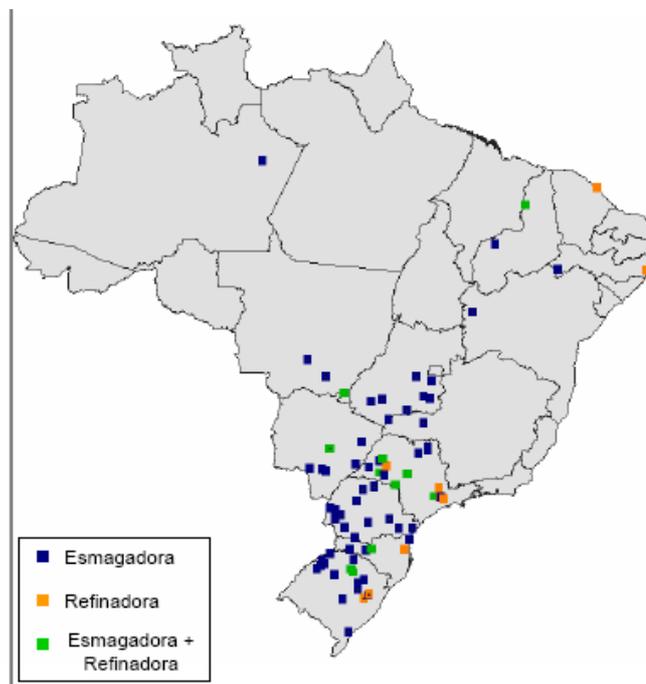


Figura 5: Localização de esmagadoras e refinadoras de óleo. Fonte: COOPEAD (2007)

A equipe de técnicos da Petrobras Biocombustível percorreu os principais estados sob influência das unidades da empresa, com a atenção voltada para o mapeamento de indústrias de esmagamento já estabelecidas nas regiões. As informações e as impressões vivenciadas são relevantes e permitem traçar um panorama inicial da situação do parque de esmagadoras na região do semiárido – executando-se o complexo de soja das grandes indústrias. No estado de Minas Gerais, objeto do presente estudo, foram identificadas 5 unidades de esmagamento de grãos, nos municípios de Itacarambi, Montes Claros (2), Espinosa e São Francisco, sendo que apenas duas delas estão em operação atualmente. Três delas foram projetadas para esmagamento de grãos de mamona e duas voltadas à produção de óleo e farelo de algodão.

A oferta de óleos e gorduras para produção de biodiesel apontam atualmente uma utilização concentrada em óleo de soja, com uma oferta de 6,26 milhões de toneladas, e sebo

bovino com 598 mil toneladas anuais (OILWORLD, 2009). De fato, o óleo de soja responde atualmente por 82,2% do volume total de biodiesel produzido no Brasil, seguido pelo sebo bovino (10,7%) (ANP, 2009).

A capacidade instalada para produção de biodiesel no país se mostra bastante superior ao volume efetivamente produzido (Figura 6). São 62 plantas com autorização para operação além de 23 em processo de autorização para novas instalações e 7 para ampliação de unidades existentes, totalizando uma capacidade produtiva acima de 11.000 metros cúbicos por dia (ANP, 2009).

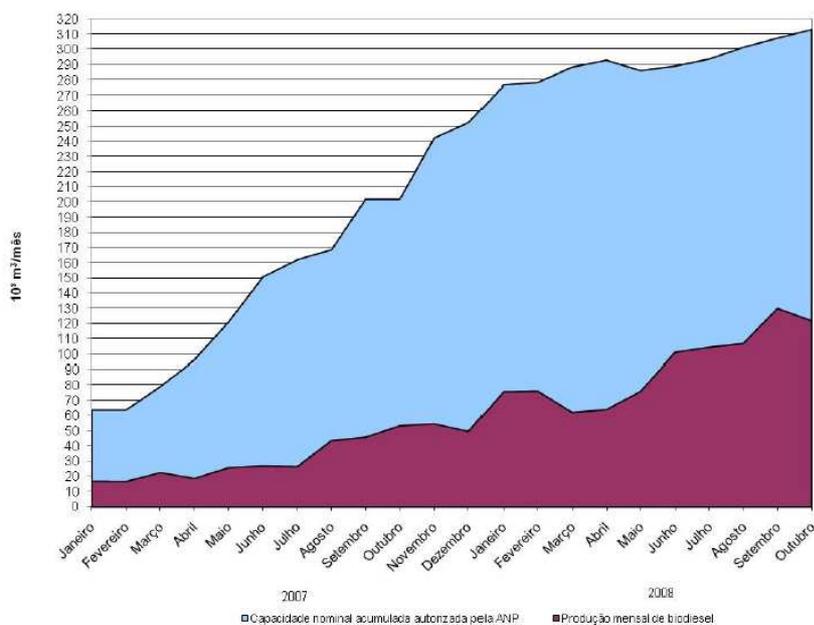


Figura 6: Capacidade nominal e produção de biodiesel no Brasil. Fonte: ANP (2009)

Não é possível estabelecer planejamento e sugerir perspectivas de produção sem que se comentem aspectos relativos ao suprimento de volumes de matérias-primas necessários para sustentar os cenários. No caso do presente estudo isto se torna ainda mais crítico já que a indústria do biodiesel compete com diversos outros segmentos de uso final tais como alimentício, farmacêutico e ricinoquímico, a depender do óleo vegetal em questão.

O suprimento de matérias-primas a partir da agricultura familiar para produção de biodiesel no Brasil vem se estabelecendo com duas oleaginosas: mamona e girassol. O estudo em tela tem como objeto de estudo a primeira e, por conta disso, cabe uma análise sobre a situação do mercado de grãos, óleo e torta de mamona.

2.5. O Mercado de Mamona no Brasil e no Mundo

O país com a maior produção de mamona no mundo é a Índia, respondendo por cerca de 70% do total mundial. Apesar de já ter liderado este mercado no passado, o Brasil é atualmente o terceiro produtor, com aproximadamente 8% da produção no mundo. Os dois países, juntamente com a China, respondem por 94% de toda a produção (Figura 7).

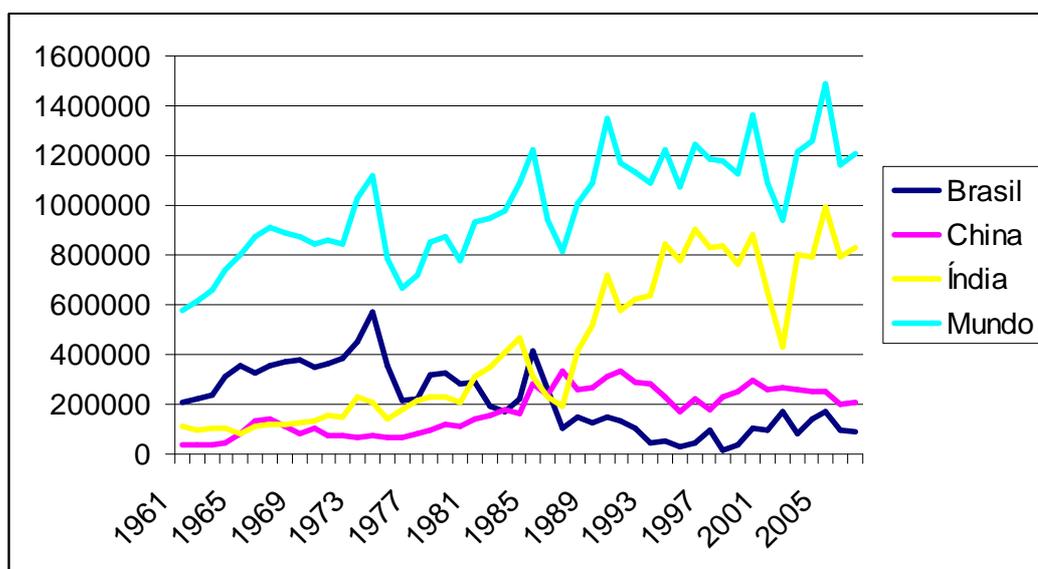


Figura 7: Produção mundial de grãos de mamona, em toneladas. Fonte: FAOSTAT (2009)

De uma maneira geral o mercado mundial de mamona em baga mostra-se muito reduzido, estando restrito a poucos países. Em 2006, por exemplo, o volume de transações realizadas no mercado internacional (exportações) movimentou apenas 20.714 toneladas de mamona em baga, algo que correspondeu a aproximadamente 1,7% da produção mundial. Nesta mesma safra, o Paraguai foi o principal país exportador, respondendo por 30% das exportações mundiais (80% da sua produção voltada para exportação). Observa-se ainda que em 2006 o Brasil importou 6.416 toneladas de mamona em baga (35% das importações mundiais) sendo grande parte desta proveniente do Paraguai e destinada ao processamento por indústrias localizadas principalmente no Estado de São Paulo.

Diferentemente do caso da mamona em baga, o mercado mundial de óleo de mamona atinge cifras significantes. De forma geral, o óleo é consumido em todos os países, sendo o consumo concentrado nos países mais industrializados. A França destaca-se como principal país comprador seguido pela Alemanha, Estados Unidos da América, Japão e China. As importações brasileiras de óleo de mamona são normalmente muito pequenas (0,5% do total mundial em 2004). Em alguns momentos específicos, houve importação de óleo em maior quantidade em regime de *draw-back* e esta matéria-prima foi utilizada para

processamento na indústria nacional visando atender aos contratos externos para fornecimento de derivados.

O Brasil, que já foi, em média, o maior exportador mundial de óleo nos períodos de 1978/1982 e 1983/1987, reduziu significativamente a comercialização de óleo no decorrer dos anos, chegando em 2006 a contribuir com apenas 0,3% das exportações mundiais (FAOSTAT, 2009).

Considerada uma excelente fonte de nitrogênio, a torta de mamona é bastante utilizada como adubo orgânico, com vantagens em relação aos adubos químicos e animais. As principais aplicações são as culturas de café, fumo, laranja, pimenta e cacau. Trata-se de um segmento muito regionalizado (estados nordestinos basicamente), de baixa sofisticação mercadológica e com um perfil de negociação preferencialmente FOB (comprador retira na fábrica do vendedor).

O óleo de mamona tem a ricinoquímica como principal mercado, com os seguintes segmentos como principais aplicações: fabricação de ceras, lubrificantes, cosméticos, tintas e vernizes, detergentes, têxteis, fluidos hidráulicos e nylons, embora se tenha notícia de utilizações inovadoras tais como solados especiais para calçados de atletismo e até mesmo a fabricação de próteses humanas. Seu preço é em grande parte regido pelo que acontece na Índia, sendo este país o maior produtor mundial. Tem uma demanda aparentemente estável e com pouco crescimento, em parte pela instabilidade de preços.

A produção brasileira de mamona em baga atingiu o menor nível dos últimos 20 anos em 1998, com apenas 16.000 toneladas (IBGE, 2009). A partir deste ano evidencia-se uma tendência de alta, tendo ocorrido o topo das duas últimas décadas em 2005, claramente influenciado pelo estabelecimento da política governamental de incentivo a esta cultura como matéria-prima para o biodiesel.

Em termos de distribuição geográfica, a Bahia destaca-se como principal estado produtor de mamona, com cerca de 70% do total de 2007, seguido por São Paulo com 15%. Apenas 3% das 113.000 toneladas de baga de mamona produzidas no país em 2007 foram cultivadas no estado de Minas Gerais (IBGE, 2009).