

**STEPHANIE SOARES PODZWATO**

**PROCESSO DE INOVAÇÃO NOS BIOCOMBUSTÍVEIS**

**Monografia apresentada à  
Universidade Federal do Paraná,  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas,  
Departamento de Economia, como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de bacharel no curso de  
Ciências Econômicas.**

**Professor: José Wladimir da Fonseca**

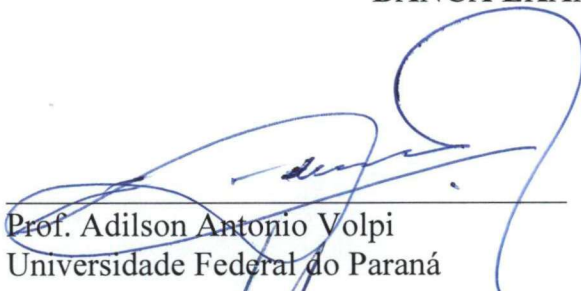
**CURITIBA  
2007**

**STEPHANIE SOARES PODZWATO**

**PROCESSO DE INOVAÇÃO NOS BIOCOMBUSTÍVEIS**

Aprovado em 20 de novembro de 2007.

**BANCA EXAMINADORA**

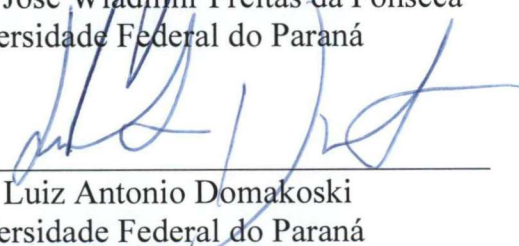


---

Prof. Adilson Antonio Volpi  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca  
Universidade Federal do Paraná



---

Prof. Luiz Antonio Domakoski  
Universidade Federal do Paraná

**CURITIBA**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela proteção, compreensão e por todas as graças recebidas em mais uma etapa realizada.

Em especial à minha família responsável pela minha formação pessoal e que com carinho, doçura e bom humor propiciaram um ambiente harmônico para a realização desse trabalho e de outras caminhadas.

Aos amigos que colaboraram para a realização desse trabalho com o apoio efetivo e moral, auxiliando na coleta de materiais, dando idéias e se pondo a disposição para qualquer situação. Amigos que deixarão saudades e amigos que estarão sempre presentes.

Por fim, aos mais importantes para a conclusão dessa jornada, os professores, que compartilharam o seu conhecimento e experiências influenciando na formação profissional e pessoal, em especial ao meu orientador, Professor José Wladimir, que além do auxílio acadêmico, tornou esse processo mais divertido e prazeroso.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	v
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	2
1.1 <b>TEORIA SCHUMPETERIANA</b> .....	2
1.2 <b>TEORIA EVOLUCIONISTA</b> .....	5
1.2.1 <b>Rotinas das firmas</b> .....	8
1.2.2 <b>Conhecimento a partir da história da firma</b> .....	9
1.2.3 <b>Aprendizagem na inovação</b> .....	11
<b>2 OS BIOCOMBUSTÍVEIS</b> .....	13
2.1 <b>O QUE SÃO OS BIOCOMBUSTÍVEIS</b> .....	13
2.2 <b>COMO OCORRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO NO QUADRO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS</b> .....	16
2.2.1 <b>Ciência e técnica</b> .....	16
2.2.2 <b>Industrialização e comercialização</b> .....	19
2.3 <b>O BRASIL E OS BIOCOMBUSTÍVEIS</b> .....	23
<b>3 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA E BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA</b> .....	29
3.1 <b>MAMONA</b> .....	29
3.1.1 <b>Produtividade da mamona</b> .....	30
3.1.2 <b>Componentes técnicos da mamona</b> .....	31
3.1.3 <b>Produção da mamona</b> .....	32
3.1.4 <b>Custos para a produção de biocombustível de mamona</b> .....	33
3.1.5 <b>Benefícios sociais da mamona</b> .....	34
3.2 <b>SOJA</b> .....	35
3.2.1 <b>Produtividade da soja</b> .....	36
3.2.2 <b>Componentes técnicos da soja</b> .....	37
3.2.3 <b>Produção da soja</b> .....	38

3.2.4	Custos para a produção de biocombustível de soja .....	39
3.2.5	Benefícios sociais da soja .....	39
3.3	<b>ANÁLISE DOS PARÂMETROS</b> .....	40
3.3.1	Produtividade .....	40
3.3.2	Componentes técnicos .....	41
3.3.3	Produção .....	43
3.3.4	Custos .....	44
3.3.5	Benefícios sociais .....	45
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA	31
FIGURA 2 – PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA.....	36
GRÁFICO 1 – MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA EM 2005.....	25
TABELA 1 – PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL NA EUROPA NOS ANOS DE 2002 E 2006.....	15
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA.....	32
TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA.....	34
TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA..	37
TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA.....	39
TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS DIFERENTES COMBUSTÍVEIS.....	42
TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA E SOJA NO BRASIL .....	45

## LISTA DE SIGLAS

ANP	AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
ABIOVE	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ÓLEOS VEGETAIS
BNDES	BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
CONAB	COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO
COV	COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS
CO <sub>2</sub>	DIÓXIDO DE CARBONO
CEIB	COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
NOX	ÓXIDO DE AZOTO
OPEP	ORGANIZAÇÃO DOS PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO
P&D	PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
PNPB	PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL
PROCONVE	PROGRAMA DE CONTROLE A POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES
SEAB	SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ
SETI	SECRETARIA DE ESTADO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR
SO <sub>2</sub>	DIÓXIDO DE ENXOFRE
TECPAR	INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ
TJLP	TAXA DE JUROS A LONGO PRAZO

## LISTA DE SÍMBOLOS

R\$	REAIS
US\$	DÓLARES
T	TONELADAS
HA	HECTARES
CM	CENTÍMETRO (S)
M	METRO (S)
L	LITRO (S)



## RESUMO

O presente estudo procura analisar o processo de inovação no quadro dos biocombustíveis. Tal processo ocorre através de investimentos em P&D (pesquisa e desenvolvimento) e da aplicação de novas técnicas desenvolvidas que quando empregadas e integradas aos vários agentes do processo produtivo possibilitam o desenvolvimento das firmas. Neste sentido, procurou-se, em um primeiro momento, analisar o processo de inovação sob o ponto de vista teórico assim como a sua aplicação nos biocombustíveis e em especial nas experiências brasileiras, sendo observada as etapas dos processos de P&D, da industrialização e comercialização desses combustíveis biológicos. Buscou-se em um segundo momento, fazer uma análise comparativa entre o desenvolvimento do óleo de mamona e do óleo de soja, através da produtividade das plantas, qualidade dos óleos, custos de produção dos biocombustíveis e benefícios sociais gerados pela produção a fim de verificar qual dessas oleaginosas é mais rentável como princípio ativo do biodiesel no Brasil.

## **ABSTRACT**

*The present study seeks to analyze the process of innovation in the stage of biofuels. The procedure happens through investments in R&D (research and development) and through the application of new techniques that when applied and integrated to many procedures make the firm development possible. In that case, in a first moment sought to analyze the process of innovation from a theoretical point of view, as well as, its application in biofuels special to Brazilian experiences being observed the stages of the process of research & development of industrialization and commercialization of these biological fuels. In a second moment, to make a comparative analysis between the castor oil and the soybean oil, through the productivity of plants, quality of oils, the cost of production of biofuels and social benefits generated by production in order to verify which of these oleaginous is more profitable like active principle of biofuel in Brazil.*

## INTRODUÇÃO

A obtenção de energia é fundamental para o desenvolvimento das economias, pois ela é importante para os indivíduos e para as indústrias realizarem as suas atividades. Sendo assim os combustíveis que fornecem essa energia são de grande importância para a economia.

Nesse sentido essa pesquisa monográfica visa observar como ocorre o uso da inovação dos biocombustíveis e os seus efeitos na economia brasileira. O objetivo é analisar os processos de inovação tecnológica no caso dos biocombustíveis assim como as suas vantagens.

Espera-se encontrar informações que apontem os biocombustíveis como uma alternativa aos combustíveis fósseis, que tenham vantagens ambientais, sociais e econômicas.

Para melhor entender esse processo de inovação será analisado no primeiro capítulo os principais aspectos da teoria schumpeteriana e da teoria evolucionista.

No segundo capítulo será focado o caso dos biocombustíveis, sua história, técnicas, como ocorre a sua inovação, a importância de P&D para o seu processo produtivo e demais características técnicas.

Por fim, no terceiro capítulo será apresentado um estudo comparativo entre duas oleaginosas (mamona e soja) com a finalidade de descobrir a viabilidade econômica de cada uma como matéria-prima para a produção de biocombustíveis.

## 1 REFERENCIAL TEORICO

Este capítulo procura apresentar o fenômeno da inovação a partir de duas teorias, primeiro a teoria schumpeteriana e depois a teoria evolucionista.

Schumpeter é um dos precursores e principais representantes do estudo das inovações tecnológicas, ele mostra como as inovações podem romper com o fluxo circular e com a estagnação e levar ao desenvolvimento das firmas e da economia. A teoria evolucionista pode ser usada amplamente para analisar o processo de inovação tecnológica. Ela internaliza o processo de inovação, mostrando que a aplicação do acúmulo de conhecimentos em processos dinâmicos aumenta o desempenho de uma empresa, melhorando o processo produtivo e também demonstra como ocorre esse acúmulo de conhecimento e o processo de inovação.

### 1.1 TEORIA SCHUMPETERIANA

Em 1911 Joseph Alois Schumpeter publicou a sua obra “Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico”, mostrando o papel do desenvolvimento científico nas indústrias e na economia em geral. Essa obra é de grande importância no estudo das inovações tecnológicas, para essa pesquisa essa obra é fundamental e utiliza-se a sua edição de 1982.

No seu estudo sobre o desenvolvimento das firmas ele distingue invenção de inovação. Invenção é a descoberta de algo que enriquece o conhecimento, porém não apresenta o aspecto econômico por si só. Já inovação é a aplicação de novos recursos na produção visando o lucro, e essas inovações que são o motor do desenvolvimento capitalista. E sobre essas inovações que se alicerça o seu trabalho.

Outra caracterização importante realizada por Schumpeter em seu livro *Business Cycles* (1939) é a função do empresário, o seu papel na inovação. O empresário é a figura empreendedora fundamental, pois é ele que consegue realizar o empreendimento, ele é caracterizado por sua função e não pela posse do capital, é um inovador. Caso o empresário não disponha do capital necessário ele recorrerá ao crédito bancário para consegui-lo. Quem fornece esse crédito é chamado de

capitalista enquanto o empresário reúne todos os fatores necessários e propicia o processo de inovação.

Segundo ele na economia se supõe um estado organizado comercialmente, com propriedade privada, divisão do trabalho e livre concorrência. Neste caso se as mudanças forem apenas adaptativas, se adequando às oscilações e ao crescimento demográfico, há uma tendência ao equilíbrio geral entre os agentes econômicos, não havendo desenvolvimento, apenas equilíbrio estático. Esse sistema em que a atividade econômica é a mesma e se repete continuamente é denominado de economia em fluxo circular. Para romper esse fluxo circular e alcançar o desenvolvimento deve ocorrer uma inovação na produção que seja imposta de dentro do capitalismo alterando o equilíbrio e levando a uma reorganização da atividade econômica (SCHUMPETER, 1982.) Essa idéia de constantes desequilíbrios que geram as alterações necessárias para o processo foi absorvida mais tarde pela teoria evolucionista.

Para SCHUMPETER (1982) a inovação é a realização de novas combinações de tecnologia pela firma, porém essas combinações devem ser internas e não exógenas à firma. Essas inovações são classificadas pelo autor em cinco tipos:

- A introdução de um novo bem, ou qualidade dele;
- A introdução de um novo método de produção;
- A abertura de um novo mercado;
- A abertura de uma nova fonte de oferta de matérias-primas, ou de bens semi-manufaturados e
- O estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria

A introdução de qualquer um dos tipos de inovação pode ser chamada de empreendimento (SCHUMPETER, 1982). Essas inovações trariam vantagens na produção de um determinado bem, assim as empresas poderiam obter lucros mais significativos.

Sendo assim, os biocombustíveis podem ser caracterizados como um empreendimento. Eles se encaixam nas cinco categorias de inovação. A começar como sendo uma nova fonte de oferta de matérias-primas, mesmo que não utilizem as mesmas máquinas e equipamentos para a produção do produto final, as matérias

biológicas surgem como uma opção aos insumos petroquímicos, um agricultor pode utilizar um combustível biológico, muitas vezes de fabricação própria, ao invés de diesel para por em funcionamento a sua máquina e com isso reduzir custos, sendo ele uma nova fonte de matéria-prima.

Como os biocombustíveis são distintos dos petrocombustíveis, eles podem ser classificados também como um novo bem, por exemplo o uso de álcool nos veículos automotivos é um concorrente ao uso de diesel ou gasolina e apresenta diferentes características, vantagens, preços e propriedades, sendo um bem diferente dos combustíveis fósseis. Tanto como matéria-prima quanto como novo bem, a inovação do biocombustível influencia o surgimento de uma nova organização industrial, com a introdução de um novo método de produção, o qual utiliza uma tecnologia diferente com aplicação de um trabalho diferente para a produção de combustíveis. Para atender a produção desse novo bem é necessário que surjam novas empresas, especializadas na sua produção e com a tecnologia desenvolvida para isso. Novas usinas surgiram para a produção desse bem e outras se adaptarão para poder produzi-lo corretamente. Contudo, o aumento do enfoque dado aos biocombustíveis se deve em especial pelas questões ambientais que tomam cada vez mais importância e pela iminente escassez de petróleo, portanto, o que incentiva a produção dos biocombustíveis é a sua demanda, ou seja, a abertura de mercado que ocorreu para esses produtos recentemente. A utilização dos produtos como insumos e nova fonte de matéria-prima também cria uma demanda por biocombustível o que abre um novo mercado consumidor e produtor.

Nessa teoria a economia é considerada competitiva, o que significa dizer que o empresário que alcançasse a inovação pioneiramente poderia obter lucros empresariais devido a ela, e aquele que não a alcançasse seria eliminado do mercado. Para Schumpeter algumas empresas se dedicam a obter as inovações tecnológicas enquanto outras se satisfazem, devido ao menor custo, em imitá-las.

Assim na Teoria do Desenvolvimento Econômico de SCHUMPETER (1982) três fatores são fundamentais para o desenvolvimento econômico: as inovações tecnológicas, a figura do empresário e o crédito bancário.

Essa teoria trouxe novos estudos e serviu de base para novas teorias, como é o caso dos neoschumpeterianos e da teoria evolucionista que segue a mesma linha da teoria schumpeteriana.

A principal diferença para a teoria evolucionista é que nela o requisito para a inovação está especialmente no poder do mercado e não somente no tamanho da firma.

Mesmo com a grande importância que Schumpeter teve para o desenvolvimento das ciências econômicas como um todo, aqui foram vistos suas idéias gerais sobre o processo de inovação. Para completar o estudo desse fenômeno será analisada uma outra teoria sobre inovação tecnológica, a teoria evolucionista de Nelson e Winter, com a qual se aprofundará este estudo, incorporando novos conceitos e acepções.

## 1.2 TEORIA EVOLUCIONISTA

A teoria evolucionista foi em parte influenciada pela teoria schumpeteriana, porém ela internaliza o processo de inovação captando sua característica de transformar as estruturas. Nelson, Winter e Dosi são alguns dos principais representantes desta teoria.

Essa teoria se mostra eficiente para o trabalho proposto, pois ela abrange importantes aspectos do processo de inovação.

O modelo de NELSON e WINTER (1982) considera a firma como uma entidade que através das técnicas de produção e de seus processos dinâmicos determinam o seu comportamento e resultados através da acumulação de conhecimentos. Para eles a mudança econômica parte da racionalidade limitada dos agentes aliada às incertezas. As incertezas, assim como o progresso da empresa durante o tempo, não são analisadas pela teoria ortodoxa, devido a isso essa teoria é tão fortemente criticada pois seus pressupostos muitas vezes não são condizentes com a realidade observada.

A teoria evolucionista se contrapõe em vários aspectos à teoria neoclássica, porém à parte que nos é de interesse principal diz respeito ao processo de inovações tecnológicas.

A tecnologia é fundamental para o desenvolvimento econômico. A inovação da tecnologia rompe as técnicas antigas e aprimora o processo produtivo. O resultado dessa inovação é mais fortemente identificado na produtividade do trabalho. Para SCHUMPETER (1982) a inovação pode ser a criação de uma nova

técnica, ou máquina que rompe com um paradigma, ou acresce novas qualificações à estrutura já existente. Para Nelson e Winter a inovação surge do acúmulo de conhecimento obtido pela firma que muda a sua estrutura.

As empresas inovam para aumentar o seu desempenho. Essa inovação traz vantagens às empresas, pois ou aumentam a produtividade, ou reduzem os custos permitindo uma margem de lucro mais elevada ou até mesmo um ganho de mercado consumidor. As empresas (usinas) de biocombustíveis são um exemplo disso na medida em que desenvolvem seu produto final a partir de um longo processo de acumulação de conhecimento, esses conhecimentos são organizados para que a firma produza de maneira mais eficiente. Desde o desenvolvimento das suas técnicas de produção até a o momento da distribuição do produto, os conhecimentos adquiridos são importantes para o desenvolvimento da firma e para a abrangência de mercado consumidor.

As atividades de inovação são etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que conduzem ao desenvolvimento da firma. Algumas dessas atividades são em si inovadoras, porém outras são apenas referentes a implantações das inovações. Isso nos remete a Schumpeter, pois uma inovação não implementada seria apenas uma “invenção”.

Para NELSON e WINTER (1982, p. 51), “Os economistas reconhecem atualmente que o avanço técnico é uma força central subjacente a uma grande variedade de fenômenos econômicos: o crescimento da produtividade, a concorrência entre firmas, os padrões do comércio internacional de bens manufaturados e outros”. É este avanço tecnológico que explica o crescimento do produto por trabalhador.

A abordagem evolucionista vê a inovação como um processo dependente da trajetória, por meio do qual o conhecimento e a tecnologia são desenvolvidos a partir da interação entre vários agentes e fatores. A estrutura dessa interação afeta a trajetória futura da mudança econômica. Através da inovação, novos conhecimentos são criados e difundidos, expandindo o potencial econômico para o desenvolvimento de novos produtos e de novos métodos produtivos de operação. Essas melhorias dependem não apenas do conhecimento tecnológico, mas também de outras formas de conhecimento que são usadas para desenvolver inovações de produto, de processo e organizacionais. Os tipos



específicos de inovação podem diferir muito com relação a seus impactos sobre o desempenho da empresa e sobre a mudança econômica. Por essa razão, é importante saber identificar a implementação e os impactos dos diferentes tipos de inovação.

Um exemplo da inovação dependente do processo de mudança de trajetória ocorre com os combustíveis. A economia mundial é muito dependente dos combustíveis fósseis (transportes, obtenção de energia, funcionamento de máquinas, entre outros) e na década de 70 cresceu o número de previsões pessimistas sobre a disponibilidade de petróleo no mundo. O Clube de Roma<sup>1</sup> estimou que até 2000 o mundo sofreria de uma crise de escassez do petróleo. O fato não se confirmou, porém o problema das fontes petrolíferas serem recursos não renováveis permanece e a sua escassez ainda causa preocupações na economia. Além da escassez os combustíveis fósseis ainda preocupam pelo fator ambiental, pois são responsáveis pela emissão de grande parte do CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera anualmente, causadores do aquecimento global. Esses dois aspectos geram uma mudança de trajetória, pois além de incentivar as novas tecnologias para a exploração do petróleo, estimula a sociedade a realizar uma transição menos brusca para novas fontes de energia e combustível, fontes essas alternativas, mais limpas e renováveis, como os biocombustíveis.

Na obra *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*, de NELSON e WINTER (1982) eles identificam algumas características importantes para o processo de inovação. Essas características são:

- as rotinas das firmas;
- o conhecimento a partir da história da firma e
- a aprendizagem na inovação

Essas características serão exploradas com mais afinco e de acordo com a teoria evolucionista a seguir.

---

<sup>1</sup> O Clube de Roma é uma organização internacional independente formada por pessoas ilustres que busca analisar os problemas chave da humanidade.

### 1.2.1 Rotinas das firmas

Uma característica do modelo que auxiliará na explicação do processo de inovação é a definição e o uso do termo rotina. Segundo NELSON e WINTER (1982) rotinas são padrões repetidos de atividades, regulares e previsíveis, que determinam o comportamento das firmas. Essas rotinas abrangem desde as tarefas cotidianas de um funcionário individual, até aquelas mais complexas e coletivas:

Utilizamos esse termo para incluir características das firmas que variam de rotinas técnicas bem especificadas para a produção de coisas, procedimentos para contratações e demissões, encomendas de novos estoques, ou aumentar a produção de itens de alta demanda, até as políticas relativas ao investimento, à pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou publicidade, e estratégias empresariais relativas à diversificação da produção e ao investimento no exterior. (NELSON e WINTER, 1982, p.32).

Sendo assim as rotinas abrangem todos os componentes de uma firma, sendo elas que determinam as ações da empresa em um momento, definindo suas funções e como agir diante de variáveis exógenas à firma, e até mesmo controlando as tomadas de decisões. NELSON e WINTER (1982) definem três tipos principais de rotinas diferenciando técnicas de produção dos procedimentos de escolha.

As primeiras são as características operacionais, que determinam o comportamento da empresa em curto prazo, ou seja, relaciona as atividades da firma com os seus fatores de produção inalterados em um curto período. Outras relacionam-se com a variação do estoque de capital da firma por período, e por ultimo há as rotinas que são capazes de alterar as características da firma (análise de mercado, pesquisa e desenvolvimento, etc) no longo prazo.

Sendo assim a rotinização é importante para a inovação tecnológica, pois é a maneira pela qual a firma guarda o seu conhecimento, e a melhor maneira de armazená-lo é através da prática, da aplicação desse conhecimento, e isso pode ser feito pela repetição das rotinas dos funcionários, assim como a capacidade de decidir o que fazer, quando e como.

Este processo de rotinização pode ser visto nas firmas de biocombustíveis. Há o conhecimento das suas técnicas de produção, porém elas estão em constante transformação e aprimoramento, sendo através de pesquisas ou troca de informações, para buscar melhores resultados. O armazenamento e uso desse conhecimento desenvolve as rotinas para a produção dos biocombustíveis que são

desenvolvidos nas firmas ou que são aplicados para a busca de novas soluções em matéria de combustíveis renováveis.

Para a teoria evolucionista a questão primordial não é se, ou como, as firmas maximizam os lucros, mas o que elas fazem, como se caracterizam as rotinas, as tomadas de decisões. O fundamental é compreender o comportamento das firmas e como elas se modificam com o tempo. A inovação exige uma mudança de rotina ao longo do tempo

### 1.2.2 Conhecimento a partir da história da firma

O conjunto de produção de uma firma, e de suas possibilidades de produção, é caracterizado pelo conhecimento. A teoria neoclássica mostra esse conhecimento como o saber fazer, sendo uma técnica, e o conhecimento tecnológico. O primeiro não pode ser registrado (a menos que seja concretizado em uma ferramenta ou objeto), já o último é mais operacional, pode ser consultado e armazenado. Uma empresa ciente da sua estrutura, dos seus funcionários, e de suas atividades precisa de um conhecimento específico para poder definir seu conjunto produtivo (NELSON e WINTER, 1982). Esse aspecto pode ser exemplificado na necessidade do conhecimento específico em uma plantação de cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar é uma planta da qual tudo se aproveita e pode ter várias utilizações como a produção de açúcar, aguardente, álcool (etanol), melado e do bagaço se produz até rações, assim, uma empresa precisa de informações e conhecimento para poder decidir o que é melhor produzir, dentre tantas opções. Até o início da década de 70 se desconheciam a possibilidade de se produzir álcool em grande escala, com o conhecimento da firma e o investimento em P&D (pesquisa e desenvolvimento) isso foi possível. Até 1977 a produção<sup>2</sup> de álcool brasileira era em torno de 650m<sup>3</sup> por usina, com a implantação do Pró-álcool as firmas investiram mais em P&D para suprir as necessidades do mercado e melhoraram os seus processos produtivos produzindo 1.460m<sup>3</sup> no ano seguinte e 11.820m<sup>3</sup> em 1985 devido ao acúmulo de conhecimento.

Para os autores esse conjunto produtivo não é um dado, ele varia durante o tempo e de firma para firma. Uma mudança técnica, um progresso tecnológico pode

---

<sup>2</sup> Dados da UDOP – União dos Produtores de Bioenergia

alterar o conhecimento tecnológico de uma empresa ao longo do tempo. Essa alteração pode ser obtida através de um fator externo ou devido à promoção de pesquisa e desenvolvimento pela empresa. Como cada organização realiza a sua pesquisa elas obtêm resultados diferentes e com isso o conhecimento de uma difere para os das outras, não sendo de domínio público.

Porém, NELSON e WINTER (1982) levantam três questões sobre o conhecimento.

A primeira delas é referente a onde reside o conhecimento. Ele reside na própria firma e não em um indivíduo específico, tampouco na soma do conhecimento dos indivíduos aliado aos das máquinas e instalações. A firma organizada tem o seu próprio conhecimento que é resultante de todas as capacidades adquiridas pelos seus agentes como organização.

A outra questão diz respeito à racionalidade referente aquilo que a firma pode fazer e aquilo que ela não é capaz. A capacidade da firma é limitada pelo seu conhecimento. Contudo essa capacidade está sujeita a mudanças, pode aumentar (através de tomada de decisões, incentivo à P&D, aperfeiçoamento de atividades) ou diminuir (devido a algum efeito exógeno ou resultado mal obtido). Sendo assim as firmas têm uma margem de conhecimento à qual se adaptam, sendo o seu limite indefinido.

O ultimo problema proposto é como se relacionam os conhecimentos das empresas entre elas e em relação à sociedade. Para os autores é ingenuidade, ou preguiça, considerar o conhecimento como dado e igual para todas as firmas, pois cada uma tem seus respectivos métodos, atividades, especialistas, não seria economicamente viável que todos os conhecimentos fossem de domínio público, porém alguns estão dispostos para a sociedade. A empresa pode intensificar suas pesquisa & desenvolvimento ao mesmo tempo que utilizar conhecimento de domínio coletivo. Pode trocar de informações com outras empresas assim como patentear os seus processos. Assim elas são bastante livres para agir de várias maneiras com relação a essas questões.

A capacidade de transferir conhecimento ou copiá-lo está associada com os recursos da empresa, e através das diferenças de conhecimento se aumenta a competitividade entre elas. Por isso se assegura a propriedade desse conhecimento e analisa as estratégias mais eficientes de utilização dos mesmos.

Desta maneira o conhecimento também é característica da inovação e determinante das decisões da firma, de modo a atingir melhores resultados, buscando o crescimento dela, através de investimentos internos ou variáveis exógenas, como troca de informações ou uso do conhecimento coletivo.

### 1.2.3 Aprendizagem na inovação

Outra característica do modelo que auxiliará na explicação do processo de inovação é a identificação da função e utilidade da aprendizagem nos processos de inovação da firma.

A maioria dos economistas tem por definição aprendizagem como um processo de melhorias quantificáveis nas atividades ou nos resultados devido ao uso do conhecimento. Já pelo Manual de Oslo, que é a fonte internacional de diretrizes para coleta e uso de dados sobre atividades de inovação na indústria:

o aprendizado organizacional depende de práticas e rotinas, padrões de interação dentro e fora da empresa, e da capacidade de mobilizar conhecimento tácito individual e promover interações. Tal aprendizado pode ser estimulado por meio de um cuidadoso arranjo de práticas, rotinas e relacionamentos ou através de uma organização mais fluida e flexível na qual os indivíduos são incentivados a desenvolver novas idéias e formas de realizar as tarefas. (MANUAL DE OSLO, 2005, p.39)

Segundo a teoria evolucionista o aprendizado é derivado da capacidade de inovação.

A inovação é endógena aos processos produtivos e competitivos e faz parte dos regimes tecnológicos. Contudo essa inovação não diz respeito apenas à natureza tecnológica da produção, mas também da natureza da organização e as inovações adicionais. Sendo assim a aprendizagem da inovação aliada ao desenvolvimento gera frutos por toda a economia e não apenas aos setores intensivos em tecnologia. Os processos de aprendizagem não se limitam as funções de pesquisa e desenvolvimento, e sim a vários mecanismos e atividades que tem a possibilidade de ser transferido para outros agentes e empresas.

NELSON e WINTER (1982) mostram que o processo de aprendizagem resulta na acumulação de conhecimento pelas empresas, porém ele é dependente, da estrutura, do acesso à informações existente e de atividades estáticas como o desenvolvimento de habilidades para utilizar os equipamentos, da capacidade

tecnológica, de conhecimentos e rotinas e controle de decisões e mudanças. Assim dentro desse processo ocorre a criação de competências para a firma continuamente.

Na análise da realidade fica explícito a grande interação entre as firmas no que diz respeito à aprendizagem e a sua dependência das relações sociais do espaço que as cerca. Outro aspecto é a continuidade desse processo. As empresas estão a todo o momento em aprendizado, obtendo novos conhecimentos através de várias maneiras, mas especialmente por características endógenas a ela, aos seus recursos, suas capacitações e competências incessantemente.

Com a análise da teoria de Schumpeter e dos principais aspectos a teoria evolucionista de Nelson e Winter, tem-se o arcabouço teórico e a explicação dos principais fatores que levam ao processo de inovação. Sendo assim, este estudo monográfico assume ambas as teorias para explicar o processo da inovação no quadro dos biocombustíveis.

Neste sentido no próximo capítulo serão abordados os aspectos tecnológicos no caso dos biocombustíveis. O que eles são, como se caracterizam a fim de serem uma nova tecnologia, ou seja, uma inovação tecnológica capaz de substituir os combustíveis fósseis, a experiência brasileira e demais características desses produtos.

## 2. OS BIOCOMBUSTÍVEIS

O capítulo anterior apontou duas das principais teorias que dão suporte científico ao estudo das inovações tecnológicas, em especial para o caso dos biocombustíveis.

Para melhor analisar as características dos biocombustíveis este capítulo está dividido em três seções. A primeira visa introduzir e apresentar os biocombustíveis, a segunda procura explicar os processos de inovação dos mesmos enquanto a última visa expor as experiências nacionais sobre o tema.

### 2.1 O QUE SÃO OS BIOCOMBUSTÍVEIS

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém de combustíveis fósseis. Esses combustíveis apresentam uma série de problemas, tanto para o meio ambiente, quanto para o homem como para a economia, pois são não-renováveis apresentando o problema da escassez<sup>3</sup>. Além de serem uma fonte não renovável de energia, a degradação ambiental e as doenças (especialmente as respiratórias) causadas por eles atingem grandes proporções.

Como uma alternativa aos combustíveis fósseis, existem os biocombustíveis. Biocombustíveis são matérias biológicas cuja energia liberada em sua combustão é maior do que a utilizada para a mesma. Muitos produtos são combustíveis, mas nem todos podem ser utilizados como fonte de energia para as indústrias e para os automóveis, porém aqueles que podem, como o óleo de soja, de mamona, de dendê, girassol, pinhão manso, o álcool entre outros, seriam uma opção ao uso dos combustíveis derivado de petróleo. Há outras plantas nativas que também apresentam a propriedade de gerar mais energia do que consomem, como o babaçu e a macaúba, porém essas plantas possuem a desvantagem de serem exóticas e por isso o conhecimento sobre elas e a tecnologia para a obtenção de seu óleo ainda é nascente e pouco desenvolvida, não sendo suficiente para a percepção de sua viabilidade econômica.

---

<sup>3</sup> Segundo o Dr. Luiz Pereira Ramos, em entrevista a revista Biodieselbr, a cada ano são queimados 20 milhões de anos em reservas fósseis, e para cada dois litros de petróleo consumidos apenas um litro é descoberto.

Os biocombustíveis surgiram em 1893 junto com o desenvolvimento do motor a diesel pelo Dr. Rudolf Diesel que funcionava eficientemente com o uso de óleo de amendoim, abundante na época. Contudo, o óleo de amendoim foi substituído por combustíveis derivados de petróleo devido ao menor preço desses. Já no Brasil o estudo dos biocombustíveis começou em meados de 1920, pelo Instituto Nacional de Tecnologias, mas ganhou destaque na década de 70 com a criação do Pró-óleo e posteriormente do Pró-álcool com o choque de petróleo.

Os combustíveis biológicos são biodegradáveis e não tóxicos. Quimicamente, o biocombustível é definido como ésteres monoalquílicos de ácidos carboxílicos de cadeia longa derivados de fontes lipídicas renováveis. A sua produção pode ser obtida com várias matérias-primas, como óleos vegetais, gorduras animais, gorduras residuais. Podem também ser utilizados puros ou misturados com outros combustíveis de origem fósseis, no caso do biodiesel, por exemplo, quando o diesel biológico é misturado ao diesel convencional usa-se a nomenclatura Bx para indicar a porcentagem da mistura. Assim uma composição B5 indica que há 5% de biodiesel no combustível, B20 seria 20% e B100 seria biodiesel puro.

Segundo ROSELI FERRARI (2003), em seu estudo sobre o biocombustível de soja esses óleos biológicos podem ser produzidos através de um processo de craqueamento, esterificação ou o mais comum o de transesterificação, o qual é relativamente simples e produz um biocombustível com as propriedades similares ao óleo diesel, e que pode ser usado nas mesmas máquinas que esse, como se verifica no caso dos veículos automotivos com motor "flex".

Outra característica dos biocombustíveis é a sua vantagem ambiental em relação aos combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel, no que tange a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, além deles serem recursos renováveis. A Comissão das Comunidades Européia elaborou em 21 de setembro de 2005, em Bruxelas, um comunicado ao Conselho e ao Parlamento Europeu (COM (2005) 446 final) onde havia uma estimativa que se fosse misturado 20% de biocombustíveis (B20) aos derivados de petróleo haveria uma redução, em relação aos níveis de 2000, das emissões em 82% de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), 60% de



óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>)<sup>4</sup>, 51% de compostos orgânicos voláteis (COV) e 27% de amoníaco. E isso traria uma redução de 10% dos casos de mortalidade devido ao ozônio, redução da deposição de ácidos nas zonas florestais e nas águas doces superficiais em 74% e 39% respectivamente. Todos esses gases oriundos da combustão dos combustíveis petroquímicos são um dos responsáveis pelo efeito estufa e aquecimento global. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido na natureza tem duração de 50 a 200 anos e é responsável por 64% do efeito estufa. Sendo assim, a poluição, o desmatamento, e outras degradações ambientais põem em risco a sustentabilidade do planeta.

O total de biocombustíveis produzidos na Europa já ultrapassa um bilhão de litros por ano, tendo crescido à taxa anual de 30% entre 1998 e 2002. O maior produtor mundial de biocombustíveis é a Alemanha, responsável por mais da metade da produção europeia desses combustíveis e que possui centenas de postos que vendem o biodiesel puro (B100), com plena garantia dos fabricantes de veículos. Geralmente cada região produz o biocombustível mais apropriado para as suas condições climáticas, na Europa o uso mais comum é da colza<sup>5</sup>, já nos Estados Unidos é utilizado o óleo de milho e de soja, o Brasil apresenta uma maior variedade de óleos de plantas nativas e uma grande área para a sua produção, o que cria uma vantagem interessante de exportação para esses mercados crescentes.

TABELA 1- PRODUÇÃO DE BIOCMBUSTÍVEL NA EUROPA NOS ANOS DE 2002 E 2006

PAÍS	PRODUÇÃO EM 2002 (t/ano)	PRODUÇÃO EM 2006 (t/ano)
ALEMANHA	450.000	2.662.000
FRANÇA	360.000	743.000
ITALIA	210.000	447.000
INGLATERRA	3.000	192.000
AUSTRIA	25.000	123.000
DINAMARCA	10.000	80.000

FONTE: European Biodiesel Board

<sup>4</sup> Quando utilizado mistura de biocombustível ao diesel convencional em pequenas quantidades ocorre um aumento dos óxidos nitrogenados (NO<sub>x</sub>) que causam doenças nas vias respiratórias.

<sup>5</sup> A colza ou couve-nabiça é mais conhecida como canola. O azeite extraído das suas sementes, em estado natural contém ácidos tóxicos quando em altas doses, porém uma variedade com menor nível de ácido foi obtida no Canadá e denominada de canola, uma redução da expressão "Canadian oil, low acid" (azeite canadense de baixo teor ácido), e essa denominação se ampliou para todas as variedades de colza

## 2.2 COMO OCORRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO NO QUADRO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Através da teoria evolucionista tem-se que a inovação é o acúmulo de conhecimento obtido por uma firma que é capaz de transformar as estruturas da mesma. Assim se rompe com as antigas técnicas e se tem um aprimoramento do processo produtivo e um aumento do desempenho da firma, pois há aumento de produtividade e/ou redução de custos o que permite maior margem de lucro. Naquela teoria o processo de inovação não se faz sem o processo de aprendizagem das firmas que acumulam conhecimento através do conceito de rotinas.

O processo de aprendizado está relacionado com o conhecimento externo a empresa. As empresas devem incentivar a absorção desse conhecimento para utilizá-lo de forma a obter benefícios e desenvolver a produção de inovações.

A inovação depende da interação entre vários agentes. Segundo Nelson e Winter as atividades de inovação ou implementação da inovação são etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que levam ao desenvolvimento da empresa, ou seja, é preciso que haja a integração entre a ciência, a tecnologia, as firmas (indústria) e o processo dinâmico da economia.

Para que haja a inovação é preciso transferir para a indústria o trabalho realizado pela ciência, através das pesquisas e das novas técnicas. Assim ocorre a interação dos agentes, cientistas desenvolvem as técnicas, empresários as põem em prática e comercializam um produto e o mercado o consome. Sendo assim os biocombustíveis são exemplos de inovação, pois as técnicas criadas por pesquisadores (craqueamento e transesterificação) para a alteração dos óleos vegetais a fim de os tornarem mais propícios ao uso como combustível são implementadas nas usinas pelos empresários para a produção desses combustíveis que são distribuídos e comercializados por outros setores satisfazendo o seu mercado consumidor.

### 2.2.1 Ciência e técnica

O uso das biomassas para a produção de combustíveis trouxe vantagens econômicas tanto para as firmas quanto para a sociedade. Muitas firmas adaptaram

seus motores para o uso do combustível biológico, muitos agricultores também, e isso além de mudar a estrutura da firma reduz custos e aumenta os resultados da empresa.

Os custos para o desenvolvimento das inovações determinam o seu ritmo de crescimento através de investimentos em pesquisas.

Os biocombustíveis podem ser considerados como uma tecnologia nova, sobre a qual muitos estudos já foram realizados, porém não há o total domínio de todas as suas técnicas, nem a certeza de que as técnicas existentes funcionem para todas as biomassas.

A ciência é a análise dos fenômenos do mundo, sendo constantemente estudada e revisada e podendo ser modificada. Um bom exemplo de como a ciência também se mantém em discussão e evolução é a aceitação por muitos anos da teoria do geocentrismo (teoria na qual a Terra era considerada o centro do universo), somente mil anos depois, com Nicolau Copérnico, se sustentou a teoria do heliocentrismo, na qual os planetas giravam ao redor do sol, pondo a antiga teoria à prova. Sendo assim o conhecimento descoberto pode tanto ser revisado e também ser determinante para tomadas de decisões gerando melhorias, pois a ciência é um processo contínuo e gera mais ciência.

O Brasil desenvolve pesquisas sobre biocombustíveis há quase meio século e foi um dos pioneiros ao registrar a primeira patente sobre o processo de produção de biocombustível, em 1980. Essa patente, registrada a partir de estudos, pesquisas e testes desenvolvidos na Universidade Federal do Ceará, nos anos 1970, expirou sem que o Brasil utilizasse preferencialmente desse combustível. Apesar disso, o conhecimento desses estudos foi utilizado e o país já dispõe de conhecimento tecnológico suficiente para iniciar e impulsionar a produção de biodiesel em escala comercial, embora deva continuar avançando nas pesquisas e testes sobre esse combustível, de forma a ampliar a competitividade do produto.

O campo dos biocombustíveis vem em ascensão, segundo o PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL (2005, p. 22):

A dimensão e a diversidade do mercado para o biodiesel permitirá a ampliação do parque industrial em todo o país, possibilitando o surgimento e a evolução de novas empresas no setor e de diversas soluções inovadoras com padrão de qualidade elevado e tecnologia de

ponta. A regulamentação vigente cria a figura do produtor de biodiesel, estabelece as especificações do combustível e estrutura a cadeia de comercialização.

A maior parte das pesquisas sobre os biocombustíveis é realizada por entidades públicas como universidades, laboratórios, centros de pesquisa, órgão governamentais como a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o Ministério de Minas e Energia e estatais como a Petrobrás. As entidades privadas também participam das pesquisas, mas em menor grau, e elas geralmente buscam objetivos diferentes, como os lucros, e não a pesquisa pelo desenvolvimento da ciência em si. O que ocorre também, é que por muitas vezes as verbas das pesquisas realizadas por órgãos públicos é de origem de empresas particulares, e essas parcerias estado - empresa privada facilitam a aplicação das inovações na produção de bens.

Outro fator importante para o desenvolvimento do estudo dos biocombustíveis é a integração entre a ciência e os demais agentes. Sendo um dos aspectos importantes da ciência a sua aplicação no campo prático. Assim é importante o pesquisador e que os resultados de sua pesquisa sejam utilizados e incorporados em um produto e que esse seja consumido (o mesmo ocorrendo com os serviços). O conhecimento passa a ser aplicado nos testes, transformando-se em técnicas para aplicação industrial e originando um produto comercializável. Assim quando há parceria entre os diversos setores a cadeia da inovação se completa.

O governo brasileiro incentiva as pesquisas em biocombustíveis através de projetos, programas, como o Pró-álcool e o PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biosiesel), e investimentos nas entidades de pesquisa.

Como já foi dito anteriormente o processo de obtenção dos biocombustíveis é através de duas técnicas principais, a de craqueamento e a de transesterificação. A transesterificação metílica é a mais comum e consiste em um óleo vegetal que associado ao metanol juntamente com um catalisador produz o biocombustível. No caso brasileiro essa transesterificação é etílica devido ao menor custo do etanol em relação ao metanol, o que é outra vantagem visto que o metanol também é um derivado do petróleo. Já a técnica do craqueamento vem sendo desenvolvida pela Embrapa junto com a Universidade de Brasília, mas ainda não está em vias de ser comercializada amplamente, mas será útil para a produção em pequena escala.

No seu artigo “Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil” o Prof. Dr. Luiz Pereira Ramos e a pesquisadora Dra. Helena Maria Wilhelm citam que o uso de óleos vegetais virgens em motores preparados para combustíveis convencionais pode causar algumas desvantagens como o excesso de carbono depositado no motor, a obstrução nos filtros de óleo e bicos injetores, a diluição parcial do combustível no lubrificante e o comprometimento da durabilidade do motor. Isso ocorre em especial devido a alta viscosidade e baixa volatilidade dos óleos quando puros. Para solucionar esse problema pode-se adaptar os motores para funcionarem com os biocombustíveis “in natura”, porém é mais simples adaptar o óleo para funcionar nos motores existentes, tornando as suas propriedades mais adequadas ao uso, melhorando sua qualidade de ignição, reduzindo o seu ponto de fluidez e ajustando a viscosidade. Observa-se aqui uma relação estreita que existe entre a ciência que procura novas soluções para os combustíveis, as técnicas para o tratamento desses novos combustíveis e a indústria que procura de uma forma ou de outra se alinhar a este novo movimento que é o processo de inovação.

Os resíduos obtidos do processo de produção dos biocombustíveis são chamados de co-produtos. Eles são principalmente a glicerina e os sabões e são importantes por dois motivos. O primeiro motivo é o aspecto econômico pois esses co-produtos podem ser utilizados, por exemplo na obtenção de energia, ou comercializados, reduzindo assim os custos de produção dos biocombustíveis. O outro motivo da importância é para evitar as contaminações no biocombustível. Segundo o Prof. Dr. Luiz Pereira Ramos, deve-se reduzir ao máximo a presença desses resíduos no produto principal para assegurar a sua qualidade. A glicerina deve ser evitada porque durante a combustão ela pode se desidratar gerando a acroleína que além de aumentar a ocorrência de depósitos de carbono no motor ainda é um poluente atmosférico perigoso. E os sabões também são prejudiciais, pois podem levar à degradação de componentes do motor.

### 2.2.2. Industrialização e comercialização

Na indústria de biocombustível a principal maneira de se obter a inovação tecnológica é através do desenvolvimento de P&D. As patentes também auxiliam a obtenção de vantagens relacionadas às pesquisas, tornando-as mais viáveis. Essas

pesquisas são obtidas através de parcerias de entidades de P&D e o setor produtivo. Para as empresas, os gastos com P&D não apresentam retorno garantido e tem um certo risco das pesquisas não serem bem sucedidas ou que não tragam retorno econômico. Contudo a possibilidade do sucesso ser alcançado e as vantagens que isso acarretaria faz com que muitas empresas, em geral aquelas com maior capital, invistam no processo de pesquisa e desenvolvimento.

A pesquisa e desenvolvimento está dividida em cinco áreas principais: agricultura, bens de capital, processos produtivos, rotas tecnológicas e co-produtos.

As rotas tecnológicas são a técnicas utilizada, o emprego de um método específico, ou seja, a maneira pelo qual se obtém o produto desejado, por exemplo para a produção de biocombustível tem-se duas principais rotas, a rota tecnológica de transesterificação e a rota tecnológica do craqueamento, que são as técnicas utilizadas na produção de biocombustível. Já os co-produtos são os produtos obtidos juntamente na produção de um bem principal, eles não são o objetivo da produção mas como apresentam empregabilidade, não são considerados um resíduo mas sim um co-produto.

A Embrapa é a principal entidade atuante na área de pesquisa agrícola. No caso dos biocombustíveis são realizadas pesquisas e estudos sobre os zoneamentos climáticos, as variedades dos vegetais, as características do sistema econômico agrícola e linhas de processamento e transformação.

As outras áreas de pesquisa e desenvolvimento normalmente envolvem:

1. Programa de testes e ensaios com motores: responsável por avaliar as possibilidades de aceitação dos motores no aumento da porcentagem dos biocombustíveis misturados nos combustíveis fósseis.

2. Desenvolvimento (otimização) de tecnologia: responsável pela qualidade da produção em laboratório e desenvolvimento de formas mais econômicas de se produzir os biocombustíveis.

3. Destino e uso dos co-produtos (outras substâncias produzidas além do combustível principal): para que sejam garantidas a agregação de valor e criadas outras fontes de renda para os produtores.

4. Caracterização e controle de qualidade do combustível: análise de qualidade, seguindo normas e critérios estabelecidos, do óleo in natura consoantes

de várias oleaginosas. Desenvolvimento de metodologias para análise e controle de qualidade, visando praticidade e economia.

5. Critérios e formas de armazenamento: procurando as condições ideais do armazenamento (tempo máximo, necessidades de aditivos, locais ideais, etc.) do biocombustível e das misturas.

Sendo assim o desenvolvimento de P&D são de extrema importância para a qualidade da produção e para as possíveis inovações obtidas para a produção.

A indústria de biocombustível envolve em especial empresas dedicadas a produção dos mesmos, como, por exemplo, a Petrobrás que já desenvolve projetos para a sua produção. Contudo, outros segmentos e outras indústrias também se utilizam dessa inovação para a produção dos seus bens, pois utilizam os biocombustíveis no funcionamento das suas máquinas e com isso conseguem reduzir custos e diminuir as externalidades causadas no meio ambiente.

O Governo brasileiro não recomenda uma tecnologia específica ou rotas tecnológicas, como se diz tecnicamente, porque essas devem ser adaptadas a cada realidade. Ele apenas estimula o desenvolvimento do biocombustível independente da tecnologia escolhida. Esse estímulo é oferecido por meio de convênios entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e fundações estaduais de amparo à pesquisa, para permitir que possam produzir esse novo combustível a custos cada vez menores, estimulando o aprendizado e gerando um biocombustível cada vez mais competitivo. No caso do biocombustível nacional não faz sentido sugerir por apenas uma rota devido a grande dimensão do território e a biodiversidade brasileira. O mais importante é a produção em si e o investimento em pesquisa e desenvolvimento para que cada vez mais o país se consolide como um importante produtor mundial.

A comercialização dos biocombustíveis, assim como a dos combustíveis fósseis, é regulada pela Legislação brasileira, porém não existe uma lei geral, e sim uma série de decretos e portarias que normalizam esse processo e muitas vezes acabam criando empecilhos para a produção de biocombustíveis. Como foi o caso do Decreto nº. 85.698, de 4 de fevereiro de 1981 voltado para a produção de álcool e que dizia que as unidades que produziam até cinco mil litros por dia deveriam destinar o álcool ao consumo próprio, sendo utilizado apenas nas propriedades do empresário ou de seus cooperados. Dizia ainda que os eventuais excedentes de

produção só poderiam ser comercializados se seguissem o controle de qualidade e comercialização do Conselho Nacional de Petróleo.

Em 2000 a Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP expediu a Portaria nº. 116 para regulamentar os critério de revendedor varejista de combustíveis automotivos. A Portaria determina que a venda varejista pode ser feita somente pelos postos revendedores e esses postos só podem comprar os biocombustíveis de distribuidores autorizados. Decretos e portarias como esta centralizam a comercialização dos biocombustíveis, e dificultam a produção pelos pequenos produtores e em pequenas cidades.

Como os projetos e programas governamentais pretendem estimular a produção de biocombustíveis através da agricultura familiar e a demanda por eles é crescente é necessário que o Congresso discuta uma maneira mais prática e que facilite a regulamentação dos biocombustíveis sem apenas incluí-los nas mesmas medidas que regem a comercialização de petróleo, mas sim, visando a descentralização, a redução dos preços e estimulando a introdução dos combustíveis biológicos na matriz energética nacional, permitindo a participação dos pequenos produtores.

Nesse sentido existe o projeto de Lei nº. 4.080 de 2004 no qual a venda por parte de pequenos produtores diretamente ao consumidor final é permitida assim como aos postos revendedores. A lei prevê também a isenção de tributos federais para os produtores com capacidade de até 30.000 litros por dia, e elege a ANP como órgão fiscalizador e regulamentador dos biocombustíveis. Por fim também há a Lei nº. 11.097 de 13 de janeiro de 2005 que visa introduzir o biocombustível na matriz energética brasileira.

Além de enfrentar dificuldades com a comercialização dos biocombustíveis o produtor precisa obter autorização da ANP, cumprindo os requisitos da Resolução nº. 41/2004, e se registrar junto a Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda.

Outros problemas enfrentados pelos produtores de biocombustíveis segundo a empresa Agropalma (maior produtora de óleo de palma da América Latina, situada no estado do Pará) referente a comercialização dos biocombustíveis são problemas com a logística de transportes pois as longas distâncias geram custos de transportes



assim como a armazenagem longa, a temperatura baixa e até a infra-estrutura nas bases de distribuição.

Sendo assim o governo brasileiro precisa investir em infra-estrutura facilitando a comercialização dos biocombustíveis assim como em pesquisa e tecnologia, para que o processo de inovação seja completo.

### 2.3 O BRASIL E OS BIOCOMBUSTIVEIS

O caso brasileiro mais comum do uso de biocombustíveis é com o álcool oriundo da cana-de-açúcar. Conhecido como etanol ele apresenta várias vantagens, entre elas a relação de 8,3 / 1 entre a energia consumida no processo de produção do combustível e a energia disponibilizada. Outra vantagem é a menor poluição causada em relação aos combustíveis derivados de petróleo e a sua peculiaridade de ser completo, pois produz álcool, açúcar e ainda o vapor do bagaço gera energia elétrica. Contudo esse exemplo apresenta diversas desvantagens como à inflexibilidade do seu refino, o que não permite a independência dos combustíveis fósseis e também a derrubada da Mata Atlântica para aumentar a área de plantio de cana-de-açúcar e a degradação do solo.

O maior plano brasileiro em relação a um biocombustível foi o Pró-álcool, que não conseguiu alcançar a substituição total dos petrocombustíveis, e agora entra em foco novamente devido aos acordos de exportações do etanol, especialmente para os Estados Unidos. O Programa Nacional do Álcool ou Pró-álcool foi criado em 14 de novembro de 1975 pelo decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção do álcool, visando atender as necessidades do mercado interno e externo e principalmente diminuir a dependência do petróleo, reduzindo as importações, que eram um grande peso na balança comercial externa, e reduzindo as divisas externas necessárias para adquiri-lo devido ao aumento dos preços com o choque do petróleo. De acordo com o decreto, a produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar ou de outro insumo deveria ser incentivada através da expansão da oferta de matérias-primas, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras. Um fator que ajudou na substituição da gasolina pelo

álcool foi a queda do preço do açúcar no mercado externo, o que facilitou a mudança da produção de açúcar para a produção de álcool.

Segundo MELO e FONSECA (1981) o Brasil reagiu ao choque incentivando a produção do álcool, não com o intuito de desenvolver esse biocombustível e sim para diminuir a dependência das importações. Com o segundo choque em 1979, quando houve uma drástica redução da produção de petróleo do Irã (que era o segundo maior exportador da Opep - Organização dos Países Exportadores de Petróleo), os preços dispararam de 12 para 34 dólares o barril, acentuando a recessão econômica mundial. A reação brasileira foi à substituição imediata pelo álcool também para diminuir a vulnerabilidade externa e as importações, sem respaldo econômico. Esses fatores aliados a incompatibilidades dos motores da época para o álcool e combustíveis derivados do petróleo simultaneamente foram os principais fatores para que o Pró-álcool não alcançasse o sucesso total.

Contudo, devido à vasta disponibilidade de estudos sobre esse projeto o estudo não será fixado nele, apesar da sua importância.

Durante quase 60 anos, o Brasil desenvolveu pesquisas sobre o biocombustível, promoveu iniciativas para seu uso em testes e foi um dos pioneiros ao registrar a primeira patente sobre o processo de produção de combustível, em 1980. Na década de 90 a Embrapa foi importante nas pesquisas de desenvolvimento dos biocombustíveis. Porém, apesar das pesquisas englobarem todos os biocombustíveis os projetos de produção e desenvolvimento eram geralmente mais voltados para o álcool, felizmente, atualmente, a situação está diferente.

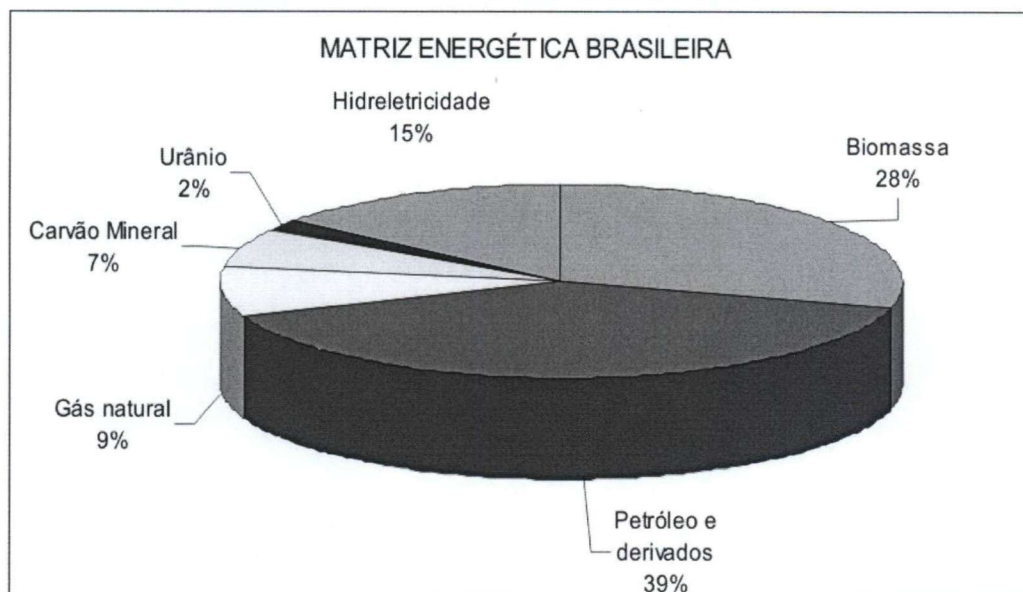
O governo brasileiro tem estimulado a produção de outros biocombustíveis também, com a publicação do Decreto nº. 5.488, que regulamenta a Lei 11.097 de janeiro de 2005. Essa lei visa introduzir expressivamente o biodiesel na matriz energética do Brasil<sup>6</sup>. Pelo artigo segundo fica fixado em 5%, em volume, o mínimo obrigatório de biodiesel a ser misturado ao óleo diesel convencional em qualquer parte do território nacional dentro de oito anos, e um percentual intermediário de 2%, em três anos após a publicação da lei. Nessa lei há a preferência do uso de matérias-primas produzidas através da agricultura familiar. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis fica responsável pela regulação e

---

<sup>6</sup> Ver gráfico 1

fiscalização dessas atividades, protegendo o interesse ao consumidor quanto a preços, qualidade e ofertas. Ela também pode multar as entidades ou interditar os locais que não estiverem de acordo com as regulamentações propostas. Assim o processo de produção e comercialização desses biocombustíveis fica respaldado legalmente e pode ser melhor absorvido pela matriz energética brasileira.

GRAFICO 1- MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA EM 2005.



Fonte: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível 2005

Aliado a essa lei o governo federal brasileiro lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel para implementar a utilização dos biocombustíveis de uma maneira sustentável, que promova a inclusão social e o desenvolvimento de diversas regiões que sejam fonte de matéria-prima, gerando emprego e renda. Nesse programa o governo organizou uma cadeia produtiva definindo formas de financiamento e estruturando bases tecnológicas para o novo combustível.

A CEIB, Comissão Executiva Interministerial, é o órgão responsável pelo monitoramento e implementação do programa. Esse órgão é subordinado a Casa Civil, porém ele é formado por integrantes de treze ministérios, como o da Fazenda, dos Transportes, da Agricultura, do Planejamento entre outros e da Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica da Presidência da República.

O PNPB visa agir em vários campos: na quantificação do mercado, na tributação dos preços, no estudo sobre o crescimento e o tamanho das escalas de produção, na divulgação dos biocombustíveis, nas características ambientais entre

outras. Contudo, uma das principais áreas de atuação será na inclusão social. O programa prevê a necessidade de 1,5 milhões de hectares para a produção de biocombustíveis para satisfazer os 2% de mistura nos combustíveis de petróleo. Essa área representa 1% do total agrícola brasileiro (sem considerar florestas e áreas de pastagem), e a sua produção pode ser obtida com a agricultura familiar que também apresenta um alto potencial de criação de empregos em áreas muitas vezes menos atrativas, como é o caso do semi-árido do Brasil, que poderiam receber mais trabalhadores para a produção desses combustíveis pois a renda é atrativa e a terra pode ser alternada com a produção de outros produtos, e com isso aumentar a inclusão social nacional.

Com o intuito de aumentar esses resultados o programa criou o Selo de Combustível Social, que são medidas que propõem estimular a inclusão social na agricultura. Por exemplo, as empresas ou projetos que tiverem o selo, têm acesso a melhores condições de financiamento pelo BNDES, sendo os empréstimos corrigidos pela taxa de juros a longo prazo (TJLP) e têm direito de concorrência em leilões de compra de biodiesel. Já as indústrias que comprarem suas matérias-primas oriunda da agricultura familiar poderão ter redução de alguns tributos, por exemplo, o biodiesel fabricado a partir de mamona ou palma produzido no norte, nordeste e no semi-árido, pela agricultura familiar tem desoneração do PIS/PASEP e COFINS de 100%.

Sendo assim, o governo federal, utiliza de várias políticas para incentivar a produção e o uso dos biocombustíveis e as suas decisões estão mais voltadas para esse programa que é geral e abrange todo o território nacional.

O Paraná também tem um projeto de incentivo ao uso do biodiesel, o Programa Paranaense de Bionergia. Esse programa criado através do Decreto nº.2101 em 2003 tem por objetivo fomentar ações de pesquisas e desenvolvimento, aplicação e uso da biomassa no Paraná, tendo maior foco no uso do biodiesel na matriz energética do estado. Os objetivos específicos do programa são

produzir óleo vegetal, com baixo custo, visando a substituição do óleo diesel utilizado na propriedade e conseqüentemente diminuindo custos na produção de alimentos e contribuindo com a melhoria do meio ambiente; utilizar pequenas áreas, no período normal de safra ou no período de safrinha ou inverno, para o cultivo de plantas oleaginosas,

visando a produção de biocombustível; utilização de tortas residuais do processo de extração do biocombustível para a alimentação animal ou comercialização; estudar a tecnologia de produção e suas modificações, caracterizar óleos vegetais e o biodiesel com eles produzidos, execução de testes de aplicação do biodiesel puro e de suas misturas com o diesel comum. (YAMAOKA, 2003, p.1)

Através desse programa o governo estadual pretende conseguir realizar inclusão social e gerar emprego e renda em especial para a população rural. Segundo estudo desenvolvido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, para cada 1% de substituição de óleo diesel por biocombustível produzido pela agricultura familiar podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo. Assim para um resultado social mais eficaz a produção e o consumo do biocombustível, não deve ser realizada por agricultura empresarial e sim familiar e também deve ser “descentralizada e não excludente em termos de rotas tecnológicas e matérias-primas utilizadas” segundo Rodrigo Augusto Rodrigues coordenador da Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel.

Além das pesquisas de órgãos como a TECPAR (Instituto de Tecnologia do Paraná), SETI (Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior), SEAB (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná) e universidades o estado ainda ajudará o produtor com a implantação de usinas semi-industriais para a produção do biocombustível, a primeira foi implantada na Cidade Industrial de Curitiba.

Seguindo o exemplo nacional o estado do Paraná procura incentivar as pesquisas e o uso dos biocombustíveis de maneira a diminuir a maior quantidade de problemas possíveis e trazer mais melhorias à população em geral, tanto a agrícola quanto a urbana.

O governo federal juntamente com os governos estaduais e municipais incentivam a organização de agricultores em associações ou cooperativas que possam dar maior escala econômica a produção.

Existem outros projetos de incentivo aos biocombustíveis, como o PROCONVE (Programa de Controle a Poluição do Ar por Veículos Automotores) e o HBIO (novo processo<sup>7</sup> de produção de óleo diesel a partir do processamento de

---

<sup>7</sup> Esse novo processo se caracteriza pela hidrogenação de uma mistura de óleo vegetal e mineral.

óleos vegetais), porém eles são mais específicos e não tem um caráter tão nacional como o PNPB. Esses projetos geralmente são desenvolvidos pelo setor privado ou por entidades, órgãos ou empresas governamentais de várias esferas. Como é o caso do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e da Petrobrás, responsáveis pelos projetos citados acima, que desenvolvem seus projetos e pesquisas no assunto sem necessitar de uma decisão do governo federal em si. É também o caso de vários agricultores brasileiros que desenvolveram maneiras de obter seu biodiesel e o utilizam para consumo próprio, no combustível das suas máquinas e equipamentos, como uma forma de economia e preservação ambiental.

Concluindo este capítulo, mas longe de esgotar o tema, será tratado a seguir de um estudo comparativo, o qual analisará vários aspectos de dois biocombustíveis tentando identificar qual é mais viável economicamente para o Brasil. Esses dois biocombustíveis são a mamona e a soja.

### 3. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA E BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA

No capítulo anterior mostraram-se as características, particularidades e os projetos brasileiros para os biocombustíveis. Procura-se nesse capítulo apresentar um estudo de caso, onde o objeto é a comparação entre duas plantas que são produtoras de biocombustíveis e são abundantes no Brasil. O objetivo é analisar em quais aspectos cada uma se destaca, qual é mais viável economicamente, e qual delas pode atrair mais investimentos. Essas plantas são a mamona e a soja e os aspectos nos quais elas serão analisadas são: produtividade, propriedades químicas, produção, custo de produção e benefícios sociais.

A escolha das plantas para o estudo de caso se deve primordialmente pelo fato que as duas oleaginosas cobrem boa parte do território nacional, se completando. A soja é mais encontrada na região sul, sudeste e centro-oeste já a mamona abrange em geral o território nordestino, assim como o centro-oeste.

Outras características que resultam na escolha da soja e da mamona é o fato delas não serem tão exóticas quanto outras plantas nativas brasileiras, o que facilita a comparação entre elas e também com a produção de outros países. Além de tudo as duas estão bastante na mídia quando o assunto são os biocombustíveis.

#### 3.1 MAMONA

A mamona cujo nome científico é *Ricinus communis L.*, da família das Euphorbiaceae é também conhecida como carrapateira, ricínio ou palma-de-cristo. Ela se caracteriza por ser um planta xerófila e heliófila<sup>8</sup> com arbusto com cerca de 2,5 metros de altura, de cor verde ou avermelhada, de frutos espinhosos, trilocilares e com sementes negras com manchas brancas, lisas e tóxicas (laxativas quando em pequenas quantidades).

A sua origem, ou na Ásia Meridional ou na África, é bastante discutida devido à existência de relatos muito antigos nos dois continentes, assim como a existência de uma variedade muito grande de mamona em ambos. Independente da

---

<sup>8</sup> Xerófila: planta capaz de habitar ambientes muito secos. Heliófila: planta que vive ao sol e não necessita de sombra

sua origem ela é uma planta bastante antiga, pois os antigos egípcios a apreciavam como planta milagrosa assim como os indianos.

A mamona se adapta a diferentes condições climáticas e se propaga facilmente, com isso ela é encontrada em várias regiões do mundo, desde Escócia até no Brasil. No Brasil ela é conhecida desde a época colonial com a vinda dos escravos africanos, e seu óleo também era utilizado pelos portugueses para iluminação e lubrificação dos eixos das carroças, das engrenagens e dos engenhos de cana. Conseqüentemente ela se adaptou perfeitamente ao clima tropical brasileiro e hoje é encontrada por quase todo o território como se fosse uma planta nativa, crescendo em terrenos baldios, beira de estradas ou sendo cultivada para a produção de óleo. A mamona tem grande importância por ser tolerante à seca e o Brasil atualmente é o terceiro país produtor de mamona e apresenta condições de aumentar a sua participação no mercado internacional, pois possui áreas e tecnologias aptas ao seu cultivo.

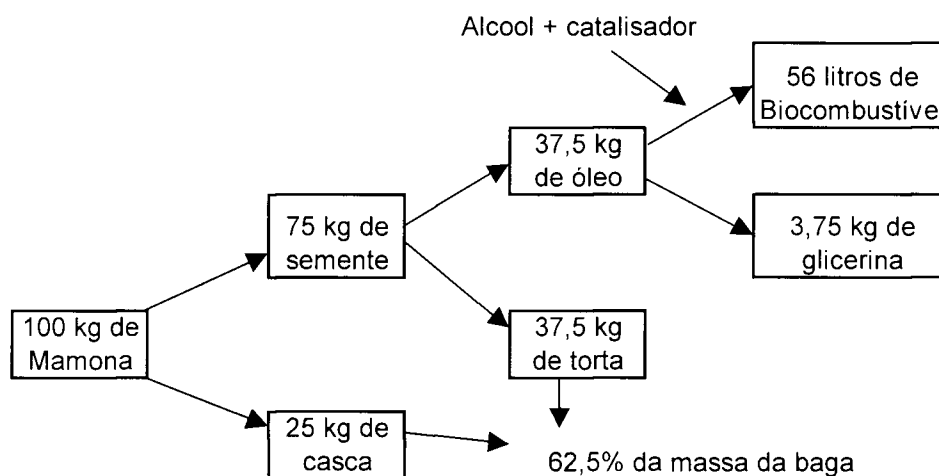
Mundialmente a mamona é cultivada para a exploração do óleo das suas sementes, o óleo de rícino é utilizado para a lubrificação de motores de alta rotação, como purgativo, ou na fabricação de tintas, verniz e plásticos, e a sua torta é utilizada como adubo. Contudo atualmente o óleo da mamona está sendo utilizado também para a produção de combustíveis naturais, e no Brasil não é diferente, e é sobre esses aspectos e características que ela será estudada e analisada.

### 3.1.1 Produtividade da mamona

Segundo o engenheiro agrônomo Maurício Zanotto do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas (na revista Biodieselbr), no caso da mamona no Brasil a planta rende em média de 1 a 2 toneladas de grãos por hectares, e o teor de óleo é elevado representando quase metade do peso da semente.



Figura 1 - Processo de Extração do Biocombustível de Mamona



FONTE: Artigo: Caracterização dos Co-produtos do Processamento do Biodiesel de Mamona para Geração de Energia Térmica e Elétrica

Conforme figura acima, de 100 quilos de mamona adicionados a 7,5 litros de álcool e mais 0,5 kg de catalisador seriam obtidos 56 litros de biocombustível de mamona. Segundo o artigo do qual esse fluxograma foi retirado, os resíduos da mamona podem ser utilizados para a produção de energia térmica e elétrica, reduzindo assim os custos de produção dos biocombustíveis.

### 3.1.2 Componentes técnicos da mamona

As características do óleo, seus componentes e propriedades também são importante para a sua análise, pois verifica-se a sua qualidade e como esse óleo funciona em um motor convencional.

Na Europa existem valores para as propriedades e características dos biocombustíveis, porém, no Brasil não existem normas técnicas própria para as especificações deles. Com isso foi analisado alguns dos principais componentes<sup>9</sup> do óleo de mamona como: o poder calorífico, o ponto de névoa, a densidade e a viscosidade, como mostra a tabela a seguir.

<sup>9</sup> No tópico 3.3.2 encontra-se a explicação de cada característica química

Tabela 2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA

Características	Mamona
Poder calorífico (kcal/kg)	9046
Ponto de névoa (°C)	-6
Índice de cetano	50,3
Densidade a 25°C	0,919
Viscosidade a 37,8°	21,6

Elaboração própria

FONTE: Artigo "Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transferificação de óleo de soja usado em frituras

O que chama mais atenção nessas propriedades da mamona é a viscosidade. Na mamona essa viscosidade é alta, ou seja, o fluxo do líquido é mais lento. Há um grande debate entre os cientistas se essa viscosidade impede o futuro crescimento da mamona como biocombustível, uns acreditam que o avanço tecnológico e melhorias na produção do óleo possibilitam a utilização da mamona como matéria-prima, outros, porém, afirmam que essa viscosidade, que é prejudicial ao motor, não é compensada por outras características e processo de inovação. Contudo a maioria concorda que no caso de B2 ou B5 a alta viscosidade não altera a qualidade do combustível final.

### 3.1.3 Produção da mamona

Pelo relatório do Segundo Congresso Brasileiro de Mamona uma das maneiras mais eficiente de se plantar esse oleaginosa é através do Sistema de Plantio Direto em áreas de sucessão a outras plantas como a soja, o milho e cereais de inverno, para assim aproveitar os resíduos culturais deixados no solo, reduzindo custos e operações com máquinas. Como a mamona possui um sistema radicular robusto ela consegue atingir e explorar camadas profundas do solo o que a torna mais tolerante a seca. A mamona ainda tem um ciclo de produção de 130 dias e plantas com porte baixo, o que facilita a mecanização da colheita.

Apesar da estrutura da planta facilitar a mecanização da colheita, essa é feita especialmente por mão-de-obra e não máquinas. A mamona é uma cultura

temporária, que se adapta ao clima tropical e semi-árido e é colhida em média três vezes ao ano.

Embora sua produção seja estimulada e incentivada a mamona não é significativa na agricultura brasileira, a sua produção ainda é pequena para a substituição do diesel. Por exemplo o Paraná que em 2006 era o oitavo maior produtor de mamona nacional, segundo dados da CONAB (Companhia Nacional do Abastecimento), tinha apenas 529 hectares dedicados a mamona e sua produção era de 910 toneladas. No Brasil a produção em 2004 era de 171 mil toneladas. Assim a produção potencial do biocombustível de mamona é insuficiente para suprir a demanda de substituição do óleo diesel.

#### 3.1.4 Custos para a produção de biocombustível de mamona

A análise dos custos é importante para saber a viabilidade econômica da produção e também para pleitear subsídios ou incentivos fiscais para uma determinada produção.

Com dados da Abiove (Associação Brasileira dos Produtores de Óleos Vegetais) a composição dos custos de produção dos biocombustíveis são 80% matéria-prima, 10% álcool, e 10% custos operacionais. No caso do biocombustível de mamona o custo de produção em 2005 é de US\$0,80/l e o preço final com tributos era de US\$1,45/l. Para reduzir gastos seria importante comercializar os co-produtos do processo, ou seja a glicerina, a casca e a polpa da mamona. Admitindo que o custo do óleo diesel é de US\$1,23/l o biocombustível de mamona tem um preço mais elevado, contudo essa diferença a menos de cinco anos atrás era muito maior, com os avanços tecnológicos o custo da produção e comercialização de biocombustíveis vem diminuindo.

O óleo de mamona também é bem cotado no mercado internacional, o que induz os produtores a destinarem o seu óleo ao mercado externo e não a produção de biocombustível, sendo assim o seu custo de oportunidade é elevado. Outro problema é a dificuldade de logística. O plantio da mamona é maior no Nordeste, porém o processamento dela ocorre principalmente no Sudeste, aumentando os custos de comercialização e encarecendo o produto final, inviabilizando projetos grandiosos.

Pela tabela a seguir obtem-se alguns dados sobre a produção do biocombustível de mamona, em especial o seu preço de 390 reais por toneladas e o seu custo de 813 reais.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA

Planta	Produção (toneladas)	Rendimento (kg/ha)	Preço (R\$/t)	Teor do óleo (%)	Custo (R\$/t)
Mamona	99.000	768	390	48	813

FONTE: CONAB

### 3.1.5 Benefícios sociais da mamona

Muitos cientistas acreditam que o principal motivo para o investimento em mamona, em especial por parte do governo, não é devido ao alto teor de óleo das sementes, nem a sua produtividade ou os seus baixos custos com manutenção da planta, mas sim os aspectos sociais que ela apresenta.

A ricinocultura (plantação de mamona) é praticada por pequenos produtores, intensiva em mão-de-obra, e pode ser rotacionada com outras culturas aumentando assim a renda do agricultor. Além disso a planta ainda utiliza poucos agrotóxicos e adapta-se as regiões semi-áridas brasileira, ou seja, ao Nordeste.

Através da agricultura familiar, na qual os programas de fomento incentivam que a mamona seja produzida, é possível gerar muitos empregos rurais e ainda auxiliar na inclusão social. Na agricultura familiar se utiliza em média um trabalhador por 10 hectares, e o governo calcula que para cada emprego gerado no campo mais três são gerados na cidade melhorando a qualidade de vida da população.

Devido a boa adaptação climática da mamona, o Nordeste, com a agricultura familiar, seria o principal responsável pela sua produção, e espera-se que com isso a região alcance um maior desenvolvimento.

Segundo o artigo "Biodiesel à base de óleo de mamona" outra vantagem social da produção de mamona é a capacidade da planta em absorver gás carbônico. Pelo artigo a cada hectare cultivado com mamona são absorvidos dez toneladas de gás carbônico, e isso é quatro vezes mais do que a média das plantas. Então além de poluir menos o uso de biocombustível de mamona ainda consegue absorver bastante do gás existente na atmosfera.

### 3.2 SOJA

O nome científico da soja é *Glycine max* (soja cultivada) ou *Glycine soja* (soja silvestre) e ela pertence a família das Fabáceas, ou seja, das leguminosas. A soja é uma planta anual, arbustiva, sua altura varia entre 40 cm a 2 m e tem muitas folhas e flores q variam de branco a roxas em várias tonalidades. Sua propagação é feita exclusivamente pelas sementes que variam de 1 a 4 por vagem e as cores da casca podem ser amarelo-claro, verde-oliva, marrom e preto avermelhado sendo a primeira a mais comum.

A soja é originária do nordeste da China, no Vale do Rio Amarelo e sua referência literária consta desde 2.838 a.C, mas a sua domesticação é mais recente, pelo período de XI a.C. Pela agricultura chinesa ser introvertida, a soja se espalhou bastante lentamente pela China, Coréia e Japão chegando neste último apenas entre 200 a.C. e 300 d.C. e no Ocidente apenas no século XV como curiosidade nos jardins botânicos da Alemanha, França e Inglaterra e depois como cultivo, que foi dificultado pelas condições climáticas desfavoráveis.

No Brasil a soja chegou em 1882, primeiramente na Bahia, depois em São Paulo com os imigrantes japoneses, mas foi no Rio Grande do Sul que ela começou a ser produzida em grande escala, sendo lá instalada a primeira indústria de soja em 1958, e de lá se expandiu pelo resto do país sendo hoje um dos principais produtos agrícolas da pauta brasileira.

Apesar da soja ser uma ótima fonte de proteína para os homens e dela ser obtido óleo, farinha, leite, proteína texturizada, produtos nutricionais e até mesmo podendo ser usada para a prevenção de doenças cardiovasculares através da isoflavona, no Brasil ela foi inicialmente utilizada para complementar a alimentação de suínos e também como adubo verde. Na década de 50 os incentivos governamentais para a produção de trigo acabaram por desenvolver a soja também, pois ela era a melhor opção para fazer rotação com o trigo visto que utilizava os mesmos equipamentos para a plantação e colheita. Com isso a produção nacional de soja cresceu e o Brasil hoje produz 30% da soja mundial. Atualmente os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos da América, Brasil, China e Argentina.

Sendo a soja originária de climas temperados ela se adaptou a países subtropicais e tropicais devido a programas de melhoramento genético. Contudo,

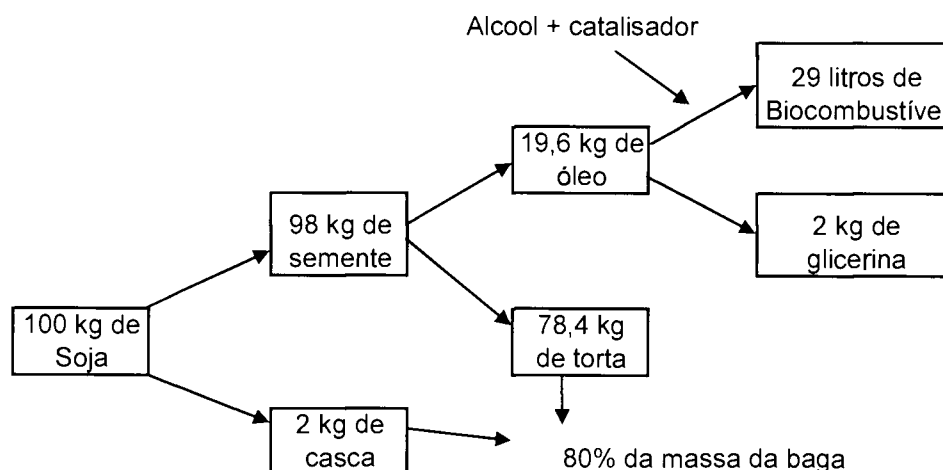
constantemente a soja é motivo de debates e estudos em relação a modificação genética, a soja transgênica continua gerando muita polemica em especial no estado do Paraná onde sua produção é proibida.

Mesmo com todas as utilizações da soja ela é outra planta que pode ser utilizada na produção dos biocombustíveis e é sobre esse aspectos e características que ela será estudada e analisada a seguir.

### 3.2.1 Produtividade da soja

Segundo o Centro de Inteligência da Soja, no caso da soja a média nacional de sua produção é de 2 a 4 toneladas por hectares, porém em estados mais especializados e com clima propício, como o Paraná e São Paulo, a produtividade é maior.

Figura 2 - Processo de Extração do Biocombustível de Soja



Elaboração própria

Conforme figura acima, de 100 quilos de soja adicionados a 7,5 litros de álcool e mais 0,5 kg de catalisador seriam obtidos 29 litros de biocombustível de soja. Os co-produtos da soja também podem ser utilizados em várias maneiras para viabilizar a produção.

Contudo, apesar da boa produtividade da soja, o teor de óleo no caroço dos seus grãos é baixo, varia entre 18 a 22%. A casca da soja é desprezível sendo assim o seu peso é praticamente o mesmo da semente.

Mesmo com o baixo teor de óleo da sua semente, a produção de biocombustível de soja se mantém eficiente, pois o preço no mercado da torta da soja é elevado, as vezes superando o preço do óleo, e isso também torna a sua produção viável.

### 3.2.2 Componentes técnicos da soja

O óleo de soja quando usado para a alimentação é muito rico e de qualidade, contudo o óleo como biocombustível também deve ser de qualidade. Para isso os componentes e propriedades da soja são importantes na análise da qualidade do seu óleo. Algumas características como o teor de enxofre dos biocombustíveis servem apenas para verificar se ele não foi adulterado e/ou misturado à outras substâncias, visto que os óleos vegetais não contém enxofre. Como esse estudo é do óleo puro será visto apenas as principais características assim como foi visto com a mamona.

TABELA 4- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BIOCMBUSÍVEL DE SOJA

Características	Soja
Poder calorífico (kcal/kg)	9421
Ponto de névoa (°C)	-8
Índice de cetano	40
Densidade a 25°C	0,916
Viscosidade a 37,8°	6

Elaboração própria

FONTE: Artigo "Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transferência de óleo de soja usado em frituras"

A soja não apresenta nenhuma característica que se destaque entre os outros óleos vegetais e também não difere muito dos valores encontrados para o

óleo diesel, os seus dados estão na faixa do que se é esperado de um biocombustível vegetal.

### 3.2.3 Produção de soja

A produção de biocombustível a partir do óleo de soja é tecnicamente viável e economicamente também. Pois é uma cultura muito organizada e solidificada tanto no mercado nacional como no internacional. O Brasil é o maior produtor mundial de soja, a região Sul é a maior produtora nacional, sendo a metade da produção de óleo de soja produzida pela região Sul e um quarto pela Centro-Oeste.

Para a produção de biocombustível de soja não seria necessário investir muito no seu desenvolvimento, pois o setor apresenta uma grande capacidade ociosa que poderia ser utilizada. Em muitos casos a soja é produzida para a exportação de grãos e a venda do farelo que tem um bom preço de mercado. Sendo assim, a capacidade de esmagamento nacional instalada está com uma capacidade ociosa de mais de 40%<sup>10</sup>

Em 2002 a safra de soja brasileira foi de 41 milhões de toneladas, sendo 22 milhões destinados ao esmagamento para a produção de óleo. O plantio e a colheita da soja, que ocorre três vezes ao ano, são mecanizados, e as sementes são levadas aos centros de esmagamento pelas ferrovias ou pelas rodovias. O Paraná, em 2006 era o segundo maior produtor de soja tendo uma área cultivada de 3.876.929 hectares e produzindo 9.893.333 toneladas. (WEHRMAN, 2004, p. 20)

A soja é responsável por 90% da produção de óleo vegetal no Brasil. Devido ao grande volume de produção existente no país e a capacidade ociosa encontrada a soja se mostra sustentável economicamente para fornecer matéria-prima para a produção do biocombustível nacional, podendo também abrir novos mercados para a agricultura tradicional.

---

<sup>10</sup> <http://www.anppas.org.br>



### 3.2.4 Custos para a produção de biocombustível de soja

O custo de produção de biocombustível de soja é elevado, contudo, como a sua escala de produção é grande e o seu complexo de produção é bem estruturado, ela se torna uma alternativa viável.

Segundo o Centro de Inteligência da Soja, de toda a soja exportada 56,4% é em forma de grãos; 30,2% na forma de farelo; 10,8% como óleo bruto e 2,6% como óleo refinado.

Sendo o biocombustível um sub-produto do cultivo da soja, a sua produção não apresenta tantos custos. Para uma empresa que visa à venda da torta do farelo da soja, a produção do biocombustível de soja através da sua capacidade ociosa é um adicional.

Segundo a Abiove o custo de produção do biocombustível de soja em 2005 era de US\$ 0,35/l para o Paraná e São Paulo e de US\$0,47/l para as demais regiões. Já o seu preço final com tributos é para o mesmo ano US\$1,24/l enquanto que o custo do óleo diesel é de US\$1,23/l, em 2003 essa diferença era de mais de US\$0,60.

Pela tabela a seguir obtem-se alguns dados sobre a produção do biocombustível de soja, em especial o seu preço de 290 reais por toneladas e o seu custo de 1.609 reais.

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE SOJA

Planta	Produção (toneladas)	Rendimento (kg/ha)	Preço (R\$/t)	Teor do óleo (%)	Custo (R\$/t)
Soja	52.017.000	2.800	290	20	1.609

FONTE: CONAB

### 3.2.5 Benefícios sociais da soja

O biocombustível de soja é mais sustentável economicamente do que socialmente. O cultivo da soja apresenta algumas características que não diminuem os problemas sociais brasileiros. Sendo assim, se o governo pretende incentivar a

produção de biocombustível e ao mesmo tempo desenvolver melhorias ambientais, gerar empregos e promover inclusão social a soja não deve ser a melhor escolha.

Apesar da soja ser desenvolvida em todo o país, e de todas as regiões possuírem a tecnologia necessária ao seu cultivo, ela está concentrada na região Sul e Centro-Oeste do Brasil assim como os centros de esmagamento, não havendo, portanto, uma descentralização da atividade produtiva nacional através desse cultivo. Além da concentração regional, o processo produtivo da soja está concentrado em grandes, mas poucas firmas, e muitas vezes firmas internacionais.

Outra característica da produção de soja é o fato dela ser bastante mecanizada, e isso acarreta dois fatores. Primeiramente por mais que o biocombustível de soja seja menos poluente que o diesel derivado do petróleo, as máquinas utilizadas na sua produção são poluentes tendo o efeito ambiental e absorção de gás carbônico reduzida. O outro fator é que a mecanização do plantio faz com que a produção seja intensiva em capital e não em mão de obra, sendo uma atividade concentradora de renda.

### 3.3 ANÁLISE DOS PARAMETROS

Após a introdução sobre as características, origem e história no Brasil da mamona e da soja parte-se para o estudo mais específico em relação aos biocombustíveis, pois assim é possível analisar qual delas, em relação a diferentes aspectos, é mais viável economicamente para a produção brasileira, sendo que os biocombustíveis estão cada vez mais se incorporando na matriz energética nacional. Sendo assim nessa seqüência será estudado vários aspectos da mamona juntamente com a soja para facilitar a comparação entre elas.

#### 3.3.1 Produtividade

Uma importante característica a ser analisada é a produtividade da planta. Ela mostra quantas toneladas de grãos por hectares e como isso é traduzido na produção do óleo com o qual será produzido o biocombustível.

A mamona apresenta um teor de óleo bem maior do que o da soja, ou seja sua produtividade é maior. Assim para cada tonelada de mamona obtem-se 560

litros de biocombustível enquanto que uma tonelada de soja produz apenas 290 litros.

Contudo um hectare cultivado é mais produtivo para soja do que mamona. Com base nas informações de produtividade de cada combustível tem-se que um hectare produz em média de 1 a 2 toneladas de mamona, assim sua produção de biocombustível varia entre 560 litros a 1.120 litros. Já para a soja um hectare produz em média de 2 a 4 toneladas de soja o que representa uma produção de 580 litros a 1.160 litros de biocombustível de soja.

Nesse caso, se for considerado a produtividade da semente da oleaginosa a mamona é a mais produtiva, mas se for considerado a produtividade total da terra, a da soja e da mamona são praticamente iguais, sendo a primeira ligeiramente maior.

### 3.3.2 Componentes técnicos

Nem todo o óleo vegetal deve ou pode ser utilizado como biocombustível, alguns deles apresentam propriedades prejudiciais, como o alto número de iodo, que são transferidas para o biocombustível tornando-o impróprio para o uso direto em motores a diesel. Portanto, essa análise dos componentes químicos e técnicos das duas plantas é muito importante para a comparação qualitativa entre elas, pois não adianta a planta ter uma maior produtividade se esse óleo não é de qualidade, apresenta um baixo rendimento, ou danifica os motores. Sendo assim é necessário analisar as características da planta que influenciam na sua eficiência como combustível.

Para avaliar a qualidade de cada oleaginosa será analisado o seu poder calorífico, o índice de cetano, a densidade, a viscosidade e o ponto de névoa de cada uma. Segundo artigo dos professores Pedro Costa Neto e Luciano Rossi da UTFPR, e do professor Giuliano Zagonel e Luiz Ramos da UFPR, o poder calorífico depende a potência máxima a ser atingida pelo motor e indica a quantidade de energia desenvolvida pelo combustível por unidade de massa quando ele é queimado (em geral nos biocombustíveis a diferença do poder calorífico do óleo diesel é de 5%), o índice de cetano define o poder de autoinflamação e combustão do óleo, ou seja, o seu desempenho refletido na partida à frio, nos ruídos e gradientes de pressão, assim quanto maior for o índice de cetano melhor é a

combustão do combustível. Já a viscosidade é a medida da resistência interna ao escoamento de líquidos, ou seja, é importante para a análise do funcionamento do sistema de injeção, pois mede a capacidade do líquido em fluir. Também a densidade está relacionada com as propriedades fluidodinâmicas dos combustíveis, influenciando a circulação e injeção do combustível. E por último o ponto de névoa corresponde a temperatura inicial de cristalização do óleo, ou seja, a temperatura em que por refrigeração o combustível começa a ficar turvo, influenciando negativamente o sistema de alimentação do motor e do filtro de combustível. Essa última característica é menos importante no Brasil, pois as temperaturas são amenas não havendo problema de congelamento dos combustíveis.

TABELA 6- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS DIFERENTES COMBUSTÍVEIS

Características	Tipo de óleo		
	mamona	soja	óleo diesel
Poder calorífico (kcal/kg)	9046	9421	10824
Ponto de névoa (°C)	-6	-8	1/0
Índice de cetano	50,3	40	45,8
Densidade a 25°C	0,919	0,916	0,8497
Viscosidade a 37,8°	21,6	6	3,04

Elaboração própria

FONTE: Artigo produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transferificação de óleo de soja usado em frituras

Analisando a tabela acima pode-se comparar o biocombustível de mamona, com o de soja, com o diesel mineral. Pelos dados percebe-se que a quantidade de energia obtida por massa queimada é um pouca maior no óleo de soja, ou seja, o motor atinge uma maior potência, porém em ambos os biocombustíveis ela é menor do que no óleo diesel, ficando ambas mais de 5% abaixo do poder calorífico desse. Já a temperatura na qual pode ocorrer congelamento do óleo, o de soja e o de mamona também estão muito próximos, e ambos são menores do que a temperatura de congelamento do diesel. Quanto ao índice de cetano o da mamona é maior, o que indica um melhor desempenho na partida e uma melhor queima do combustível, e o índice da soja é menor do que o do diesel. Novamente os três valores são muito próximos quando a característica é a densidade, a maior diferenciação ocorre na viscosidade. A viscosidade do biocombustível de mamona é

muito superior à da soja e seis vezes maior que a viscosidade do óleo diesel. Essa viscosidade prejudica o funcionamento do motor, devido à presença de maior teor de hidroxi-ácidos em seu óleo, o que exige um processo mais desenvolvido tecnologicamente para a produção de um biocombustível de qualidade.

Segundo Paulo Anselmo Suarez, engenheiro químico, para a adição de óleo de mamona ao diesel em 2%, ou seja, B2, as suas propriedades químicas não trariam limitação ao seu uso, contudo uma quantidade maior a ser adicionada (como no caso do B10) iria exigir tecnologias mais modernas para melhorar a sua qualidade o que poderia ocasionar aumento de custo.

Com base nesses dados, pode-se dizer que há praticamente um empate quanto à qualidade do biocombustível, a soja apresenta índices um pouco melhores do que a mamona em vários aspectos, porém a variação não é tão significativa. A mamona apresenta um índice de cetano maior, o que é bom. O óleo diesel também apresenta algumas vantagens sobre os demais, porém ele não está em análise comparativa. Sendo assim o que causa a maior diferenciação entre os óleos é a alta viscosidade da mamona. Essa característica é sem dúvida um ponto negativo para a produção de mamona, e devido a ela pode-se considerar o biocombustível de soja como aquele que entre ambos apresenta uma melhor qualidade e eficiência quando utilizado nos motores convencionais.

### 3.3.3 Produção

Apesar do Brasil ser o terceiro maior produtor de mamona do mundo, a sua produção de soja é muito maior, 90% da produção de óleo no Brasil provém da soja. Só no estado do Paraná, com dados da CONAB e do IBGE em 2006, tem-se que a produção de soja é realizada em 3.876.929 hectares contra apenas 529 hectares de mamona e a produção da primeira é de 9.893.333 toneladas contra 910 toneladas de mamona. No Brasil a situação não é diferente em 2005 foram plantadas 51.182.000 toneladas de soja e 168.000 de mamona, ocupando respectivamente em torno de 16 milhões e 289 mil hectares do território nacional. Dentre os maiores países produtores de soja o Brasil é o único que apresenta capacidade de expansão territorial agrícola.

Com isso tem-se que a produção potencial da soja é muito maior do que a da mamona. Em caso de implementação imediata do B5, o óleo de soja seria o único que apresenta atualmente a produção necessária para isso.

A produção em grande escala da soja além de trazer benefícios ao próprio biocombustível de soja, como redução de custos, traz benefícios para a produção nacional. Sendo assim, no aspecto da produção a soja seria mais viável economicamente, por ser mais imediata, não necessitando de tanto investimento e tempo para o seu desenvolvimento.

Embora o grande estímulo à produção de mamona, ela ainda é pequena para substituir o diesel pelo biodiesel. Se toda a sua produção fosse utilizada na produção de óleo combustível, ela, ainda assim, não seria suficiente para abastecer todo o mercado nacional.

Dados divulgados pela Abiove mostram que o setor produtivo da soja já está preparado para atender a demanda nacional por B5, e ainda há hectares disponíveis para a ampliação dessa produção. Nesse caso, pode considerar que devido a sua escala, a soja apresenta uma maior produção potencial de biocombustível.

#### 3.3.4 Custos

Outro parâmetro a ser analisado é o custo de produção de cada um desses biocombustíveis. Conhecendo os agentes econômicos, se espera que o preço dos biocombustíveis a serem lançados no mercado seja equilibrado com o preço do diesel petroquímico, pois, do contrário, seria muito provável que a sua demanda fosse reduzida.

O óleo de mamona apresenta uma boa cotação internacional, então o primeiro desafio seria convencer os produtores a produzirem o biocombustível e não exportarem esse óleo. O óleo da soja foi por muito tempo o mais barato, mas, atualmente há um aumento crescente do seu preço e a previsão é que esse aumento continue.

TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE MAMONA E SOJA NO BRASIL

Planta	Produção (toneladas)	Rendimento (kg/ha)	Preço (R\$/t)	Teor do óleo (%)	Custo (R\$/t)
Mamona	99.000	768	390	48	813
Soja	52.017.000	2.800	290	20	1.609

FONTE: CONAB

Pela tabela 7 pode-se comparar aspectos econômicos da produção dos dois biocombustíveis. Os principais deles são o preço e os custos. O custo para a produção de mamona é quase a metade do custo da soja, mas a diferença do seu preço final não é tão expressiva, pois a produção do biocombustível de soja ocorre conjuntamente com a produção de outros produtos .

Devido a escala da produção da soja, da produção do seu biocombustível ser um sub-produto da produção de soja e do farelo da mesma ter uma bom preço de mercado o custo do litro do seu óleo torna-se competitivo. O óleo de mamona é o principal produto da plantação da mamona, para diminuir o seu custo os seus co-produtos e a sua torta também devem ser aproveitados.

O Programa de Pós-graduação em Engenharia da UFRJ elaborou os custos de alguns óleos biológicos sendo o da soja US\$0,47 (mesmo dado da Abiove) e US\$0,80 para o da mamona, ou seja, quase o dobro do custo do óleo de soja. Apesar de ambos os biocombustíveis terem o seu custo maior do que o do óleo diesel a trajetória deles mostra que a diferença esta cada vez menor, e com o uso de sistema de tributação diferenciado e subsídios do governo esse dado pode se alterar. Mas na comparação entre ambos os combustíveis renováveis, novamente a soja é a mais viável.

### 3.3.5 Benefícios sociais

Ficou evidente na análise dos benefícios sociais que a mamona apresenta os maiores benefícios. Primeiramente no que tange a inclusão social, a soja é uma atividade concentradora de renda e de desenvolvimento regional, investindo na soja o governo estaria investindo em um setor e uma região que já é desenvolvida e tem condições de se manter sozinha. Ao contrário da mamona que desenvolve o Nordeste brasileiro que é mais carente em indústrias, e a atividade seria articulada

pela agricultura familiar, havendo uma maior distribuição de renda e não concentrada nas mãos de grandes proprietários ou empresas.

Outra vantagem da mamona seria a geração de empregos. Na agricultura familiar se utiliza um trabalhador para cada 10 hectares, na agricultura empresarial se utiliza um trabalhador para cada 100 hectares. Segundo estudo de Magda Eva Wehrmann, João Nildo de S. Vianna e Laura Duarte<sup>11</sup>(2004, p.14) :

Uma usina de beneficiamento de soja, com capacidade de esmagamento de 2,5 t/dia, pode empregar 40 pessoas e o acréscimo de 2.500.000 t/ano, geraria em torno de 11.000 empregos; enquanto a produção de biodiesel de mamona tem como meta prevista pelo Governo Federal para 2010 assentar 153 mil famílias e gerar 1.350.000 empregos em toda a cadeia produtiva do biodiesel. Essa meta é resultado de uma projeção da capacidade de produção de 1.500.000 t/ano de biodiesel de mamona

Outro ponto positivo para a produção de mamona é a sua alta absorção de gás carbônico e baixa produção do mesmo. Já a soja que utiliza máquinas na sua produção tem o seu efeito de redução de poluentes atmosféricos reduzido, pois os produz também no seu processo de obtenção.

Sendo assim a soja fica em desvantagem no quesito benefício social em relação à mamona, não tendo a sustentabilidade social almejada.

Com base na análise comparativa a mamona aparece como a oleaginosa mais produtiva e cuja produção apresenta melhores benefícios para a sociedade. Contudo o óleo de soja tem melhores custos, tem melhor qualidade e um potencial produtivo maior, podendo suprir a necessidade de biocombustível mais rapidamente. Conhecendo os agentes pode-se considerar então o biocombustível de soja como mais viável economicamente, porém, se o governo quiser mudar essa análise ele precisa investir (na produção, estrutura e logística) e subsidiar a produção de mamona para que ela possa crescer e se tornar mais competitiva.

Com essa análise comparativa entre esses dois biocombustíveis e conclusão que o biocombustível de soja é técnico e economicamente mais viável, apresentando vantagens competitivas quanto ao custo, porém limitando os resultados nas dimensões sociais e ambientais.

---

<sup>11</sup> Professores e pesquisadores do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília



## CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível observar o processo inovações nos biocombustíveis, a experiência brasileira, o seu aspecto ambiental (importante devido a redução das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera causadoras do aquecimento global) e os resultados da comparação entre a mamona e a soja.

Através das informações sobre os programas brasileiros de incentivo a produção de biocombustível, como o PNPB, é possível concluir que o governo procura focar a questão social dos biocombustíveis e não tanto a sua importância ambiental ou econômica. A maioria dos programas, inclusive os programas paranaenses, visa a inclusão social, a geração de empregos através da agricultura familiar e fomentar a produção de pequenos agricultores.

Por fim no estudo comparativo observa-se que mesmo os biocombustíveis apresentam diferenças entre si, tanto nos processos produtivos quanto nos componentes químicos, por exemplo o alto grau de viscosidade da mamona, que diminui a qualidade do seu óleo ou exige maiores recursos para a sua produção.

A soja é uma oleaginosa que não se encaixa no perfil de combustível desejado pelos programas nacionais, pois ela é mais mecanizada e não causa tantos benefícios sociais, e justamente essa mecanização e produção em grande escala é que facilitam a produção do seu biocombustível a um preço menor e em quantidades maiores, pois ela já é uma indústria estabilizada. Sendo assim, na comparação entre a soja e a mamona, a soja é mais viável economicamente.

Nesse estudo foi possível notar que a inovação facilitou o processo de produção dessas oleaginosas e até na questão do custo de produção dos biocombustíveis para o óleo diesel a diferença diminuiu com o passar dos anos justamente devido as melhoras de tecnologia e o avanço das pesquisas e técnicas utilizadas.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>> Acesso em: 05/10/2007.

AGROPALMA. Disponível em: <<http://www.agropalma.com.br>> Acesso em: 10/09/2007.

ALMEIDA, C.H.T. et al. Caracterização dos Co-produtos do Processamento de Biodiesel de Mamona para Geração de Energia Térmica e Elétrica. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/CoProdutos>> Acesso em: 15/07/2007.

ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 14/05/2007.

BIODIESEL. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>> Acesso em 24/06/2007.

BRASIL. Decreto-lei n. 85.698, de 04 de fevereiro de 1981. Estabelece critérios para registro de unidades produtoras de álcool hidratado, com capacidade de produção de até 5.000 litros/dia, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/cnia2/renima/cnia/lema/lema\\_texto/HTM-ANTIGOS](http://www.ibama.gov.br/cnia2/renima/cnia/lema/lema_texto/HTM-ANTIGOS)> Acesso em: 05/09/2007.

BRASIL. Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis n. 9.478, de 06 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm)> Acesso em: 22/05/2007.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=artigo&idA>> Acesso em 27/09/2007.

COMISSÃO EUROPÉIA. Estratégias temática sobre a poluição atmosférica. Disponível em: <<http://www.europa.eu/scadplus/leg>> Acesso em: 13/04/2007.

CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download>> Acesso em 05/07/2007.

COSTA NETO, P. R.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Revista de Química Industrial, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 531-535, 2000.

EUROPEAN BIODIESEL BOARD. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>> Acesso em: 26/09/2007.

FERRARI, R. Biodiesel de soja. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/estudos/biodiesel/consumo-gerador-05htm>> Acesso em: 09/05/2007.

FREITAS, S. M.; FREDO, C. E. Biodiesel à Base de Óleo de Mamona: algumas considerações. *Informações Econômicas*. São Paulo, v.35, n.1, p. 37-42, 2005.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia>> Acesso em 05/07/2007.

MELO, F. H.; FONSECA, E. G. *Proálcool, Energia e Transportes*. São Paulo: Pioneira, 1981.

MANUAL DE OSLO. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf)> Acesso em: 24/08/2007.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Disponível em: <<http://www.agenciact.mct.gov.br>> Acesso em: 10/08/2007.

NELSON, R.R.; WINTER, S.G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

PORTAL DO BIODIESEL. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/energia/agroenergia/plano-nacional-agroenergia.htm>> Acesso em: 15/05/2007.

PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. Disponível em: <[http://www.biodiesel.gov.br/docs/Folder\\_biodiesel\\_portugues\\_paginado.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/Folder_biodiesel_portugues_paginado.pdf)> Acesso em: 14/08/2007.

RAMOS, L.P.; WILHELM, H.M. Biodiesel - um projeto d sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 28-37, 2003.

RAMOS, N. P. et al. Desempenho vegetativo de mamona sob diferentes sistemas de manejo do solo. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2006, Aracajú. **Anais**.

REVISTA DO BIODIESELBR. Curitiba, 1ª edição, 2007.

SCHUMPETER, J.A. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCHUMPETER, J.A. **Business Cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process**. Londres: McGraw-Hill, 1939.

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHETTI, S.P.; WOLF, C. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, p. 667-676, 2007.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. Disponível em <[http://www.udop.com.br/download/estatistica/evolucao\\_prod\\_bra\\_alcool\\_hidratado\\_9394\\_0304\\_cs\\_nn.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/evolucao_prod_bra_alcool_hidratado_9394_0304_cs_nn.pdf)> Acesso em: 26/08/2007.

WEHRMANN, M.E.F.; VIANNA, J.N.; DUARTE, L.M.G. **Biodiesel de Soja: política energética, contribuição das oleaginosas e sustentabilidade.** Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro3/arquivos/TA457-28032006-162404.DOC](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA457-28032006-162404.DOC)> Acesso em: 20/09/2007.

YAMAOKA, R.S. et al **Programa Paranaense de Bioenergia “PR- Bioenergia”.** Curitiba, 2003.