



Centro de Estudos da  
Consultoria do Senado

# **A Utilização de Óleo Vegetal Refinado como Combustível - Aspectos Legais, Técnicos, Econômicos, Ambientais e Tributários**

Ivan Dutra Faria  
Marcus Peixoto  
Paulo de Moraes  
Raphael Borges Leal de Souza

Textos para Discussão **73**

Agosto/2010

## **SENADO FEDERAL**

### **CONSULTORIA LEGISLATIVA**

Bruno Dantas – Consultor Geral

### **CONSULTORIA DE ORÇAMENTOS**

Orlando de Sá Cavalcante Neto – Consultor Geral

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade dos autores e não representa posicionamento oficial do Senado Federal.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.



Criado pelo Ato da Comissão Diretora nº 09, de 2007, o Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal tem por objetivo aprofundar o entendimento de temas relevantes para a ação parlamentar.

### **CENTRO DE ESTUDOS**

Fernando B. Meneguim – Diretor

### **CONSELHO CIENTÍFICO**

Caetano Ernesto Pereira de Araujo

Fernando B. Meneguim

Luís Otávio Barroso da Graça

Luiz Renato Vieira

Paulo Springer de Freitas

Raphael Borges Leal de Souza

Contato:

[conlegestudos@senado.gov.br](mailto:conlegestudos@senado.gov.br)

URL:

<http://www.senado.gov.br/conleg/centroaltosestudos1.html>

ISSN 1983-0645

## **RESUMO**

Desde 1997 o Protocolo de Kyoto estabeleceu metas de redução da emissão de gases causadores do efeito estufa pelos países, e daí decorreu a discussão sobre a transformação das matrizes energéticas, através da substituição do uso de combustíveis fósseis por biocombustíveis, entre outros mecanismos redutores da emissão de CO<sub>2</sub>. Na década de 2000 o Brasil adotou legislação e políticas de incentivo ao uso do biodiesel. Entretanto, a idéia do uso de óleo vegetal refinado diretamente como combustível em motores de ciclo diesel adaptados também não é nova e pode representar um importante mecanismo de redução da poluição pela queima do diesel em grandes cidades, assim como reduzir o custo da geração de energia em comunidades isoladas. A soja é atualmente a principal matéria prima para produção de óleo vegetal no Brasil, que ainda tem grande potencial para exploração de diversas outras culturas oleaginosas, como o dendê, a principal fonte no resto do mundo. A própria produção agrícola pode ter redução de custos com a substituição do diesel por óleo vegetal refinado combustível. Para tanto, é necessária aprovação de leis que regulem e incentivem o uso de óleo vegetal refinado como combustível e sua tributação como tal.

**Palavras-chave:** óleo vegetal – combustível – meio ambiente - tributação

## **ABSTRACT**

Since 1997, the Kyoto Protocol established the target to reduce greenhouse gas emissions by countries. This urged the debate about the need of the transformation of the energy matrix with the replacement of fossil fuels by biofuels, among other mechanisms of reducing emissions of CO<sub>2</sub>. In the 2000s decade, Brazil has enacted laws and public policies to encourage the production and use of biodiesel. However, the idea of using diesel-cycle engines adapted to burn refined vegetable oil is not new and may represent an important mechanism of reduction of pollution generated by burning diesel in big cities, as well as the reduction of the cost of power generation in isolated communities. Soy bean is currently the main feedstock for vegetable oil production in Brazil, which still has a great potential for the exploitation of several other oil crops like palm oil, the main source in the world today. The agricultural production itself may have costs reduced with the replacement of refined vegetable oil for diesel fuel. In this sense, it is necessary to approve laws that regulate and encourage the use of refined vegetable oil as fuel and to regulate its taxation as such.

**Keywords:** vegetable oil – fuel – environment - taxation

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	5
2.	ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E AMBIENTAIS DOS COMBUSTÍVEIS ..	6
3.	PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS NO BRASIL E NO MUNDO .....	17
3.1.	Fontes de óleos vegetais.....	17
3.2.	Produção de oleaginosas no Brasil e no Mundo .....	19
4.	TECNOLOGIAS EM USO E DISPONÍVEIS NO EXTERIOR E NO BRASIL PARA O USO DE ÓLEO VEGETAL REFINADO COMO COMBUSTÍVEL.....	27
5.	ASPECTOS ECONOMICOS DO USO DE ÓLEO VEGETAL REFINADO COMO COMBUSTÍVEL .....	38
5.1.	Vantagens econômicas para os produtores de soja.....	39
5.2.	Empresas de ônibus urbano .....	41
5.3.	Uso para produção de Biodiesel .....	41
5.4.	Uso do óleo vegetal refinado direto .....	42
5.5.	Cidade de São Paulo .....	43
5.6.	Ganhos socioeconômicos em comunidades isoladas .....	43
5.7.	Crédito de carbono .....	46
6.	ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA .....	47
6.1.	Acroleína .....	47
6.1.1.	Acroleína é emitida na queima de biodiesel, diesel, gasolina e etanol.	47
6.1.2.	Acroleína não é cancerígena .....	48
6.2.	Mutagenicidade .....	50
7.	TRIBUTAÇÃO .....	51
7.1.	Tributação atual dos óleos vegetais .....	51
7.2.	Tributação de combustíveis .....	53
7.2.1.	Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins .....	53
7.2.2.	CIDE- Combustíveis .....	54
7.2.3.	ICMS .....	54
7.2.4.	Tributação do Biodiesel .....	55
8.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS E PROPOSIÇÕES LEGISLATIVAS EM TRAMITAÇÃO .....	57
8.1.	Antecedentes históricos.....	57
8.2.	Proposições legislativas em tramitação .....	58
8.3.	Sobre o PLS nº 81, de 2008 .....	60
9.	BREVES CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

## 1. INTRODUÇÃO

Na década atual, têm se destacado no mundo as discussões acerca da necessidade do desenvolvimento de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente, tanto urbano como rural. Há um crescente consenso a respeito da importância da substituição progressiva das fontes fósseis e não renováveis de energia, como petróleo e carvão, por fontes limpas e renováveis, como a hidrelétrica, a eólica, a solar e os biocombustíveis.

O Brasil tem vasta experiência na produção agropecuária, particularmente, na produção de etanol de cana-de-açúcar, e de oleaginosas, destacando-se a soja, de onde se extrai óleo e farelo e matéria prima para a indústria alimentícia.

Este Trabalho tem o objetivo de fornecer informações sobre os aspectos que envolvem o uso de óleo vegetal refinado como combustível, e objetiva trazer esclarecimentos sobre a sua viabilidade e conveniência, tendo em vista a consolidação de um marco legal sobre o tema.

Na segunda seção deste Trabalho, apresentam-se, didática e minuciosamente, os aspectos físico-químicos e ambientais dos combustíveis. Na terceira seção, apresentam-se as fontes de óleos vegetais e a produção de oleaginosas no Brasil e no mundo. Na quarta seção, discute-se as tecnologias em uso e disponíveis no exterior e no Brasil, para adoção de óleos vegetais refinados como combustível.

Na quinta seção, abordam-se os aspectos econômicos do uso de óleo vegetal refinado como combustível e as vantagens para os produtores de soja, na sua utilização por empresas de ônibus urbano e em comunidades isoladas, não abastecidas por energia elétrica. Essa seção é finalizada com a apresentação do potencial de financiamento, via mercado de créditos de carbono, de projetos para produção de óleo vegetal refinado como combustível.

Na sexta seção, discutem-se os aspectos ambientais e de saúde pública, e mostram-se estudos que comprovam não haver problemas com os resíduos resultantes da combustão de óleos vegetais refinados. Os aspectos de tributação dos combustíveis, de óleos vegetais e do biodiesel são abordados na sétima seção.

Na oitava seção, apresentam-se os antecedentes históricos do uso de óleo vegetal como combustível no Brasil e no mundo, as proposições legislativas em tramitação, que tratam particularmente do biodiesel, e o Projeto de Lei do Senado nº 81, de 2008, de autoria do Senador Gilberto Goellner, que autoriza o uso de óleo vegetal refinado como combustível nas atividades agropecuárias e no transporte coletivo urbano. Na última seção, apresentam-se as conclusões do Trabalho.

## 2. ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E AMBIENTAIS DOS COMBUSTÍVEIS

Ivan Dutra Faria

Consultor Legislativo do Senado Federal  
Área de Minas e Energia (ivandf@senado.gov.br)

A humanidade utiliza, há séculos, produtos de origem animal e vegetal em processos físico-químicos que liberam energia, em especial aqueles destinados à obtenção de energia térmica. Nessa trajetória dos povos, assume particular importância a utilização dos lipídeos, fonte importante de energia para sociedades posicionadas nos mais diversos estágios de civilização.

Os lipídeos são substâncias químicas que possuem elevada solubilidade em solventes orgânicos – como o etanol, por exemplo – e baixa solubilidade em água. São biomoléculas que, em sua maioria, derivam de ácidos graxos ou os apresenta como parte de sua estrutura. Os lipídios que apresentam ácidos graxos em sua estrutura são saponificáveis, ou seja, são capazes de reagir com bases (hidróxidos) formando sabões.

Os ácidos graxos são compostos orgânicos de longas cadeias carbônicas que podem se apresentar saturadas – nas quais só existem ligações químicas simples entre os átomos de carbono – ou insaturadas, nas quais há, pelo menos, uma ligação química dupla entre carbonos. No caso de existir apenas uma ligação dupla na cadeia, o ácido graxo é denominado monoinsaturado. Se ocorrerem duas ou mais dessas ligações, chama-se o composto de ácido graxo poliinsaturado<sup>1</sup>.

Entre os lipídeos, destacam-se os triacilgliceróis<sup>2</sup>, que possuem longas cadeias carbônicas ligadas a moléculas de glicerina<sup>3</sup>. Por isso, a hidrólise ácida<sup>4</sup> dos triacilgliceróis forma os ácidos graxos correspondentes e o álcool original, o glicerol.

Os triacilgliceróis apresentam-se sob a forma de gorduras ou de óleos, dependendo do estado físico na temperatura ambiente. Convencionalmente, o termo “óleo” refere-se às misturas que se encontram, em geral, no estado líquido. Por seu turno, as gorduras são usualmente encontradas no estado sólido, nas condições ambientes.<sup>5</sup> Como regra geral, tem-se que as gorduras apresentam ácidos graxos saturados em sua composição. Por sua vez, as insaturações caracterizam os óleos.

---

<sup>1</sup> Para a Química Orgânica, são ácidos carboxílicos de cadeia longa e linear, podendo ser saturada ou insaturada e, eventualmente, ramificada. Possuem de 4 a 20 átomos de carbono.

<sup>2</sup> São também chamados de "gorduras neutras" ou de triglicerídeos.

<sup>3</sup> 1, 2, 3 – propanotriol, também conhecido como glicerol ou, simplesmente, glicerina.

<sup>4</sup> A hidrólise é uma reação química em que há decomposição ou alteração de uma substância pela água.

<sup>5</sup> Em termos simples, 25°C no nível do mar.

A presença de insaturação nas cadeias dificulta as interações moleculares e, por isso, os óleos tendem a se apresentar, à temperatura ambiente, no estado líquido. Já as cadeias saturadas (gorduras) caracterizam misturas sólidas, em geral, por exibirem maior facilidade de empacotamento intermolecular.

Usualmente, os ácidos graxos saturados apresentam-se em produtos de origem animal. Merece registro o fato de a gordura de coco constituir uma exceção, uma vez que é rica em ácidos graxos saturados, apesar de ser um alimento de origem vegetal.

Existem incontáveis exemplos de processos químicos importantes em nosso cotidiano que têm fundamento na transformação de óleo em gordura, por intermédio de hidrogenação das cadeias insaturadas, transformando-as em cadeias saturadas. Um bom exemplo é a obtenção de margarina por meio da hidrogenação de líquidos, tais como o óleo de soja e o óleo de milho, ricos em ácidos graxos insaturados. No organismo humano, tanto óleos como gorduras podem ser hidrolisados pelo auxílio de enzimas específicas, que permitem a digestão dessas substâncias.

O uso de óleos vegetais em motores de combustão interna, automotivos e estacionários, como alternativa ao óleo diesel, implica significativos ganhos socioambientais. Afinal, trata-se de um recurso renovável de origem agrícola – ou agroflorestal – com grande potencial para viabilizar experiências de desenvolvimento sustentável, nomeadamente em comunidades rurais carentes.

Note-se que a combustão é uma reação de uma substância denominada combustível com outra denominada comburente – na prática, o gás oxigênio ( $O_2$ ) –, com liberação de energia<sup>6</sup>. Assim sendo, a combustão completa de combustíveis orgânicos – nos quais predominam cadeias carbônicas – leva à formação do gás dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ).

Deve-se realçar o fato de a combustão em motores de veículos ou estacionários nada mais ser do que um processo de reações químicas produzidas durante a oxidação completa ou parcial do carbono, do hidrogênio e, eventualmente, do enxofre contidos em um combustível. O balanço das massas envolvidas é realizado levando-se em consideração a quantidade de ar empregada para a combustão. O valor de referência é a massa estequiométrica ou o volume estequiométrico de gás  $O_2$  capaz de reagir completamente com o combustível. Em termos simples, pode-se dizer que a

---

<sup>15</sup> A variação de energia durante uma reação corresponde à variação da entalpia ( $\Delta H$ ), ou seja, a diferença entre a quantidade de energia dos produtos da reação ( $H_p$ ) e a quantidade de energia dos reagentes da reação ( $H_r$ ). Quando a energia do(s) produto(s) é maior que a energia do(s) reagentes(s) implica  $\Delta H > 0$ . A reação é denominada endotérmica, ou seja, absorve calor do ambiente. Quando  $\Delta H < 0$ , ou seja, quando a energia do(s) reagente(s) é maior que a energia do(s) produto(s), a reação é exotérmica. Nesse caso, o sistema libera calor para o ambiente, como no caso das combustões.

quantidade estequiométrica é a mínima exata para que uma reação seja realizada sem falta ou excesso de reagentes.

As reações de combustão, usualmente, são realizadas com o O<sub>2</sub> do ar atmosférico, cuja composição apresenta, aproximadamente, 21% de O<sub>2</sub> e 79% de N<sub>2</sub> (nitrogênio). O gás O<sub>2</sub>, conforme já abordado, é comburente. O ar teórico é a quantidade de ar atmosférico que fornece a quantidade exata de moléculas de O<sub>2</sub> necessárias para efetuar a combustão estequiométrica. Entretanto, a combustão perfeita, por diversos motivos, não se realiza na prática.

O balanço térmico de uma combustão é feito por meio da análise das quantidades de calor liberadas, da temperatura da combustão e da quantidade de calor perdido na exaustão. Portanto, para o processo, é fundamental maximizar o rendimento das reações envolvidas.

A presença de produtos intermediários em uma combustão – tais como o monóxido de carbono (CO) e o hidrogênio (H<sub>2</sub>) – pode ser reduzida aplicando-se uma quantidade de ar superior ao ar teórico, tecnicamente chamada de “ar real”. Nesse caso, a abundância de O<sub>2</sub> permite a realização de uma reação próxima da combustão perfeita. Apesar disso, não se pode aplicar o conceito de combustão perfeita no funcionamento de motores na “vida real”.

O quadro atual de intensa mobilização em relação à possibilidade de um acentuado aquecimento global nas próximas décadas levou o mundo a uma discussão acirrada acerca do papel dos combustíveis fósseis em nossas sociedades. A contribuição desses combustíveis para o fenômeno permanece no centro de grandes polêmicas políticas e científicas.

Os combustíveis fósseis são formados, predominantemente, por moléculas constituídas apenas pelos elementos carbono e hidrogênio. Essas moléculas constituem o conjunto de compostos denominados hidrocarbonetos. A fórmula molecular dessas substâncias pode ser representada, de modo simplificado, pela notação C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>.

Considera-se como reação de combustão completa de um hidrocarboneto aquela em que o combustível reage com o comburente (O<sub>2</sub>), e, como resultado da combinação de átomos, obtém-se somente gás carbônico e água, além de energia. De uma forma geral, representa-se esse tipo de reação pela equação química:



Assim, para analisar as vantagens e desvantagens de cada combustível, torna-se importante, comparar as proporções entre o respectivo consumo, o consumo de oxigênio e a consequente produção de gás carbônico.

Por exemplo, na combustão do metano, principal componente do gás natural, diversas etapas estão envolvidas. Contudo, simplificada,mente,



pode-se dizer que o metano (CH<sub>4</sub>) reage com o gás oxigênio (O<sub>2</sub>) para formar o gás dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). O processo é descrito pela seguinte reação química:

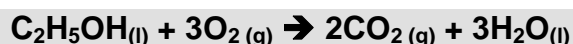


Note-se que a proporção molar entre o consumo de metano e de oxigênio, em relação à produção de gás carbônico e água é: 1:2:1:2. Isso quer dizer que cada 16g de metano queimados consomem 64g de oxigênio, produzindo 44g de gás carbônico e 36g de água.<sup>7</sup>

Na combustão da gasolina, muitos são os compostos queimados, uma vez que se trata de uma mistura de vários hidrocarbonetos. Quimicamente, porém, é possível representar essa reação por meio de um hidrocarboneto que possui 8 átomos de carbono em sua molécula, ou seja, um octano:



A título de comparação, pode-se considerar a combustão dos compostos agrupados sob a denominação comum de alcoóis, que apresentam fórmula geral do tipo C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>OH. De modo análogo, esses compostos consomem gás oxigênio durante a combustão e liberam gás carbônico e água. No entanto, a proporção molar dessa combustão é outra. Tome-se como exemplo a reação de combustão do etanol:



Observa-se, nesses casos, que as proporções molares entre o consumo de gasolina e de etanol, em relação à produção de gás carbônico e água são respectivamente: 2: 25: 16: 18 e 1: 3: 2: 3<sup>8</sup>.

Portanto, cada 228g de gasolina (octano) queimados consomem 800g de oxigênio, produzindo 704g de gás carbônico e 324g de água. No caso do etanol, cada 46g do álcool consumidos consomem 96g de oxigênio, produzindo 88g de gás carbônico e 54g de água.

Combustível	Consumo de combustível	Consumo de O <sub>2</sub> (g)	Produção de CO <sub>2</sub> (g)	Produção de H <sub>2</sub> O (g)
Gás Natural (metano)	116g	64g	44g	36g
Gasolina (Octano)	228g	800g	704g	324g
Álcool (etanol)	46g	96g	88g	54g

<sup>7</sup> Os cálculos aqui apresentados são baseados na Lei de Lavoisier e na Lei de Proust e, conseqüentemente, no Cálculo Estequiométrico.

<sup>8</sup> Destacamos que os cálculos apresentados consideram a gasolina e o etanol puros, ou seja, sem adição de etanol anidro à primeira e sem presença de água no segundo.

Considerando massas iguais de combustível consumido (1g) e agregando a energia liberada pela combustão a essa comparação, temos:

Combustível	Consumo de O <sub>2</sub> (g)	Produção de CO <sub>2</sub> (g)	Produção de H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	Energia Liberada (em kJ/g)
Gás Natural (metano)	4,0g	2,75g	2,25g	56,25
Gasolina (Octano)	3,51g	3,09g	1,42g	30,44
Álcool (etanol)	2,08g	1,91g	1,17g	48,25

Como se pode observar, o gás natural libera uma energia bem maior do que os outros dois combustíveis, para uma mesma massa de combustível queimado.

Incolor, inodoro, não-tóxico e mais leve do que o ar, o gás natural produz energia, sem liberar quantidades significativas de compostos de enxofre<sup>9</sup> na atmosfera. Isso não ocorre com outros combustíveis fósseis como carvão mineral e óleo diesel, grandes emissores atmosféricos de óxidos de enxofre – substâncias que são capazes de acidificar a chuva, provocando o fenômeno da “chuva ácida”<sup>10</sup>.

O óleo diesel é uma mistura constituída, predominantemente, por hidrocarbonetos alifáticos cujas cadeias carbônicas possuem de 9 a 28 átomos. É, portanto, um combustível mais rico em átomos de carbono que a gasolina.

Enquanto os motores que utilizam a gasolina ou o álcool aspiram a mistura ar/combustível e têm a ignição produzida por meio da centelha das velas de ignição, nos motores a diesel o início da combustão se dá por auto-ignição do combustível. Nesses motores, o ar aspirado para o interior do cilindro é comprimido pelo pistão, de forma a elevar a temperatura. O combustível é injetado diretamente na câmara de combustão, imediatamente antes de sua queima.

O tempo decorrido entre o início da injeção e o início da combustão é chamado de atraso de ignição. Quanto menor for o atraso melhor será a qualidade de ignição do combustível. Um atraso longo provoca um

<sup>9</sup> O enxofre, em sua forma de substância pura simples, é um sólido amarelo, à temperatura ambiente, com odor característico. Em geral, é extraído de minas em grandes profundidades; a partir de metais aos quais está associado como impureza ou por meio da recuperação de gases ácidos do petróleo. A Petrobras produz cerca de 7% do enxofre comercializado no mercado brasileiro. Todavia, seus óxidos são gases, à temperatura ambiente, cuja presença na atmosfera inspira cuidados das autoridades ambientais.

<sup>10</sup> Apesar de qualquer chuva ser ácida, mesmo em condições de “poluição zero”, por conta do equilíbrio da água com o gás carbônico, só dizemos que a chuva tem um excesso de acidez quando seu pH for menor que 5,6. O aumento da acidez na chuva ocorre principalmente quando há um aumento na concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera. Estes óxidos, assim como o óxido de carbono, são chamados de anidridos ou óxidos ácidos. Essa denominação se justifica pelo fato de esses óxidos, em contato com a água, formarem ácidos. Portanto, a água da chuva, na presença desses óxidos, pode tornar-se demasiadamente ácida. Voltar-se-á ao tema mais adiante.

acúmulo de combustível que, quando entra em uma auto-ignição fora do ponto ideal, provoca aumento brusco de pressão, acompanhado de um forte e característico ruído, conhecido como “batida diesel”.

A determinação da qualidade do diesel como combustível utiliza como parâmetro principal o número de cetano (NC), similar ao número de octanas ou octanagem para a gasolina. O NC indica as características do diesel, especialmente no que se refere à partida do motor e ao seu funcionamento sob carga. Quanto menor o NC maior será o retardo da ignição e, conseqüentemente, maior será a quantidade de combustível que permanecerá na câmara sem queimar no tempo certo. Ou seja, nesses casos, quando a queima ocorrer, gera uma quantidade de energia superior àquela necessária, o que pode causar danos mecânicos e perda de potência.

Óleos com alto teor de hidrocarbonetos do tipo alcano ou parafinas apresentam alto valor de NC, enquanto aqueles ricos em hidrocarbonetos aromáticos apresentam baixo NC. Assim, o desempenho do diesel é comparado, em um motor de teste padrão, com o desempenho de uma mistura de n-hexadecano, um alcano (parafina) conhecido como cetano<sup>11</sup>, e alfa metil-naftaleno, um hidrocarboneto aromático. Ao alcano é atribuído um NC igual a 100 e ao aromático é atribuído um NC igual a zero. Portanto, um combustível com NC igual a 55 tem a mesma qualidade de ignição que uma mistura dos padrões acima citados contendo 55% de cetano. O número de cetano adequado para motores diesel, em geral, situa-se na faixa de 40 a 60.

Na composição do diesel também aparecem compostos que possuem átomos de oxigênio, de enxofre e de nitrogênio. Porém, essas substâncias estão presentes em pequenas concentrações na mistura. Produzido a partir do refino do petróleo, o diesel resulta da reunião de diversas misturas provenientes das diversas etapas de processamento do petróleo bruto.

As proporções dessas misturas no produto final devem obedecer a especificações previamente definidas, imprescindíveis para garantir o bom desempenho do diesel, minimizando o desgaste dos motores e de seus componentes. Além disso, a atenção a tais especificações permite manter, em níveis aceitáveis, o controle da emissão dos poluentes gerados a partir da queima desse combustível.

A Petrobras comercializa dois tipos de óleo diesel, denominados, para fins de mercado, Diesel Metropolitano e Diesel Interior. O Metropolitano, com menor teor de enxofre, é consumido em regiões que atendem a normas mais rígidas no que diz respeito à poluição ambiental. Trata-se de um óleo com menor emissão de material particulado. O Diesel Interior é consumido nas demais regiões do País.

---

<sup>11</sup> Trata-se de um hidrocarboneto cujo nome oficial é **hexadecano**, ou seja, um hidrocarboneto com dezesseis átomos de carbono formando uma cadeia aberta, saturada e não-ramificada.

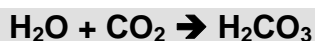
O Diesel Metropolitano possui, desde maio de 2006, um teor de enxofre de, no máximo, 0,05% (500ppm<sup>12</sup>). Esse diesel não possui corantes, tal como ocorre com o Diesel Interior que, para facilitar sua diferenciação, recebe um corante de cor vermelha. O Diesel Interior é comercializado somente em regiões onde não há venda do Diesel Metropolitano. O teor de enxofre do Diesel Interior é de, no máximo, 0,18% (1800ppm).

Em valores médios, o diesel é responsável por um nível de emissões de gases potencialmente agravadores do efeito estufa bem superior aos observados em veículos movidos a gasolina, álcool ou gás natural. Portanto, eventuais medidas que ampliem a utilização de veículos movidos a diesel nas cidades brasileiras certamente implicarão maiores níveis de poluição atmosférica.

Agrava esse fato o conflito em torno de uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a Resolução Conama nº 315, de 29 de outubro de 2002, que previa a adoção, a partir de 1º de janeiro de 2009, do diesel do tipo S-50 (com menor teor de enxofre), prevista na sexta fase do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE)<sup>13</sup>.

A presença do enxofre no diesel contribui decisivamente para as restrições internacionais ao uso dessa mistura. A formação das **chuvas ácidas**, originadas a partir da grande industrialização mundial, é o resultado das reações de óxidos de enxofre e de nitrogênio com a água, ativadas pelas descargas elétricas atmosféricas.

Conforme já descrito, a reação da água com o dióxido de carbono ou gás carbônico (CO<sub>2</sub>), na natureza, formando o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) faz com que qualquer chuva seja levemente ácida. Trata-se de um processo natural e de grande importância ecológica que, de modo simplificado, pode ser representado pela equação química abaixo:



Entretanto, os ácidos derivados do enxofre são, em geral, muito agressivos aos ecossistemas, sendo considerados poluentes atmosféricos altamente nocivos.

O enxofre emitido pelos veículos a combustão apresenta-se, após algum tempo de reação, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) ou trióxido de enxofre

<sup>12</sup> 500 partes por milhão.

<sup>13</sup> O diesel S-50 contém 50 partes de enxofre, cujo símbolo químico é S, para cada milhão de partículas, ou seja, 50 ppm de S. Hoje, conforme dito anteriormente, o diesel comercializado no Brasil pode atingir limites muito maiores para a concentração de enxofre na mistura combustível. Na prática, em regiões metropolitanas, esse teor pode chegar a 500 ppm de enxofre e, nas cidades do interior, esses valores podem atingir número próximo a 2.000 ppm de enxofre.

(SO<sub>3</sub>) que, ao reagirem com o oxigênio e com o vapor d'água da atmosfera, terminam por formar o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), segundo reações que, de modo simplificado, podem ser assim representadas:



Os ácidos formados nesses processos são fortes e corrosivos, podendo prejudicar severamente tanto os ecossistemas naturais quanto os modificados pelos humanos. Os ácidos trazidos pela chuva infiltram-se no solo, empobrecendo-o e libertando produtos tóxicos às plantas e aos animais.

A chuva ácida também afeta as obras de arte, tais como as esculturas feitas em mármore. Esse material, composto principalmente por carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), é transformado pela ação do ácido sulfúrico, resultando em gesso, um produto de valor e resistência incomparavelmente menores, cujo principal componente é o sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>). O efeito dessas reações sobre os monumentos romanos, por exemplo, é devastador. Simplificadamente, o processo pode ser assim representado:



Deve-se observar que, nesse contexto, as nações foram impelidas a adotar políticas públicas voltadas para ações efetivas contra esses efeitos nefastos das emissões derivadas da queima dos combustíveis fósseis. O Brasil não foi exceção.

A Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, ao dispor sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores, tornou-se fundamento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), estabelecendo a obrigação dos fabricantes de motores e veículos automotores e dos fabricantes de combustíveis de tomar as providências necessárias para reduzir os níveis de emissão de monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, fuligem, material particulado e outros compostos poluentes nos veículos comercializados no País.

A presença de enxofre no óleo diesel vem sofrendo fortes reduções nos países desenvolvidos. Nos Estados Unidos, as refinarias já chegaram à quase total eliminação desse elemento na mistura. Esse diesel limpo é importante para a indústria automotiva por motivos que, em princípio, nada tem a ver com a poluição atmosférica. É que o enxofre dificulta o funcionamento dos dispositivos de controle dos gases de escape nos motores a diesel. Esse foi um desafio superado pela indústria no caso dos catalisadores nos veículos a gasolina, mas que remanesce nos veículos a diesel.

Entretanto, a batalha pela eliminação da presença de enxofre na gasolina, ocorrida na década de 1970, resultou em avançadas tecnologias de controle de emissões, tornando os veículos a gasolina até 95% menos

poluentes. É o que se espera que vá ocorrer com a quase total eliminação do enxofre no diesel: a tecnologia automotiva “Clean Diesel”, ou seja, o “Diesel Limpo”.

Segundo o Prof. Dr. Paulo Saldiva, médico e doutor em Patologia, pela Universidade de São Paulo (USP), onde também exerce a chefia do Laboratório de Poluição Atmosférica, de 2009 a 2040, haverá cerca de 25 mil mortes que terão como um fator causador o alto teor de enxofre no diesel<sup>14</sup>.

A Petrobras avança na adaptação de suas refinarias e unidades de hidrotreatamento, visando à redução cada vez maior do volume de enxofre presente no diesel. Está-se falando, nesse caso, do diesel S-10, ou seja, com 10 partículas de enxofre por milhão, exigido para a próxima etapa do programa nacional de controle de emissões, prevista para ser iniciada em janeiro de 2013, para atender às normas do Conama. Note-se que, hoje em dia, 70% do consumo de diesel no Brasil correspondem ao tipo S-1800.

A Petrobras prevê que, durante alguns anos, os postos brasileiros terão três tipos de diesel, pois a estatal não conseguirá abastecer toda a frota com a versão S-10 do combustível. O fornecimento do S-10 é condição primordial para a adoção de motores da categoria Euro 5, que emitem menos poluentes, cuja entrada no País seria em 2016. Contudo, o Conama antecipou essa entrada para 2013, uma vez que a indústria automotiva não cumpriu o acordo para por nas ruas caminhões e ônibus com motores padrão Euro 4, associados ao diesel S-50, ou seja, com 50ppm de enxofre em sua composição.

Os mercados consumidores norte-americano e europeu, cada vez mais, vêm exigindo alta eficiência de combustível e emissões extremamente baixas, sem abrir mão de elevado desempenho. A Volkswagen, por exemplo, apresentou tecnologias inovadoras de propulsão – altamente econômicas e com baixas emissões – em janeiro de 2010, no *North American International Auto Show (NAIAS)*, em Detroit, EUA. São os motores *TDI Clean Diesel*, considerados revolucionários pelos especialistas, capazes de desempenhos da ordem de 7,6 km/l nas cidades e 10,6 km/l nas estradas, em perfeita obediência à legislação dos 50 estados dos EUA.

Simultaneamente, o Brasil mobiliza recursos financeiros, novas tecnologias, esforços políticos e campanhas publicitárias para viabilizar o biodiesel, um combustível obtido por meio de diferentes processos.

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, introduziu diversas alterações à Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, dentre as quais a inclusão de um inciso XXV ao art. 6º, para definir o biodiesel.

---

<sup>14</sup> **As duas faces da Petrobras. O diesel limpo no Brasil.** Entrevista disponível em [http://www.ihu.unisinos.br/index.php?option=com\\_entrevistas&Itemid=29&task=entrevista&id=19205](http://www.ihu.unisinos.br/index.php?option=com_entrevistas&Itemid=29&task=entrevista&id=19205)

Trata-se de um biocombustível derivado de biomassa renovável, para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

Desse modo, o biodiesel é um combustível biodegradável e derivado de fontes renováveis, com significativo potencial de contribuição para a melhoria dos parâmetros associados à qualidade ambiental. Sua utilização como combustível apresenta várias características positivas em relação às exigências do Protocolo de Quioto e às emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Além dos benefícios ambientais, a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira possibilita a criação de novos mercados associados à sua cadeia de produção, agrega valor a matérias-primas, gera empregos e reduz as importações de óleo cru e óleo diesel refinado, entre outros impactos positivos.

Inúmeras espécies vegetais podem servir como matérias-primas para a produção de biodiesel. No Brasil, destacam-se a soja, o dendê, o girassol, o babaçu, o amendoim, o pinhão manso e a mamona. Em todos os casos, vários processos físico-químicos devem ser utilizados nessa produção.

O biodiesel pode ser obtido por diferentes rotas, tais como a do craqueamento, a da esterificação ou, mais comumente, a da transesterificação. Nesse caso, o que se tem é um processo que visa a modificar as estruturas moleculares de óleos vegetais, tornando-as praticamente idênticas às que compõem o óleo diesel. Resulta das reações uma mistura com propriedades físicas e químicas extremamente semelhantes às do diesel derivado de petróleo.

Mais especificamente, pode-se dizer que a transesterificação é um processo em que óleos vegetais ou gorduras animais reagem com alcoóis de cadeias carbônicas pequenas, em geral etanol ou metanol, com auxílio de um catalisador. É uma reação química que também produz a glicerina (propanotriol), empregada para fabricação de sabonetes e outros cosméticos, entre outras aplicações.

O menor álcool que existe, o metanol, é um dos reagentes mais indicados para essa reação, pois suas moléculas são muito pequenas e de pequena massa. Esse fato lhe confere qualidades quimicamente interessantes para a transesterificação. Por seu turno, o etanol, o segundo menor álcool existente, leva alguma desvantagem físico-química em relação ao metanol.

Nesse contexto, o metanol é usualmente empregado na produção de biodiesel, pois simplifica o processo. A maioria das usinas que usam metanol na transesterificação tem plataformas industriais cujas matrizes são americanas ou européias, já que o metanol, usualmente sintetizado a partir de fontes não renováveis, é compatível com essas economias. Outra razão para tal escolha é que a transesterificação etílica é mais complexa que a metílica.

A controvérsia relacionada ao uso de óleo vegetal como combustível começa a partir da utilização do termo biodiesel para esse tipo de produto. Efetivamente, nos termos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, essa denominação poderia ser utilizada.

Aqueles que contestam tal denominação passam ao largo do texto legal, sustentando, em termos técnicos, que o biodiesel é o produto da reação química entre um álcool e um óleo vegetal ou animal. Nesses termos, biodiesel seria distinto de qualquer óleo vegetal, uma vez que é quimicamente diferente dos reagentes, que lhe dão origem, ou seja, do óleo vegetal e do álcool usados no processo de fabricação.

O uso do óleo vegetal puro em motores diesel, ou diretamente misturado ao diesel é contestado com base em aspectos físico-químicos e de engenharia mecânica. Entre esses aspectos encontram-se ação da glicerina nos motores projetados para queimar óleo diesel, a diluição do óleo lubrificante, a dificuldade de partida a frio, a queima irregular, a eficiência térmica reduzida e a liberação de dioxinas<sup>15</sup> e de acroleína<sup>16</sup> para a atmosfera.

Em outra trincheira, os que acreditam na viabilidade econômica, social e ambiental dessa utilização garantem que a queima de óleo vegetal em motores apresenta níveis de emissões muito menores, além do efetivo seqüestro de carbono da atmosfera.

Segundo esses defensores, a partida a frio não apresentaria problemas, uma vez que fosse utilizado um *kit* especialmente projetado para esse uso ou a utilização de diesel – que ficaria em outro tanque, no próprio veículo – para fazer o aquecimento inicial.

Outro argumento utilizado é de que a eficiência de um motor movido a óleo vegetal seria bem maior e o desgaste, bem menor. Para os tratores, esse sistema pode ser o ideal, pois os produtores podem plantar o óleo e colocar em suas máquinas.

---

<sup>15</sup> O termo “dioxinas” é a denominação comumente usada, embora não seja a nomenclatura química correta para subprodutos não intencionais de muitos processos industriais nos quais o cloro e produtos químicos dele derivados são produzidos, utilizados e eliminados. Estima-se que, mesmo que a produção das dioxinas cesse hoje completamente, os níveis ambientais levarão anos para diminuir, porque são persistentes, levam de anos a séculos para degradarem-se e podem ser continuamente recicladas no meio-ambiente. Muitas pesquisas apontam efeitos de toxicidade no desenvolvimento e reprodução; impactos sobre o sistema imunológico e carcinogenicidade.

<sup>16</sup> A acroleína é uma substância cujo nome oficial é propenal. Trata-se de um aldeído que apresenta três átomos de carbono e fórmula molecular  $C_3H_4O$ . Quando a glicerina é aquecida – a partir de 260 °C, aproximadamente –, ela se decompõe e produz acroleína.



### 3. PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS NO BRASIL E NO MUNDO

**Marcus Peixoto**

Consultor Legislativo do Senado Federal  
Área de Economia e Agricultura (marcusp@senado.gov.br)

#### 3.1. Fontes de óleos vegetais

Os óleos vegetais são obtidos, predominantemente, a partir de sementes de diversas espécies vegetais. O Brasil possui grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais é possível extrair óleos vegetais, inclusive para utilização em sua matriz energética.

Algumas espécies são nativas e de ciclo longo ou perenes como, por exemplo, dendê (*Elaeis sp.*), buriti (*Mauritia sp.*) e babaçu (*Orbignya sp.*) e mamona. Outras são cultivadas em ciclos curtos, tais como a soja e o amendoim. Sobre esse último, uma interessante opção de cultivo para o Brasil, é importante registrar que o óleo de dendê nada mais é do que o erroneamente chamado de “óleo de palma”, por conta da tradução pouco feliz de um termo derivado da língua inglesa – a expressão “*palm oil*”. Essa tradução leva os desavisados a imaginar a existência da extração de óleo a partir de outra espécie vegetal que não o dendê. Há, inclusive, quem pense tratar-se da cactácea (*Opuntia cochenillifera*) utilizada pelos lavradores nordestinos para alimentar o gado em tempos de secas severas, cuja denominação também é palma.

Efetivamente, a expressão “palma” pode ser utilizada para caracterizar a família de plantas monocotiledôneas, da ordem das *Arecales*. São plantas, em geral, de aspecto facilmente identificável pelo tronco indiviso e liso, e pelas grandes folhas, penadas e situadas no ápice. Todavia, a denominação abrange cerca de 1.200 espécies tropicais, cuja principal família botânica é *Arecaeae* (antiga *Palmaceae*), sendo que, aproximadamente, um terço está presente no Brasil. Podem ser citados como exemplos, além do dendê, o coco-da-baía (*Cocos nucifera L.*), a palmeira imperial (*Roystonea oleracea*), e o açaí (*Euterpe oleracea*). Sendo atualmente o óleo de dendê o primeiro óleo vegetal mais produzido e consumido no mundo, o uso da expressão de origem inglesa difundiu-se rapidamente.

Da família *Euforbiaceae*, destaca-se o pinhão manso (*Jatropha curcas*) uma oleaginosa potencialmente importante, ainda em estudo, também conhecida como purgueira e pinha de purga. Dessa família cita-se ainda a mamona (*Ricinus communis L.*), cujo óleo possui largo emprego na indústria química por possuir alta viscosidade (o que, no entanto, é uma característica indesejável ao uso direto como óleo combustível).

Entre os grãos, destacam-se a soja (*Glicine max*) , o algodão (*Gossypium sp.*), a colza (*Brassica napus*) e o girassol (*Helianthus annuus*).

Moret<sup>17</sup> (2007) apresentou, em artigo de sua autoria, uma tabela com a relação das produtividades e do rendimento de óleo para diversas outras culturas, adaptadas à Amazônia, abaixo reproduzida.

#### Oleaginosas, produtividade e rendimento de óleos de culturas adaptadas à Amazônia

Espécie/Nome científico	Produtividade	Rendimento óleo (%)
Açaí do Pará ( <i>Euterpe oleracea</i> )	15 t/há	8% a 10% cozimento da polpa
Amendoim ( <i>Arachis hypogaea</i> L.)	2.235 a 2.677 kg/ há	45 a 50%
Andiroba ( <i>Carapa guianensis</i> )	180 a 200 kg/amêndoa/ano	50% semente
Babaçu ( <i>Orbignya barbosiana</i> )	50 a 200kg/pé	66%
Bacaba ( <i>Oenocarpus bacaba</i> )	1 a 3 cachos/planta/ano ~20kg de frutos	5 a 8% inteiro 1% amêndoas
Buriti ( <i>Mauritia vinifera</i> )	10 a 20 ton/ha	31%
Cacau ( <i>Theobroma cacao</i> )	4000Kg/há	46%
Caiaué/dendê ( <i>Elaeis oleifera</i> )	35t/cachos/hectare	35%
Castanha-de-cutia ( <i>Couepia edulis</i> Prance)	200 kg frutos nas árvores adultas.	até 73% óleo
Castanha-do-brasil ( <i>Bertholletia excelsa</i> )	200 a 400 frutos/árvore	63 a 69% óleo
Copaíba ( <i>Copaifera multijuga</i> )	30 a 230ml	Extração da madeira
Cumaru ( <i>Dipterix odorata</i> )		30% óleo amarelo claro
Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	7000frutos/ha/ano	48% cozimento da polpa
Gergelim ( <i>Sesamum indicum</i> L.)	50.000 a 150.000 plantas/há	49%
Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> )	Encontrado disperso na natureza	1kg polpa fresca, produz 32,05g óleo esverdeado
Mamona ( <i>Ricinus communis</i> L.)	500 a 4.000kg/ha	47%
Murumuru ( <i>Astrocaryum murumuru</i> )		44%
Pataúá ( <i>Jessenia bataua</i> )	1,5/ha/ano	18% por cozimento da polpa
Piquiá ( <i>Caryoca villosum</i> )	300 a 500 frutos/ano a 1.000 a 1.500 frutos-seleção genética e adubação.	62% polpa seca
Pupunha ( <i>Bactris gasipaes</i> )	25 t/ha/ano de frutos frescos	62% óleo no mesocarpo seco
Seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> )	150 kg/ha/árvore.	43% óleo da semente
Soja ( <i>Glycine max</i> L. Merrill)		18%
Tucumã ( <i>Astrocaryum aculeatum</i> )	50 Kg/ano	17 a 75%
Umari ( <i>Poraqueiba sericea</i> )	70 a 200kg/planta	40 a 50%
Urucuri ( <i>Scheelea martiana</i> )	3 a 6 cachos ao ano com peso entre 20 a 25 Kg cada um	66%

Fonte: RODRIGUES (1989); FAO (1987), In Moret (2006)

<sup>17</sup> MORET, Artur de Souza. **Óleo vegetal como combustível para energia elétrica em pequenos aglomerados de Rondônia como forma de geração de renda.** . In: V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2006, Brasília-DF. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Brasília - DF : V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2006., 13p. Disponível em: <http://www.gpers.unir.br/docsgpers/artigo%20oleos%20cbpe%202006.pdf>

### 3.2. Produção de oleaginosas no Brasil e no Mundo

Conforme estudo feito por Amaral (2009<sup>18</sup>) para a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), o óleo de soja atualmente ocupa a segunda posição na oferta mundial de óleos e gorduras. Em 1990, a produção desse óleo situou-se em torno de 16,1 milhões de toneladas, seguida do óleo de dendê, com 10,8 milhões de toneladas. Outros óleos vegetais com produção mundial significativa, naquele ano, foram os de colza e girassol, ambos com aproximadamente 8 milhões de toneladas, e os de algodão e amendoim, com aproximadamente 4 milhões de toneladas cada um.

Muitos desses óleos, tal como ocorre com a soja, têm a sua produção vinculada ao crescimento da demanda de outros produtos da oleaginosa. É o caso do algodão, cuja principal demanda é a pluma para a indústria têxtil e de vestuário. Outro caso é a oferta de gorduras animais (sebo bovino, gordura de frango e banha de porco), que não teria relação com a demanda por estes produtos em si, mas sim com a demanda por carnes.

A demanda mundial crescente por óleo para uso alimentar impulsionou o crescimento da produção de oleaginosas com teor de óleo mais elevado que a soja, muito antes do surgimento da demanda da indústria de biodiesel, incentivando o crescimento da produção de variedades cujo rendimento em óleo por hectare era mais vantajoso.

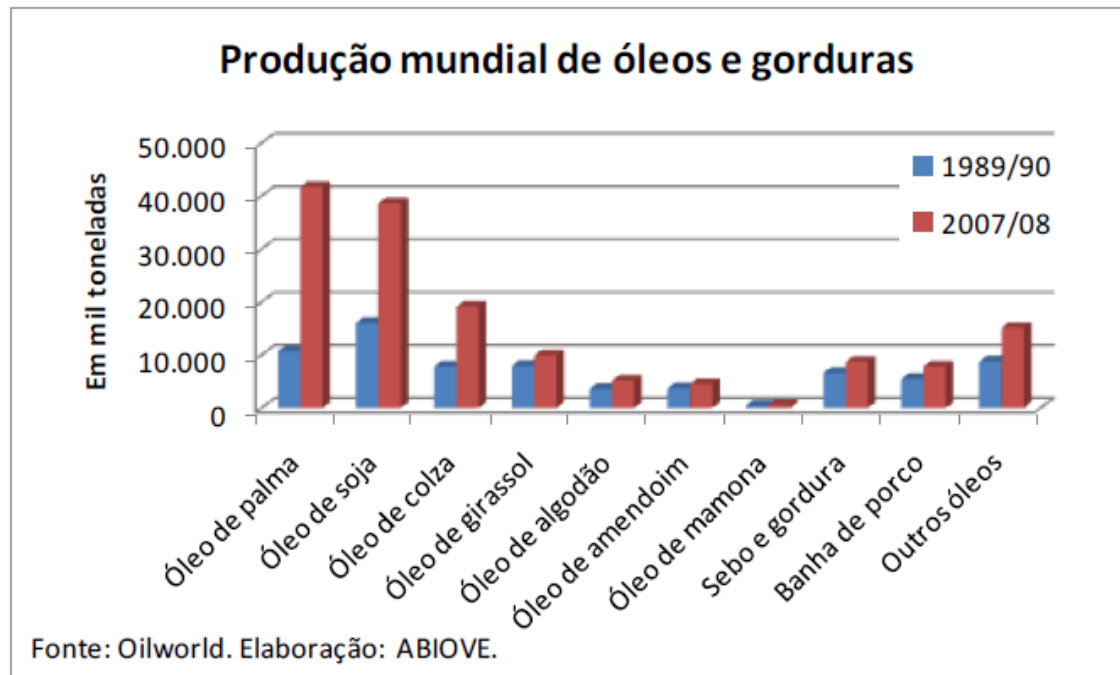
O caso mais proeminente dessa mudança no padrão de demanda foi a produção de óleo de dendê, cujo crescimento foi tão acelerado que superou a soja como a maior oferta de óleos vegetais do mundo. Outro caso importante foi do óleo de colza, que aumentou a produção para 19,1 milhões de toneladas, uma variação de 145% em menos de duas décadas.

No gráfico a seguir, é possível visualizar o grande crescimento da produção mundial de óleo de dendê, que, com 40 milhões de toneladas, superou em 2008 a produção de óleo de soja. Em 2008, a Malásia produziu 17,7 milhões de toneladas de óleo de dendê em 4,5 milhões de hectares. Embora a produção de óleo de dendê (palma) da Malásia seja inferior à da Indonésia, aquele país ainda é o maior exportador de óleo de dendê do mundo.

---

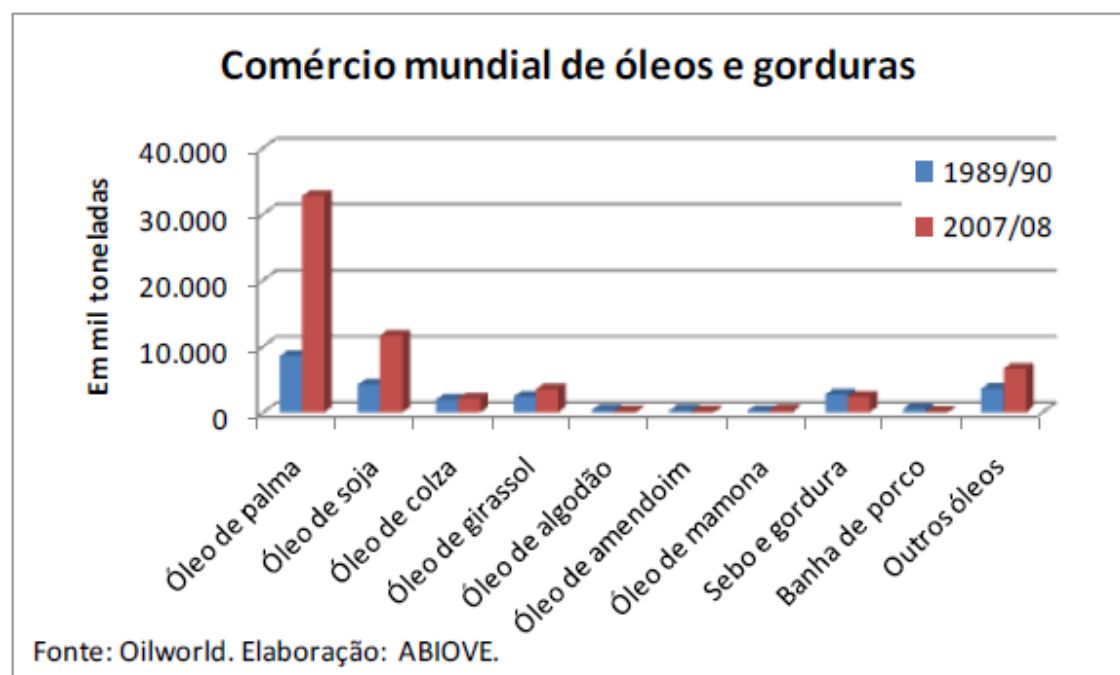
<sup>18</sup> AMARAL, Daniel Furlan. **Desmistificando o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel** - A visão da indústria brasileira de óleos vegetais. São Paulo : ABIOVE, Agosto de 2009. Disponível em:

[http://www.abiove.com.br/palestras/abiove\\_mercado\\_oleaginosasPBIO\\_dez09.pdf](http://www.abiove.com.br/palestras/abiove_mercado_oleaginosasPBIO_dez09.pdf). Acesso em: 04/02/2010



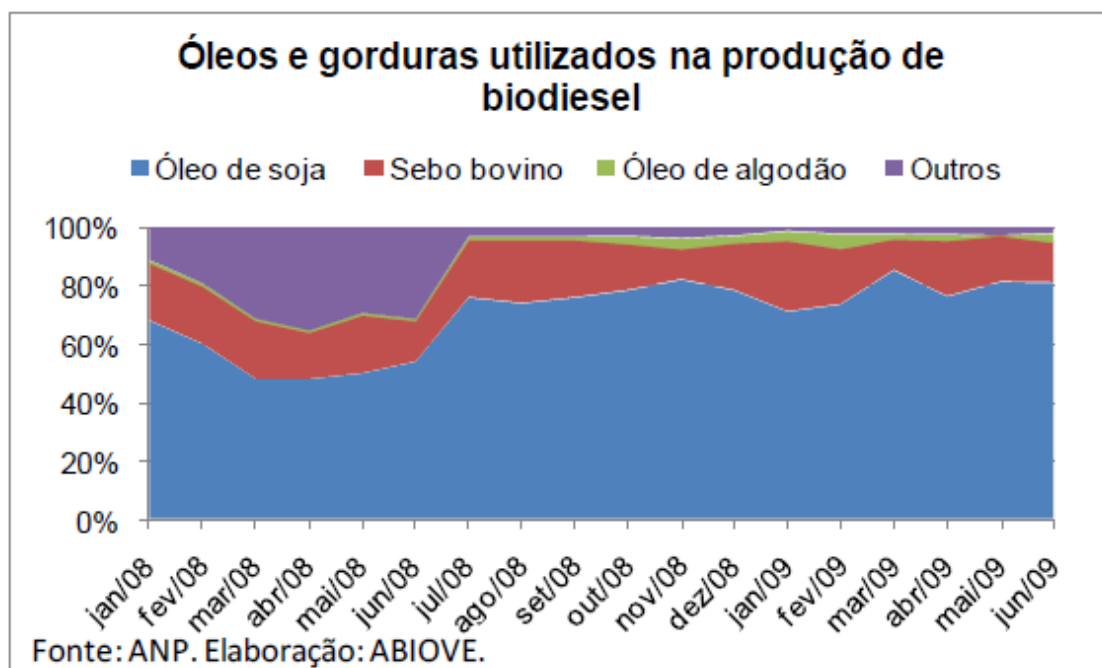
O comércio internacional desses produtos também coloca em evidência a forte relação entre produção e demanda de óleos vegetais. Conforme a Abiove,

o óleo de soja também cresceu, porém em menor magnitude, partindo de 4,2 milhões de toneladas em 1989/90 para 11,6 milhões de toneladas em 2007/08, variação de 177%. Esses números não foram maiores porque a produção de óleo de soja depende intrinsecamente do desempenho do mercado de carnes, sendo essa a sua limitação física e econômica, como foi explicado.



Para os outros óleos e gorduras, o comércio era e continuou marginal em relação à produção. O motivo para isso é que o consumo doméstico dos países é suficiente para absorver a produção local. Esse é o caso dos óleos de algodão, amendoim e mamona, por exemplo.

De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o óleo de soja é, atualmente, a principal matéria prima da produção de biodiesel no Brasil, responsável por entre 70% a 80% da produção do biocombustível. Outras matérias-primas com participação significativa são o sebo bovino, o qual vem sendo utilizado entre 15% e 20%, e o óleo de algodão, entre 3% e 5%. Outros materiais graxos participam residualmente (ver gráfico a seguir).



A tabela da Abiove a seguir, sobre a disponibilidade de óleos vegetais e gorduras animais no Brasil em 2007/08, ratifica os dados apresentados no gráfico anterior, demonstrando que a soja ainda é a principal fonte de óleos vegetais, com 73,3% de participação, seguida de óleos de origem animal (11,6%). O óleo de dendê (palma) participa com apenas 4,1% do mercado nacional.

## Disponibilidade de óleos vegetais e gorduras animais no Brasil 2007/08 – em mil ton.

Produto	Produção	Importação	Oferta	Part. %
Óleo de soja	6.258	90	6.348	73,3%
Sebo e gordura animal	598	6	604	7,0%
Banha de porco	394	0	394	4,6%
Óleo de palma	215	143	358	4,1%
Óleo de algodão	278	0	278	3,2%
Óleo de girassol	50	20	70	0,8%
Óleo de colza	59	9	68	0,8%
Óleo de mamona	56	8	64	0,7%
Outros óleos vegetais	366	106	472	5,5%
<b>Total</b>	<b>8.274</b>	<b>382</b>	<b>8.656</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Abiove

As tabelas abaixo mostram que a produção de soja no Brasil cresceu de 41,9 milhões de toneladas, na safra 2001/02, para 57,17 milhões de toneladas na safra 2008/09. Um significativo aumento é esperado, porém, na safra 2009/10, já que no oitavo Levantamento de Safras a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estimava que, em maio de 2010, a produção de soja seja de 67,864 milhões de toneladas, 18,7%, ou 10,7 milhões de toneladas superior à produção atingida na safra do ano anterior. Os estoques, entretanto, segundo a Abiove, devem ser reduzidos, de 2,3 milhões de toneladas, para 600 mil de toneladas do grão, podendo haver alguma recuperação em 2011.

## Soja Grão - Ano Comercial - valores em 1000 toneladas

GRÃO	2010/11(p)	2009/10(p)	2008/09	2007/08	2006/07	2005/06	2004/05	2003/04	2002/03	2001/02
<b>Estoque Inicial</b>	600	1.991	2.027	2.289	1.220	779	1.124	294	341	429
<b>Produção</b>	-	67.864 (**)	57.165	60.017	58.391	55.027	52.304	49.792	52.017	41.916
<b>Importação</b>	100	100	83	108	40	352	364	1.124	1.100	849
<b>Sementes - Perdas/Front.</b>	2.700	2.700	2.700	2.700	2.500	2.700	2.650	2.500	2.000	1.700
<b>Exportação</b>	27.100	28.000	24.514	23.805	24.768	22.389	18.952	19.987	16.074	15.522
<b>Processamento</b>	32.200	30.300	31.895	31.511	28.756	29.728	28.914	27.796	25.842	22.773
<b>Estoque Final</b>	1.000	600	1.991	2.027	2.289	1.220(*)	779(*)	1.124(*)	294	341

Fonte: Abiove e Conab (adaptado pelo do autor)

(p) Previsão - 22 de janeiro de 2010

(\*) O valor refere-se somente aos estoques em poder das Indústrias de Óleos Vegetais

(\*\*) Dado de maio de 2010, colhido no site da CONAB

Nota - Os dados acima de referem ao ano comercial, que se inicia em fevereiro e se encerra em janeiro.

Pouco mais da metade da produção nacional é processada industrialmente. Assim, 53,7% da produção e do estoque de soja foram destinados ao processamento em 2009, sendo o restante dirigido à exportação do grão.

O farelo e o óleo de soja são os principais derivados do processamento. Conforme a Conab, dos 32,5 milhões de toneladas de soja consumidos internamente em 2009, 23,187 milhões de toneladas (71,2 %) foram transformadas em farelo, e 5,87 milhões de toneladas em óleo, sendo 4,25 milhões de toneladas destinadas ao consumo interno, e 1,59 milhões de toneladas destinadas à exportação.

#### Brasil - Balanço de oferta e demanda - em 1.000 toneladas

PRODUTO	SAFRA	ESTOQUE INICIAL	PRODUÇÃO	IMPORTAÇÃO	SUPRIMENTO	CONSUMO	EXPORTAÇÃO	ESTOQUE FINAL
SOJA EM GRÃOS	2003/04	4.522,0	49.988,9	349,0	54.859,9	31.090,0	19.247,7	4.522,2
	2004/05	4.522,2	52.304,6	368,0	57.194,8	32.025,0	22.435,1	2.734,7
	2005/06	2.734,7	55.027,1	48,8	57.810,6	30.383,0	24.957,9	2.469,7
	2006/07	2.469,7	58.391,8	97,9	60.959,4	33.550,0	23.733,8	3.675,6
	2007/08	3.675,6	60.017,7	96,3	63.789,6	34.750,0	24.499,5	4.540,1
	2008/09	4.540,1	57.161,6	100,0	61.801,7	32.564,0	28.562,7	675,0
	2009/10	675,0	67.864,6	70,0	68.609,6	36.820,0	26.600,0	5.189,6
FARELO DE SOJA	2003/04	2.155,4	22.673,0	187,8	25.016,2	8.500,0	14.485,6	2.030,6
	2004/05	2.030,6	23.127,0	188,7	25.346,3	9.100,0	14.421,7	1.824,6
	2005/06	1.824,6	21.918,0	152,4	23.895,0	9.780,0	12.332,4	1.782,6
	2006/07	1.782,6	23.947,0	101,2	25.830,8	11.050,0	12.474,2	2.306,6
	2007/08	2.306,6	24.717,0	117,3	27.140,9	11.800,0	12.287,9	3.053,0
	2008/09	3.053,0	23.187,8	100,0	26.340,8	12.000,0	12.253,0	2.087,8
	2009/10	2.087,8	25.348,4	100,0	27.536,2	12.200,0	12.900,0	2.436,2
ÓLEO DE SOJA	2003/04	319,9	5.510,4	27,0	5.857,3	3.010,0	2.517,2	330,1
	2004/05	330,1	5.692,8	3,2	6.026,1	3.050,0	2.697,1	279,0
	2005/06	279,0	5.479,5	25,4	5.783,9	3.150,0	2.419,4	214,5
	2006/07	214,5	5.909,0	44,1	6.167,6	3.550,0	2.342,5	275,1
	2007/08	275,1	6.259,5	27,4	6.562,0	4.000,0	2.315,8	246,2
	2008/09	246,2	5.872,2	15,0	6.133,4	4.250,0	1.593,6	289,8
	2009/10	289,8	6.419,4	30,0	6.739,2	4.980,0	1.380,0	379,2

Fonte: CONAB - Levantamento: Mai/2010.

Não obstante a soja ter participado com 73,3% da produção de óleos vegetais no Brasil em 2008, outras oleaginosas, tais como o girassol e a colza, têm um potencial enorme de desenvolvimento, pois possuem um teor de óleo bem superior ao da soja, e ainda têm uma produtividade baixa no Brasil relativamente a outros grandes países produtores. Em termos comparativos, o teor de óleo da soja é, em média, de 19% e o do caroço de algodão, em torno de 15%. Já o da colza se situa na faixa de 40% e o do girassol em 41%.

O Brasil possui também o maior potencial mundial para a produção do óleo de dendê, em razão dos quase 75 milhões de hectares de terras aptas à dendeicultura, conforme estima o engenheiro agrônomo Jonas Souza, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)<sup>19</sup>. O dendê tem o maior rendimento de óleo por hectare, por volta de cinco toneladas, e pode ser cultivado durante os doze meses do ano. A área plantada, entretanto, ainda é pequena, e subiu pouco, de 81,9 mil ha, em 2000, para 105 mil ha, em 2008, conforme tabela a seguir.

<sup>19</sup> SOUZA, Jonas. **Dendê – Potencial para produção de energia renovável**. CEPLAC. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo9.htm>. Acesso em: 20/05/2010.

**Área plantada e quantidade produzida de dendê (cacho de coco)**

Ano	Área plantada (hectares)	Quantidade produzida (toneladas)
2008	105.056	1.091.104
2007	102.322	1.073.727
2006	96.792	1.207.276
2005	88.721	903.500
2004	87.553	909.285
2003	85.990	896.295
2002	81.498	717.893
2001	85.240	772.097
2000	81.979	678.727

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal (elaboração do autor)

Entre os benefícios que serão obtidos com a diversificação de oleaginosas está o melhor aproveitamento do solo, pois algumas serão plantadas como cultura de inverno, tal como a colza, e em sistema de rotação com outras lavouras, como é o caso do girassol.

Conforme a Abiove, o Brasil conta com uma capacidade instalada de processamento de 51,3 milhões de toneladas de oleaginosas por ano. Contudo, essa capacidade tem 32% de ociosidade média, o que significa a possibilidade de aumentar a produção de farelos e óleos vegetais em aproximadamente 16,5 milhões de toneladas.

Os dados da tabela abaixo mostram que a capacidade de refino, em 2009, supondo 365 dias de funcionamento do parque industrial no ano, chega a 8,34 milhões de toneladas. Como a produção de óleo refinado, em 2009, foi de 6,18 milhões de toneladas, é possível ao Brasil ampliar em até 2,16 milhões de toneladas a produção de óleo refinado, sem ampliação da capacidade do parque industrial existente.

**Capacidade de processamento, refino e envase - valores em tonelada/dia**

Estado	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Capacidade de Processamento</b>	107.950	110.560	115.270	131.768	137.098	143.504	149.504	155.449	165.299
<b>Capacidade de Refino</b>	16.168	16.370	16.300	18.000	18.170	20.010	21.280	21.550	22.860
<b>Capacidade de Envase</b>	14.094	13.425	13.534	13.770	13.760	15.952	15.715	15.635	16.169

Fonte: Abiove

Apesar da grande diversidade de óleos disponíveis no Brasil, hoje efetivamente apenas o óleo de soja é produzido em escala e tem preço competitivo para ser utilizado como combustível.



Os outros óleos como de girassol, algodão, milho, canola<sup>20</sup> e amendoim tecnicamente podem ser utilizados como combustível, mas ainda têm produção reduzida no Brasil em relação às necessidades como combustível, e também tem uso mais nobre na indústria de alimentos e assim os preços de mercado podem inviabilizar seu uso como combustível.

O óleo de girassol, que é um dos que apresenta um potencial de crescimento de produção mais imediato, poderá vir a ser mais utilizado para alimentação em substituição ao óleo de soja, gerando um excedente deste último para ser utilizado como combustível até por ter preço mais baixo.

Será necessário o desenvolvimento da produção em larga escala de óleos não comestíveis como o do pinhão manso, cuja semente pode conter 35 %<sup>21</sup> de óleo, e cuja produtividade pode alcançar até 2.800 litros de óleo por hectare, segundo a empresa americana SG Biofuels<sup>22</sup> que lançou em 22 de fevereiro de 2010 a cultivar Jmax 100, informando que tem custo de produção do óleo de US\$ 1.00 por galão ou R\$ 0,70/litro.

O pinhão manso pode ser consorciado com pasto, contribuindo para a recuperação de pastagens degradadas, que hoje no Brasil chegam a 70 milhões de hectares, sem afetar a produção de gado e nem mudar a cultura de produção regional, agregando e diversificando a renda rural. O gado não come e já foi muito utilizada como cerca viva em fazendas no interior do Estado de Minas Gerais. Experiência realizada em 2008 no município de São Miguel do Araguaia – GO comprovou que 7 meses após o plantio do pinhão manso é possível colocar o gado para pastar sem causar nenhum dano ao pinhão manso que neste momento apresentava altura na ordem de 1 metro.

As variedades de pinhão manso existentes no Brasil apresentam toxidez na torta, mas já foi desenvolvido processo que retira esta toxidez e inclusive já foi testado na alimentação de bovinos e aves pela Universidade Federal de Lavras – MG e por empresa privada no interior de São Paulo.

Outra cultura de óleo não comestível é o crambe (*Crambe abyssinica*, família *Brassicaceae*) que é uma cultura de inverno e, portanto, mais uma alternativa para a safrinha, plantada após a soja, em março/abril. O crambe atinge produção entre 1.000 e 1.800 quilos por hectare e a grande tolerância a seca, a geada, a sua precocidade e o percentual de óleo total entre 26% e 38% são as grandes vantagens dessa cultura, que floresce aos 35 dias e tem ciclo curto, de 85 a 95 dias, com maturação uniforme<sup>23</sup>. Possui também baixo custo

<sup>20</sup> O termo Canola, **CAN**adian **O**il, **L**ow **A**cid, é aplicado a variedades cultivadas de colza mas não deve ser confundido com o óleo de colza, visto que a canola é uma variedade geneticamente transformada e apresenta baixos teores (menos de 2 %) de ácido erúico.

<sup>21</sup> TEIXEIRA, João Paulo Feijão. **Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha* sp.** Bragantia : Campinas, 46(1):151-157, 1987. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v46n1/17.pdf>. Acesso em 20/05/2010.

<sup>22</sup> Disponível em: [www.sgbiofuels.com](http://www.sgbiofuels.com). Acesso em 06/04/2010.

<sup>23</sup> Rural Sementes. **Crambe - alternativa para produção de óleo.** Disponível em: <http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Cultura%20do%20crambe.pdf>. Acesso em 20/05/2010.

de produção, adaptabilidade fácil a solos eutróficos<sup>24</sup>, facilidade de extração do óleo através de prensa/extrusora e não exige novas máquinas e equipamentos para o seu cultivo<sup>25</sup>. É plantada em maior escala no México e Estados Unidos. Seu cultivo no Brasil foi iniciado em 1995 no município de Maracaju/MS, pela Fundação MS que, assim como instituições como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), vem estudando a planta.

Essas culturas citadas ainda estão em fase de desenvolvimento e pelas informações divulgadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) poderão iniciar produções em escala num prazo de 8 anos e, talvez, em prazos menores, pela iniciativa privada, que já tem iniciado plantios de médio porte, sem esperar todo o processo de desenvolvimento.

A produção de óleo através de microalgas (existem milhares de espécies), sobretudo quando associada ao aproveitamento dos nutrientes de águas residuárias de esgoto tratado<sup>26</sup>, é também outra alternativa que não compete com a produção de alimentos. As microalgas têm potencial para produção de 70 toneladas de biomassa (de onde é extraído o biocombustível) por hectare/ano<sup>27</sup>. Estudos vêm sendo desenvolvidos por instituições como a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Também registram-se alianças entre empresas privadas, como a feita entre a ExxonMobil Corporation e a Synthetic Genomics Inc. (SGI), que investirão até US\$ 600 milhões em pesquisas<sup>28</sup>.

Com estas alternativas, pode-se evitar a competição entre óleos para fins alimentares e como combustível, que poderia pressionar a elevação dos preços dos alimentos.

---

<sup>24</sup> Solo que possui concentrações de nutrientes em níveis ótimos ou quase, para o crescimento de plantas ou animais.

<sup>25</sup> BAEZ, Orlando. **“Crambe” a grande aposta das pesquisas em Mato Grosso do Sul**. quarta, 22 agosto 2007 . Pantanal News. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/crambe-grande-aposta-pesquisas-mato-grosso-sul.htm>. Acesso em 20/05/2010.

<sup>26</sup> **Pesquisadores identificam impactos ambientais significativos das algas para biocombustíveis**. quinta, 28 janeiro 2010 . Portal Ambiente Já. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/pesquisadores-impactos-ambientais-significativos-algas-biocombustiveis-280110.htm>. Acesso em 20/05/2010.

<sup>27</sup> **Copel vai pesquisar produção de biocombustível com microalgas**. quarta, 21 outubro 2009. Agência Estadual de Notícias – PR. Disponível em:

<sup>28</sup> **ExxonMobil lança programa de biocombustíveis** terça, 14 julho 2009 . ExxonMobil. Disponível em: .

#### 4. TECNOLOGIAS EM USO E DISPONÍVEIS NO EXTERIOR E NO BRASIL PARA O USO DE ÓLEO VEGETAL REFINADO COMO COMBUSTÍVEL

**Paulo de Moraes**  
Engenheiro Mecânico  
moraispaulo55@hotmail.com

Os problemas do uso direto de óleo vegetal refinado como combustível em motores (são sanados) vêm sendo superados com a utilização de kits de adaptação de motores diesel, alguns já adotados no exterior.

No Brasil, estão sendo desenvolvidos kits com base nos já utilizados na Europa e Estados Unidos, inclusive no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Segundo notícia veiculada pela Agência Brasil<sup>29</sup>, o Inmetro está desenvolvendo, em parceria com a montadora Fiat, um projeto na área de biocombustíveis para transformar motores a diesel em motores que conseguem trabalhar diretamente com óleo vegetal *in natura*. Ainda, conforme a notícia

Também na área de biocombustíveis, o Inmetro pretende este ano consolidar uma das mais importantes parcerias firmadas em 2009, com o National Institute of Standards and Technology (NIST), órgão similar do instituto nos Estados Unidos.

“Nós desenvolvemos conjuntamente os primeiros padrões de medição para biocombustíveis. E isso é fundamental para a transformação do biocombustível em commodity (produtos agrícolas e minerais comercializados no mercado internacional) porque aí você tem padrões facilmente acessíveis de qualidade”.

Os padrões desenvolvidos pelo Inmetro e o Nist estão sendo usados agora nos principais laboratórios da Comunidade Europeia para aferir a capacitação desses laboratórios em medir a qualidade dos biocombustíveis. O projeto com a União Europeia é denominado Biorama.

Adicionalmente, o Instituto Alemão de Normalização (*Deutsches Institut für Normung e. V. - DIN*) publicou em 2006/07 a norma DIN V 51605<sup>30</sup>, “Combustíveis para motores de combustão compatíveis com óleos vegetais – combustível de óleo de colza - Requerimentos métodos de testes”<sup>31</sup>. O Instituto Tecnológico do Paraná (TECPAR) também analisou os óleos refinados de

---

<sup>29</sup> GANDRA, Alana. **Inmetro desenvolve projeto para uso direto de óleo vegetal em motores a diesel**. 11 de Janeiro de 2010 . Agência Brasil. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2010/01/08/materia.2010-01-08.8865313090/view>. Acesso em 09/02/2010.

<sup>30</sup> Em inglês: Fuels for vegetable oil compatible combustion engines - Fuel from rapeseed oil - Requirements and test methods.

<sup>31</sup> Disponível em: <http://www.nmp.din.de/cmd?level=tpl-art-detailansicht&committeeid=54738983&subcommitteeid=75753445&artid=89351884&bcrumblevel=1&JSESSIONID=7DE2A33F1DFC94D598686CE4128FC066.3&languageid=en>

girassol, algodão, milho e colza, produzidos no Brasil, constatando que também atendem a norma DIN V 51605.

Os óleos vegetais, à temperatura ambiente, têm viscosidade superior à do diesel e, dessa forma, não estão adequados à utilização direta nos motores diesel.

Hoje, há dois caminhos para adequar comercialmente os óleos vegetais para serem utilizados como combustível de motores diesel:

### **1. Reduzir a viscosidade do óleo vegetal mediante processo químico.**

O processo mais utilizado é o da transesterificação, que transforma o óleo vegetal no biodiesel. A grande vantagem é que pode ser misturado ao diesel, e ser usado normalmente nos motores. Esse caminho tem um grande inconveniente, que inclusive tem inviabilizado seu uso, que é o elevado custo de produção. Só o processo industrial de transformação do óleo vegetal em biodiesel tem um custo na ordem de R\$ 0,40/litro.

- R\$ 2,60/litro é o preço final do biodiesel no Brasil para as distribuidoras que misturam ao diesel. R\$ 2,32/litro é o valor pago no leilão da ANP (16º leilão em 17/11/09) + ICMS de 12% + transporte atingindo o valor de R\$ 2,60/litro.
- R\$ 1,60/litro é o preço do diesel, pago pelos grandes consumidores em São Paulo; portanto o biodiesel tem um custo de R\$ 1,00/litro mais caro do que o diesel.

Caso fosse vendido puro nas bombas dos postos de combustível, seu valor para o consumidor seria próximo de R\$ 3,00/litro.

### **2. Reduzir a viscosidade através do aquecimento do óleo vegetal refinado.**

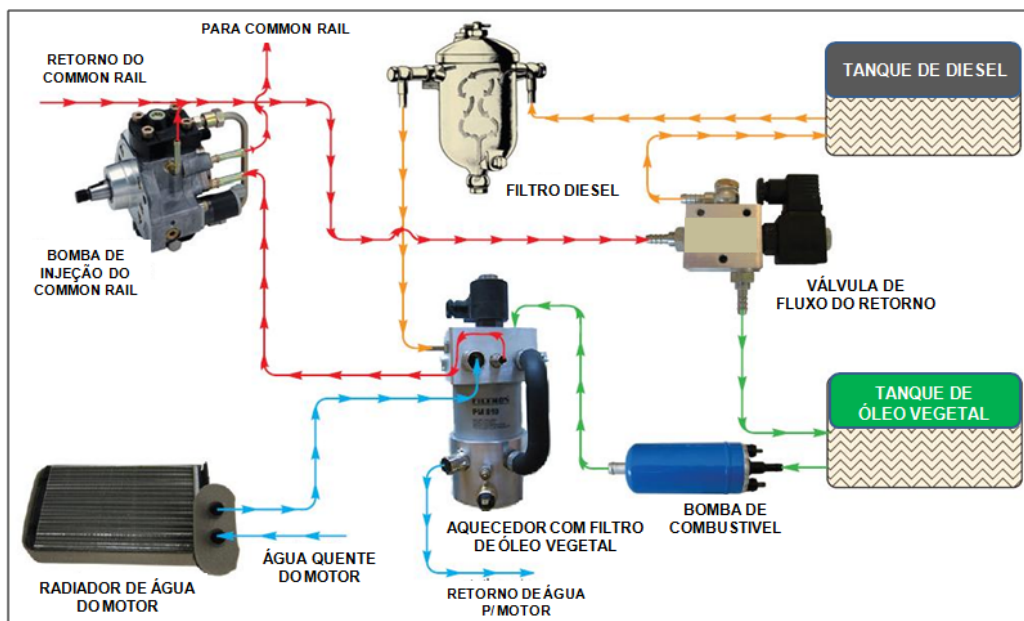
Isso é feito por meio de um dispositivo (kit com um segundo tanque) que vai instalado no veículo, e utiliza a água quente do sistema de arrefecimento do motor e também resistências elétricas, de forma que se chegue a níveis de temperatura na qual o sistema de injeção do motor consiga fazer uma atomização adequada.

Podem ser utilizados os óleos vegetais refinados na forma encontrada nos supermercados, portanto sem nenhum custo adicional.

Nenhuma modificação é necessária nos motores, apenas a adição dos equipamentos (kit). A partida é feita com diesel e após o aquecimento do motor passa a utilizar óleo vegetal refinado, que está em outro tanque separado do diesel, e no momento de desligar o motor, volta para o diesel. Esse processo utiliza o diesel por um período de 5 minutos.

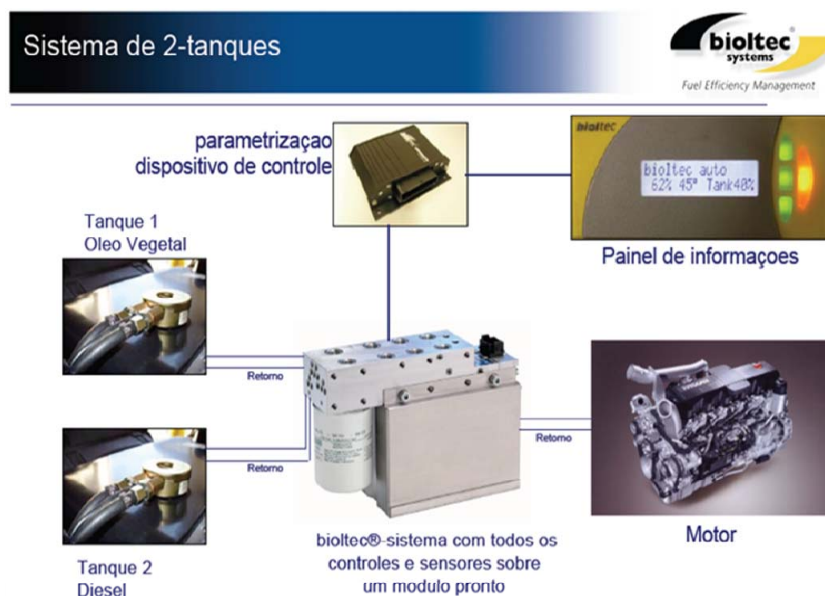
Abaixo se apresenta o esquema de funcionamento do kit com 2 tanques:

### KIT PARA USO DE 100% DE ÓLEO VEGETAL COM 2 TANQUES



Fonte: VoiPower

### COMPONENTES DO KIT



Fonte: do autor

O uso de óleo vegetal diretamente no tanque de diesel, sem os dispositivos (kit) mostrados na figura acima danificaria os motores.

No período de 2004 a 2005, quando o preço do óleo de soja era na ordem de 50% do preço do diesel, muitos produtores rurais no Brasil utilizaram esse óleo vegetal refinado diretamente no tanque de diesel misturado ao diesel e às vezes até puro. Os veículos e máquinas funcionaram normalmente num primeiro momento, como se estivessem operando com diesel, mas em pouco tempo houve a quebra generalizada dos motores.

O uso de óleo vegetal refinado como combustível é largamente utilizado há mais de 12 anos na Europa (principalmente na Alemanha) e também nos Estados Unidos nos mais diferentes meios de transporte e para geração de energia elétrica.

A Deutz, fabricante de tratores e motores diesel na Alemanha e Itália, lançou no Agritechnica Show de Hannover na Alemanha em 2007 o modelo Agrotion Natural Power (ver figura) que foi desenvolvido para o uso de 100% de óleo vegetal refinado, utilizando o sistema de 2 tanques.



Fonte: do autor

Esse trator é vendido com garantia de 2.000 horas ou 2 anos observando que o óleo vegetal refinado a ser utilizado deve atender a norma DIN V 51605.

Ensaios realizados na Alemanha com óleo de soja refinado produzido no Brasil, no padrão que vai para os supermercados, mostram que ele atende a norma acima, conforme mostra o laudo abaixo:

ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH  
Trentiner Ring 30 • D-86356 Neusäss / Germany

Matrixs Ltd.  
attn. Mr. Oliver Roth  
Wiesenstrasse 17  
PO Box 1356  
CH-8032 Zurich

your reference : -  
your order-no. : per Email  
date of order : 9/11/2007  
sample receipt : 9/17/2007  
sampling : Customer  
report date : 9/19/2007  
page : 1 of 1

**Report-No. : 156749**

Sample Designation : Refined Soybean Oil "Imcopa"

Sample Appearance : yellowish, limpid, no free water visible, no contaminations visible, characteristic odour

Sample Container : PE-bottle 1000 ml

ASG-ID : 113742

Seal : -

Parameter	Method	Result	Specification E DIN 51 605	Unit
Density (15 °C)	DIN EN ISO 12185	922,8	900 - 930	kg/m <sup>3</sup>
Flash point	DIN EN ISO 2719	258	min. 220	°C
Kin. viscosity (40 °C)	DIN EN ISO 3104	32,07	max. 36,0	mm <sup>2</sup> /s
Calorific value, lower	DIN 51 900-2	36698	min. 36000	kJ/kg
Celane number (DCN)	IP 498	39,5	min. 39	-
Carbon residue	DIN EN ISO 10370	0,31	max. 0,40	% (m/m)
Iodine value	DIN EN 14111	128	95 - 125	g Iodine/100g
Sulfur content	DIN EN ISO 20884	<1	max. 10	mg/kg
Total contamination	DIN EN 12662	16	max. 24	mg/kg
Acid value	DIN EN 14104	0,095	max. 2,0	mg KOH/g
Oxidation stability 110 °C	DIN EN 14112	8,7	min. 6,0	h
Phosphorous content	DIN EN 14107	<0,5	max. 12	mg/kg
Earth alkali content (Ca + Mg)	DIN EN 14538	<0,5	max. 20	mg/kg
Ash content	DIN EN ISO 6245	0,004	max. 0,01	% (m/m)
Water content	DIN EN ISO 12937	75	max. 750	mg/kg



J. Bernath



ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH  
Trentiner Ring 30  
D-86356 Neusäss / Germany

phone ++49 821 486 25 18  
fax ++49 821 486 25 19  
e-mail info@asg-analytik.de

General Manager  
Dr. Thomas Wilharm  
Amtsgericht Augsburg HRB 12297

Basicamente, todos os óleos vegetais refinados encontrados nos supermercados, como o de soja, girassol, milho, algodão, canola e milho atendem os requisitos dessa norma.

Isso facilita muito o processo, pois a indústria processadora de óleos vegetais não precisa de nenhuma modificação no processo industrial para atender esse uso como combustível.

Os óleos vegetais usados em frituras, que podem ser coletados nos restaurantes e residências, também podem ser utilizados, bastando fazer tratamento para colocá-los nos padrões estabelecidos na norma.

Apresentam-se, a seguir, exemplos de diversas aplicações do uso de óleo vegetal refinado como combustível



**ALEMANHA**

**USO DE 100% DE ÓLEO VEGETAL  
ATRAVÉS DE UM KIT COM UM 2º TANQUE**



**ÔNIBUS COM MAIS DE 700.000 km RODADOS**



**ESTADOS UNIDOS  
Massachusetts**

**VW Jetta TDI – Diesel  
Usando 100% de Óleo Vegetal  
Abastecimento do 2º tanque**



Fonte: New York Times

**Consumo: 21 km/litro (com óleo vegetal)**





ALEMANHA

## Aeroporto de Munique

Uso de Óleo Vegetal Refinado nos tratores de manobra dos aviões.

ATG
Alternative Technology Group GmbH

Home

Diesel-**Them**

Vegetable Oil-**Kit**

Vegetable Oil-**Genset**

Prices / Order

Resellers / Converters

News

Contact

Imprint

ISO 9001:2008  
certified

### News

**Change of Company Name**

The ATG Autozubehoer-Technik Gloett GmbH has recently been renamed to ATG Alternative Technology Group GmbH. The new company name emphasizes the expansion of the business segments "Alternative Fuels" and "Renewable Energies" as well as increasing international activities in connection with our longtime co-operation partners. Beside the change of the company name all other business data remain unchanged.

**Germany's Airport Munich is using Straight Vegetable Oil**

Gloett/Munich - FMG, Airport Munich operating company, is using straight vegetable oil (SVO) for its apron vehicles. In a benchmark against other kit manufacturers the operating company decided to convert two new Fendt Vario 916 tractors with the ATG Vegetable-Oil-System.



Handover of the SVO-converted Fendt tractors at the Airport Munich

The Fendt tractors are operating reliable and powerful at the airport ground with the ATG 2-tank-system which is already installed in over 8.000 vehicles/motors worldwide.



ALEMANHA

## Caminhões



**3.000 Caminhões equipados por apenas um fabricante de kit.**

Fonte: ATG



ALEMANHA

## Trem de carga usando Óleo Vegetal Refinado



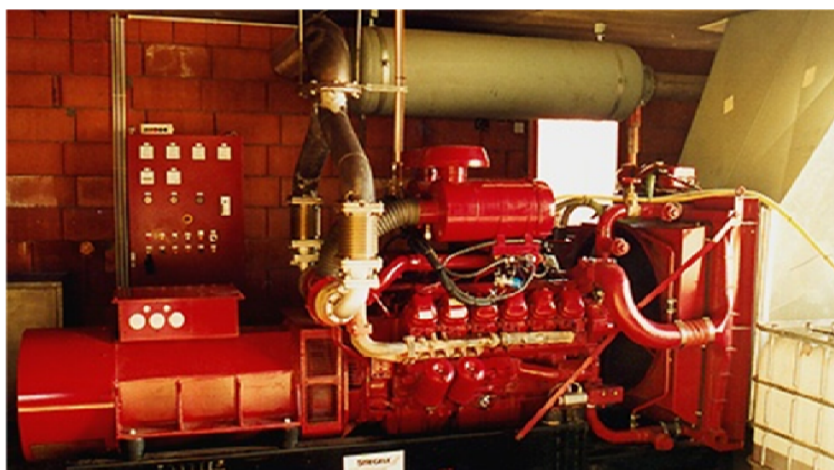
### Converted Cargo Railway

Fonte: Elsbett



ALEMANHA

## Grupo Gerador MAN 12 CILINDROS – 700 HP



Fonte: ATG



**JAPÃO**

## **Barco usando Óleo Vegetal Refinado**



[www.tbwakokisen.co.jp](http://www.tbwakokisen.co.jp)



**ESTADOS UNIDOS**  
**Philadelphia**

## **Ford F-350 usando 100% de Óleo Vegetal**

**Equipamento para coleta de óleo vegetal  
usado em restaurantes**



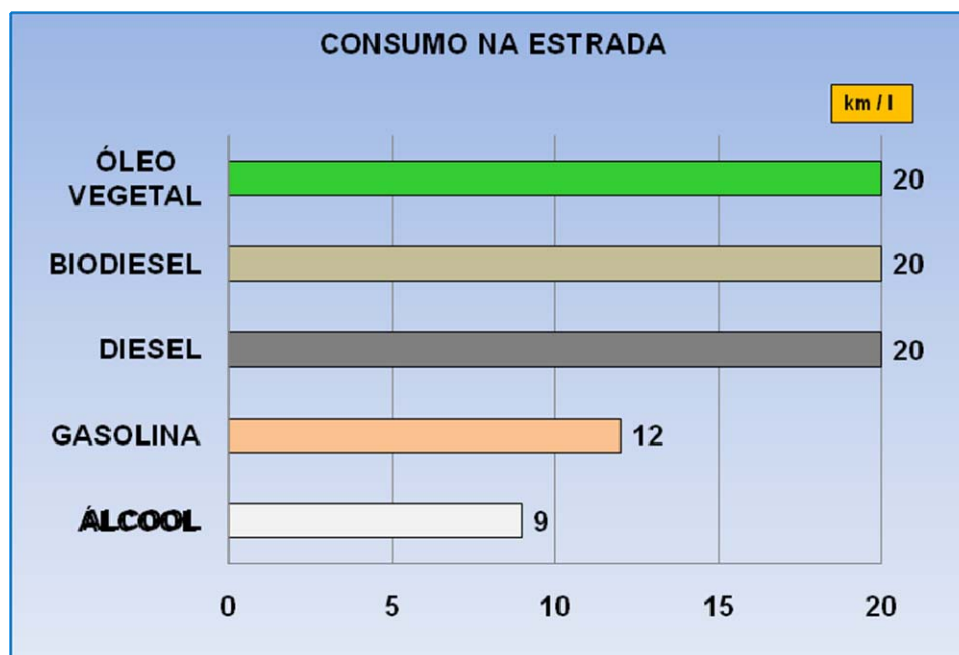


ALEMANHA

VW GOLF COM ÓLEO VEGETAL



### COMPARATIVO DE CONSUMO COM DIFERENTES COMBUSTÍVEIS



Fonte: do autor

**BRASIL - GOIÁS**

**Governador de Goiás, Alcides Rodrigues,  
abastece trator da Fundação Pró-Cerrado / GO  
com 100% de Óleo Vegetal Refinado**

**BRASIL – Pontalina GO  
Usina de Álcool Quixadá**

**Trator operando com 100% de Óleo Vegetal Refinado**



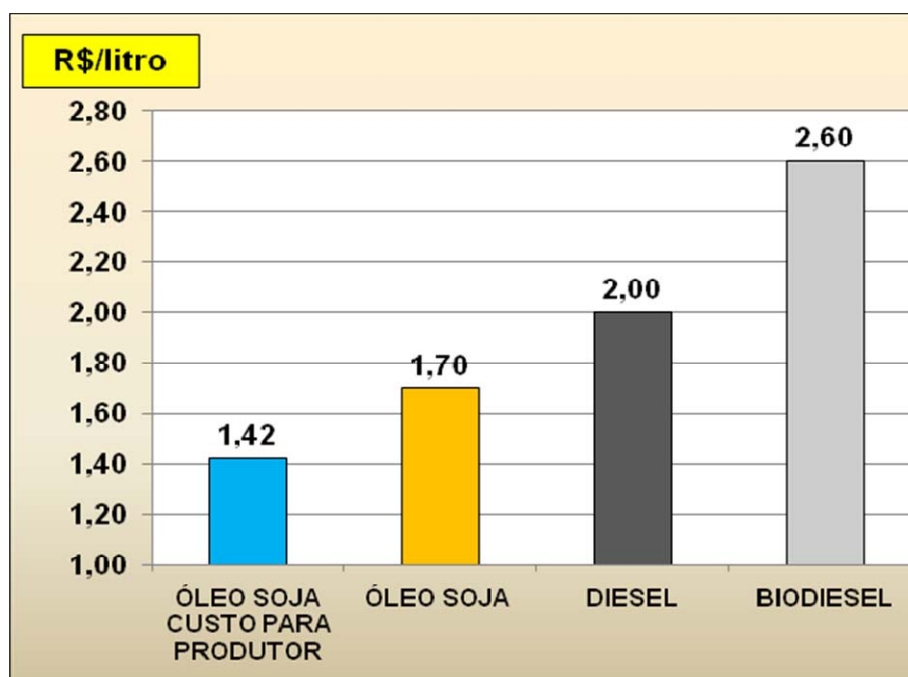
## 5. ASPECTOS ECONOMICOS DO USO DE ÓLEO VEGETAL REFINADO COMO COMBUSTÍVEL

**Paulo de Moraes**  
Engenheiro Mecânico  
moraispaulo55@hotmail.com

**Marcus Peixoto**  
Consultor Legislativo do Senado Federal  
Área de Economia e Agricultura (marcuspe@senado.gov.br)

O gráfico abaixo apresenta a diferença de preço dos combustíveis utilizados na produção agrícola e no transporte, em fevereiro de 2010. É possível verificar o maior custo do biodiesel (R\$ 2,60/litro) em relação ao diesel. Entretanto, o óleo de soja apresenta para o produtor desta cultura um custo de R\$ 1,42. Considerando-se especificamente os preços praticados, as vantagens para o consumo de óleo de soja como combustível são evidentes, em comparação até mesmo com o diesel.



### COMPARATIVO DE PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS MATO GROSSO – FEVEREIRO 2010



Fontes: Bunge – Rondonópolis-MT – Óleo de soja Refinado = R\$ 1.880,00/ton.  
Empresa União – Cuiabá-MT – Óleo Diesel  
ANP – Preço leilão Biodiesel 18/11/09 + ICMS (12%) + frete (R\$ 0,10/l)  
A indústria troca 1 ton de soja por 350 a 400 litros de óleo.

Preço do Biodiesel no leilão da ANP  
Elaboração do autor

A tabela a seguir mostra a pouca movimentação de negócios envolvendo leilões de biodiesel da ANP, realizados em 2009.

 <b>RESUMO DOS LEILÕES NA FASE DA MISTURA OBRIGATÓRIA – 2010</b> <b>5% a partir de janeiro</b>		
 <b>MISTURA OBRIGATÓRIA: 5% - jan/2010</b>		
	16º Leilão <sup>c</sup> Lote 1 Edital ANP 081/09 17/11/09	16º Leilão <sup>b</sup> Lote 2 Edital ANP 081/09 17/11/09
Nº de Ofertantes	29	34
Nº de Vencedores	27	28
Volume ofertado (m <sup>3</sup> )	725.179	
Volume arrematado (m <sup>3</sup> )	460.000	115.000
Preço Máximo de Referência (R\$/m <sup>3</sup> ) <sup>d</sup>	2.350,00	
Preço Médio (R\$/m <sup>3</sup> ) <sup>d</sup>	2.328,54	2.319,18
Deságio (%)	(0,91)	(1,31)
Prazo de entrega	Jan a Mar/10	Jan a Mar/10

### 5.1. Vantagens econômicas para os produtores de soja

Maior potencial econômico teria a substituição do diesel por óleo de soja combustível pelos produtores de soja, como demonstrado nos cálculos a seguir. Cálculos preliminares deste Estudo estimam que a substituição do diesel pelo óleo vegetal processado da soja pelos agentes integrantes da cadeia produtiva da soja, somente no Estado de Mato Grosso, resultariam em uma economia potencial de R\$ 1,365 bilhão:

- O **custo de produção da saca de soja** está em torno de R\$ 30,00
- O **custo de processamento** (esmagamento e refino) da soja na indústria está em torno de US\$ 20,00/ton (R\$ 36,00 aproximadamente), o que equivale ao custo de produção de 1,2 saca de soja (supondo R\$ 30,00 por saca)
- 1 tonelada de soja equivalem a 16,7 sacas (60 Kg/saca)
- O rendimento de 1 tonelada de soja processada equivale a 180 litros de óleo refinado mais 820 kg de farelo
- Custo de produção (de óleo + farelo) após processamento (convertido em custo de produção do grão) seria de 17,9<sup>32</sup> sacas x R\$ 30,00 = R\$ 537,00
- Com o **Preço do farelo de soja** em R\$ 500,00 por tonelada teríamos a seguinte receita com farelo derivada do processamento de 1 tonelada de soja: 0,82 (tonelada) x R\$ 500,00/ton = R\$ 410,00
- Assim, obtemos o **custo do óleo refinado para o produtor** = R\$ 537 – R\$ 410 = R\$ 127,00 /
- Para obtenção do valor por litro, dividimos o custo do óleo refinado pelo rendimento e adicionamos custo do transporte da esmagadora para a

<sup>32</sup> São as 16,7 sacas por tonelada, mais o custo de produção de 1,2 sacas

fazenda, que é de R\$ 0,10 por litro:  $R\$ 127,00/180 \text{ litros} = R\$ 0,71/\text{litro}$  de óleo + R\$ 0,10/litro = **R\$ 0,81/litro** = 62%

- Participação do **consumo de diesel no custo da saca de soja** = 30 %, ou seja, um custo de R\$ 9,00/saca (equivalente a 4,3 litros de diesel/saca). Se o diesel for substituído por óleo soja, o custo para o produtor de soja seria: 4,3 litros/saca x R\$/litro 0,8 = R\$ 3,43/saca (custo/saca utilizando o óleo refinado combustível).
- **A economia com o uso de óleo refinado combustível seria a diferença a menor entre esta e o custo com o uso de óleo diesel:** R\$ 9,00 – R\$ 3,43 = **R\$ 5,57 por saca de soja.**
- **Custo da saca cairia:** R\$ 30,00 – 5,57 = **R\$ 24,42 (18,6 % de redução do custo de produção da saca praticado atualmente).**

**Preço do diesel** para o grande consumidor (Mato Grosso)

- **R\$ 2,10/litro** (preço na bomba = R\$ 2,30/litro)
- Consumo de diesel na cadeia produtiva da soja = 150 litros/hectare

Consumo de diesel no Mato Grosso na cadeia produtiva de soja

- = 7 milhões ha x 150 litros/ha = 1,05 bilhão de litros de diesel
- **Economia resultante da diferença de preço entre o diesel e o óleo vegetal:** R\$ 2,1/litro – R\$ 0,80/litro = **R\$ 1,3/litro**
- **Economia potencial na cadeia produtiva de soja em MT** com uso de óleo vegetal refinado = 1,05 bilhão de litros x R\$ 1,3/litro = **R\$ 1,365 bilhão**

Informações adicionais:

- Aumento de consumo com o uso de óleo vegetal refinado = 3% em relação ao diesel
- Índice de substituição do consumo = 95 % do diesel (5 % = diesel para partida do motor e limpeza do circuito quando do desligamento do motor)
- Custo de troca de óleo e filtros = 15 % superior ao uso de diesel
- São 12 as capitais que sediarão os jogos da Copa 2014 = 45 mil ônibus (estimativa da frota em circulação) = consumo de 1,6 bilhão de litros de diesel/ano<sup>33</sup>

Outro modelo utilizado pelos produtores de soja tem sido a troca de grãos por óleo, sendo a base da troca de 1 tonelada de grãos x 350 a 400 litros de óleo.

---

<sup>33</sup> 35% do custo de empresa de ônibus urbano é com combustível (diesel), e 2,05% é a margem de lucro das empresas de ônibus. O ganho das empresas de ônibus seria de 1,6 bilhão litros x R\$ 1,3/litro = R\$ 2,08 bilhões.



Nesse modelo o custo de óleo para o produtor de soja é:

$$16,7 \text{ sacas de soja} \times \text{custo de R\$ } 30,00/\text{saca} = \text{R\$ } 501,00$$

Para se obter o custo por litro, basta dividir o custo pelo volume de óleo em litros:

$$\text{R\$ } 501,00 / 350 \text{ litros de óleo} = \text{R\$ } 1,43/\text{litro}$$

A economia para o setor produtor de soja, neste modelo de troca de grãos por óleo é de: R\$ 670 milhões/ano, o equivalente ao preço do diesel (R\$ 2,10) menos o custo do preço do óleo (R\$ 1,43, calculado acima) vezes o volume total de combustível utilizado em uma safra (1 bilhão de litros):

$$(\text{R\$ } 2,10 - \text{R\$ } 1,43) \times 1 \text{ bilhão de litros/ano} = \text{R\$ } 670 \text{ milhões/ano}$$

## 5.2. Empresas de ônibus urbano

Tomando como exemplo Cuiabá, onde o preço do diesel para as empresas de ônibus urbano (grandes consumidoras) é de R\$ 2,00/litro, e que pode ser substituído por óleo de soja refinado ao preço de R\$ 1,60/litro, proporciona uma economia de R\$ 0,40/litro.

O lucro médio das empresas de ônibus urbano é da ordem de 2%. O combustível representa 35% dos custos. Assim uma redução de 20% (R\$ 0,40/litro), significa um aumento no lucro de 7%, sendo 3 vezes o lucro auferido com o uso de diesel, além de melhorar a qualidade do ar das cidades, a redução do tráfego de caminhões para o transporte do diesel nas rodovias do Mato Grosso, que estão em péssimo estado de conservação e altos índices de acidentes.

O uso de óleo de soja refinado com combustível irá melhorar o balanço comercial dos Estados produtores com a redução das saídas de recursos do Estado para compra de diesel, passando a ter geração de renda dentro do Estado.

Importante ressaltar os aspectos de longo prazo relativos ao uso dos óleos vegetais como combustível:

## 5.3. Uso para produção de Biodiesel

“O marco regulatório que autoriza o uso comercial do biodiesel no Brasil considera a diversidade de oleaginosas disponíveis no País, a garantia do suprimento e da qualidade, **a competitividade frente aos demais combustíveis** e uma política de inclusão social. As regras permitem a

produção a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, possibilitando a participação do agronegócio e da agricultura familiar.”<sup>34</sup>

A competitividade frente aos demais combustíveis, a exemplo do etanol, deve ter uma equivalência de preços considerando também o consumo de cada combustível. No caso o diesel comparando com o biodiesel.

Está em curso teste em ônibus urbanos de Curitiba, operando com 100% de biodiesel (B-100), e foi publicado que o consumo é de 8% superior ao do diesel. Nessa condição, o biodiesel para ser competitivo frente ao diesel, deve ter preço 8% inferior ao do diesel. O preço médio do diesel nos postos em Curitiba é de R\$ 1,85/litro<sup>35</sup>. Os grandes consumidores conseguem preços na ordem de 10% abaixo do praticado nas bombas dos postos o que leva o preço a R\$ 1,66/litro.

Considerando o consumo de 8% superior ao do diesel, e visando à competitividade, o biodiesel deveria ser vendido ao grande consumidor ao preço de R\$ 1,53/litro, com todos os impostos e o frete incluso.

Para se vender biodiesel a R\$ 1,53/litro é necessário fazer aquisição de óleo vegetal a R\$ 0,70/litro. Este valor não remunera os custos de produção dos produtores de óleo vegetal, portanto totalmente inviável e sem nenhum interesse para os produtores.

Portanto o Programa de Biodiesel irá forçar para baixo os preços dos óleos vegetais, buscando sua competitividade em relação ao diesel, mas tirando a rentabilidade do setor produtor, principalmente o do produtor agrícola.

#### **5.4. Uso do óleo vegetal refinado direto**

O preço que o consumidor de óleo vegetal refinado, com o uso do kit, pode pagar pelo óleo, para substituir o diesel é R\$ 1,60 (R\$ 1,66 – 5% que é o consumo maior que o óleo vegetal refinado tem em relação ao diesel).

Esse valor é atrativo para o produtor de óleo vegetal refinado e consegue remunerar de maneira adequada o produtor rural, inclusive criando um mecanismo de indexação de preço ao diesel, o que proporciona uma estabilidade de preço para o óleo vegetal e permite planejamento de investimento a longo prazo, o que é bem visto pelo setor produtor.

---

<sup>34</sup> **Marco Regulatório.** Disponível em [www.biodiesel.gov.br/programa](http://www.biodiesel.gov.br/programa). Acesso em 04/04/2010.

<sup>35</sup> Conforme site: [www.precodoscombustiveis.com.br/postos/cidade/4005/pr/Curitiba](http://www.precodoscombustiveis.com.br/postos/cidade/4005/pr/Curitiba), Acesso em 10/04/2010.

## 5.5. Cidade de São Paulo

O Prefeito de São Paulo Gilberto Kassab aprovou a Lei nº 14.933 de 05 de Junho de 2009 que instituiu a política de mudança no clima no município de São Paulo<sup>36</sup>.

A artigo 50 dessa lei estabelece que, a partir de 2018, todos os ônibus do sistema de transporte público do município não mais utilizarão diesel de petróleo e deverão utilizar combustíveis renováveis. Também estabelece que haverá o corte no uso do diesel de petróleo de 10% ao ano, iniciando em 2009.

De forma efetiva e imediata, só há duas opções para a substituição do diesel: biodiesel e óleo vegetal refinado com o uso do kit com segundo tanque. No caso da opção pelo biodiesel, o custo para as empresas, será de R\$ 2,60/litro. O óleo vegetal refinado poderá ser de R\$ 1,60/litro.

## 5.6. Ganhos socioeconômicos em comunidades isoladas

Além do uso para movimentação de veículos de carga, máquinas agrícolas e transporte público, há uma finalidade ainda mais nobre para o óleo vegetal como combustível, em substituição ao diesel. Trata-se do uso em motores estacionários, destinados à produção de energia elétrica em comunidades distantes dos grandes centros, desprovidas de sistemas de transmissão de energia elétrica, onde o preço do diesel é elevado devido ao custo do seu transporte.

Nesse sentido, alguns trabalhos atestam a eficiência técnica e socioeconômica da substituição do diesel pelo óleo vegetal como combustível. Soares, Vieira e Nascimento<sup>37</sup> (2000) realizaram testes com duração total de 400 horas, utilizando óleo de dendê “*in natura*” como combustível em um grupo gerador diesel convencional. Apesar de alguns problemas, os autores concluíram que

o motor funcionou bem durante as 400 horas com óleo de dendê. No entanto, houve uma queda de 6% na potência, ao longo dos testes. Isto foi devido à acumulação de sujeira na bomba injetora e, secundariamente, à carbonização das câmaras de combustão. Ocorreram problemas iniciais de coqueificação com obstrução parcial dos bicos injetores, mas isto parece ter sido resolvido a contento através do aquecimento do óleo de dendê.

<sup>36</sup> Disponível em:

[http://www.cogen.com.br/legislacao/mambiente/2009/Lei\\_Municipal\\_SP\\_%20Nº\\_14.933\\_05jun2009.pdf](http://www.cogen.com.br/legislacao/mambiente/2009/Lei_Municipal_SP_%20Nº_14.933_05jun2009.pdf)

<sup>37</sup> SOARES, Guilherme F.W.\*; VIEIRA, Leonardo S.R.; NASCIMENTO, Marcos V. G. **Operação de um Grupo Gerador Diesel Utilizando Óleo Vegetal Bruto como Combustível**. CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da UNICAMP. Disponível em: [http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2000/15\\_7.pdf](http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2000/15_7.pdf)

Os custos de geração elétrica quando operando com óleo de dendê foram projetados a partir das manutenções verificadas nestes testes e também levando em conta os dados reportados de outros testes de maior duração. Estas projeções limitaram o uso econômico do óleo de dendê a situações em que o mesmo fosse pelo menos 25% mais barato que o diesel, e onde o gerador utilizado tivesse uma potência relativamente elevada (~100kW).

Ao mesmo tempo, a análise dos dados disponíveis indica que as manutenções e os custos associados podem ser drasticamente reduzidos através de cuidados com a filtração, decantação e controle de acidez do óleo de dendê. Isto tornaria o óleo de dendê competitivo com o diesel mesmo em condições de igualdade de preços e também na aplicação em pequenos geradores. Na aplicação do óleo vegetal em substituição ao diesel, devem-se utilizar preferencialmente motores com injeção indireta. Estes são fabricados no Brasil para geradores de até ~10kW a 1800rpm.

Outro experimento foi conduzido por Fonseca<sup>38</sup> (2007) em sua dissertação de mestrado, que utilizou o óleo de dendê para testar a sua eficiência em substituição ao diesel na geração de energia elétrica. Segundo esse autor, a escolha do dendê se deu por sua grande disponibilidade e facilidade de cultivo na região Norte do país, lugar onde é necessária uma geração distribuída de energia. Além disso, a cultura de dendê tem reduzidos níveis de impacto ambiental (necessita de pouco emprego de defensivos agrícolas) e grandes níveis de seqüestro de carbono, possuindo mais de 50 produtos industrializados, propiciando o aumento da renda familiar na plantação.

Segundo o autor, diversas características do óleo vegetal como combustível são importantes e devem ser consideradas. Entre elas,

a viscosidade, que é a medida da resistência interna oferecida ao escoamento de um líquido, constitui uma importante propriedade intrínseca dos óleos vegetais, de considerável influência no mecanismo de pulverização do jato de combustível, afetando por isso o funcionamento do sistema de injeção e refletindo no processo de combustão, de cuja eficiência dependerá a potência máxima desenvolvida.

---

<sup>38</sup> FONSECA, Clóvis Henrique Meirelles. **Substituição do Óleo Diesel por Combustível Alternativo na Geração de Energia Elétrica**, maio de 2007. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da PUC-Rio. Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0412756\\_07\\_cap\\_03.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0412756_07_cap_03.pdf).

Devidamente aquecido, o óleo de dendê passa a apresentar viscosidade próxima à do diesel:

#### Viscosidade dos combustíveis

Combustível	Viscosidade (mm <sup>2</sup> /s)
Diesel a 25°C	8,325
Dendê a 60°C	20,68 ± 0,09
Dendê a 100°C	8,32 ± 0,04

Fonte: Fonseca (2007)

Coelho *et alii*<sup>39</sup> (2004) testaram na comunidade Vila Soledade, pertencente ao Município de Moju, no Estado do Pará, um kit conversor para permitir que um motor operasse com óleo vegetal de dendê, para produção de energia elétrica<sup>40</sup>. Os autores concluíram que é viável a utilização do óleo de dendê nos locais em que a população possa produzir seu próprio combustível e que o óleo diesel chega com um alto custo. Para eles,

a utilização de energia elétrica sem interrupções, gerada diariamente pelo grupo gerador operando com óleo de dendê, proporcionou para a população um aumento de renda, já que a mesma pode usufruir de equipamentos, que antes não poderiam ser utilizados devido à falta de energia elétrica.

Moret (2007) desenvolveu um estudo sobre mecanismos para a determinação e domínio de geração de energia a partir de óleos vegetais de oleaginosas adaptadas ao Estado de Rondônia para a Reserva extrativista (RESEX) Ouro Preto (criada pelo Decreto n° 99.166, de 13 de março de 1990), envolvendo a Associação de Seringueiros Agro-Estrativistas do Baixo Rio Ouro Preto (ASAEX). O autor concluiu que

<sup>39</sup> COELHO, Suani Teixeira, SILVA, Orlando Cristiano da, VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González, MONTEIRO, Maria Beatriz C.A. SILOTTO, Carlos Eduardo Grassi. **A utilização de óleo de palma “in natura” como combustível em grupos geradores a diesel.** Trabalho apresentado e publicado no I Congresso Internacional de Bioenergia, 18 a 21 de Outubro de 2004 em Campo Grande, MS. Disponível em:

[http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/provegam\\_bioe.pdf](http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/provegam_bioe.pdf)

Outra publicação sobre o mesmo experimento pode ser acessada em:

COELHO, Suani Teixeira, SILVA, Orlando Cristiano da, VELAZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González *et al.* **Implantação e testes de utilização de óleo vegetal como combustível para diesel geradores em comunidades isoladas da Amazônia.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Proceedings online.** Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000200005&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200005&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2010.

<sup>40</sup> O experimento foi realizado no âmbito do Projeto PROVEGAM, “Implantação e teste de uma unidade de demonstração de utilização energética de óleos vegetais”, convênio FINEP/CTENERG 23.01.0646.00, uma parceria entre o CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, o Biomass Users Network do Brasil (BUN), a Embrapa Amazônia Oriental, a Agropalma, a Prefeitura do município de Moju e a COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A partir da sustentabilidade como referencial de análise, do modelo de intervenção proposto, dos dados e análises apresentados, e considerando que: a proposição de geração de energia com óleos vegetais pode modificar as variáveis sócio-econômicas, é possível concluir que a implementação de projetos dessa natureza em reservas extrativistas pode ser um dos mecanismos para a consolidação econômica das comunidades extrativistas e de preservação e manutenção dos ecossistemas existentes nesses locais.

### 5.7. Crédito de carbono

A substituição de diesel por óleo vegetal refinado gera créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). A taxa de conversão é de 2,799 Kg de CO<sub>2</sub> /litro de diesel substituído. Para dar uma noção em termos financeiros dos ganhos de crédito de carbono, tomar-se-á como exemplo a cidade de São Paulo:

- Frota de ônibus urbano:..... 14.000
- Consumo anual de diesel:..... 430 milhões de litros
- Fator de emissão:..... 2,799 Kg de CO<sub>2</sub> /litro de diesel
- Emissão anual: ..... 1,2 milhão de ton de CO<sub>2</sub>
- Valor dos Créditos de Carbono: € 10/ton
- Valor Anual:..... € 12 milhões

## 6. ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA

**Paulo de Moraes**  
Engenheiro Mecânico  
moraispaulo55@hotmail.com

### 6.1. Acroleína

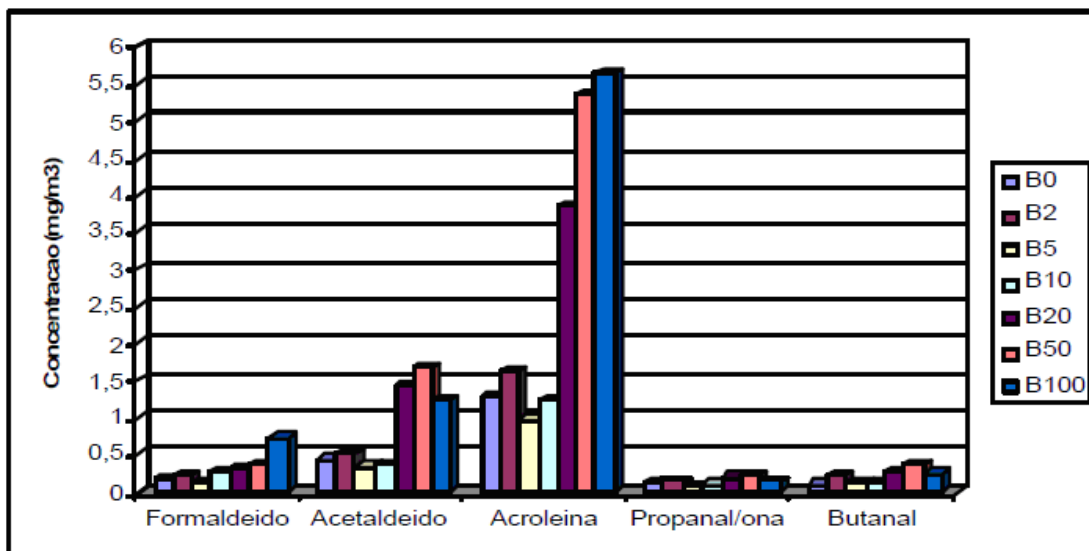
Os adversários do uso de óleo vegetal refinado como combustível têm difundido falsas informações segundo as quais a queima de óleo vegetal refinado emitiria acroleína, que é uma substância que causa danos a trato respiratório e causa câncer. Por outro lado, afirmam que a queima de biodiesel não emite acroleína, em face da retirada da glicerina no processo de transesterificação que dá origem a acroleína.

Dois pontos devem ser destacados:

#### 6.1.1. Acroleína é emitida na queima de biodiesel, diesel, gasolina e etanol.

Estudo apresentado em 2005 na reunião da Sociedade Brasileira de Química, sob o título: Determinação de compostos carbonílicos (C1-C4) em fase vapor emitidos de motor usando misturas biodiesel – diesel, mostra as concentrações de acroleína no diesel puro (B0) passando por misturas até chegar ao biodiesel puro (B100), indicado no gráfico abaixo, que é parte do estudo.

**Comparação das concentrações dos carbonílicos emitidos entre os diferentes combustíveis testados em 5 minutos de amostragem**



Trabalho desenvolvido pelo Instituto Tecnológico do Paraná (TECPAR), e apresentado no IV Simpósio Brasil Alemanha em Outubro de 2009, comprova a presença de acroleína no diesel e no biodiesel (B20), conforme mostra a tabela a seguir:

	CICLO – US75					Proced. EPA	Total de Aldeídos				Marcha Lenta 900 rpm
	NMHC [g/mi]	HC [g/mi]	CO [g/mi]	NOx [g/mi]	CO <sub>2</sub> [g/mi]	Mat. Part. [g/mi]	Form. [g/mi]	Acet. [g/mi]	Acrol. [g/mi]	Total [g/mi]	% CO após CAT.
Diesel (CFR)	0,081 (0,007)	0,089 (0,007)	0,321 (0,016)	0,695 (0,019)	284 1,722	0,057 (0,008)	0,0070 (0,0016)	0,0038 (0,0003)	0,0016 0,0002	0,0124 (0,002)	0,0
Biod. B-20	0,078 (0,010)	0,087 (0,010)	0,268 (0,010)	<b>0,708</b> (0,007)	282 (1,00)	0,057 (0,008)	0,0061 (0,0004)	0,0034 (0,0003)	0,0012 (0,0002)	0,0107 (0,0007)	0,0
Limites	<b>0,25</b>	-----	<b>3,40</b>	<b>1,000</b>	-----	<b>0,080</b>	-----	-----	-----	-----	<b>0,5</b>

Dados obtidos em ensaios no Laboratório de Emissões da VWB-Planta Anchieta abril 2007



39/42

### 6.1.2. Acroleína não é cancerígena

A Organização Mundial de Saúde através da Agencia Internacional para pesquisa do câncer (IARC), avalia e classifica os agentes cancerígenos. Na classificação a acroleína está no grupo 3 (Não classificados como cancerígeno para humanos), conforme lista de classificação a seguir<sup>41</sup>:



World Health Organization

International Agency for Research on Cancer

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

Search

GO

<http://monographs.iarc.fr> IARC, 150 Cours Albert-Thomas, 69372 Lyon Cedex 08, France. Tel: +33 (0)4 72738485 - Fax: +33 (0)4 72738575

Home

Future Meetings

Recent Meetings

List of Classifications

- Group 1
- Group 2A
- Group 2B
- Group 3
- Group 4

List of Volumes

Monographs in PDF

Preamble

Related Publications

Monographs Staff

Home > Classifications

### Complete List of Agents evaluated and their classification

**Important:** These lists should be read only in conjunction with the Preamble to the IARC Monographs (updated in January 2006) and it is strongly recommended to refer also to the individual Monographs concerning the agents, mixtures and exposures in which you maybe interested. These lists will be updated regularly.

Each Monograph consists of a brief description, where appropriate, of the potential exposure to the agent or mixture, by providing data on chemical and physical properties, methods of analysis, methods and volumes of production, use and occurrence. For exposure circumstances, a history and description of the exposure are given. Then, the relevant epidemiological studies are summarized. Subsequent sections cover evidence for carcinogenicity obtained in experimental animals, and a brief description of other relevant data, such as toxicity and genetic effects. The Agency makes every effort to ensure that the factual material presented is reported without bias, and it is meticulously checked for accuracy.

The Monographs are used widely by research scientists, public health authorities and national and international regulatory authorities. These users apply the information contained in the monographs in different ways, but it is hoped that none use the overall evaluations of carcinogenicity in isolation from the body of scientific evidence on which they are based.

<sup>41</sup> Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>



Group 1: The agent is *carcinogenic to humans*.

Group 2A: The agent is *probably carcinogenic to humans*.

Group 2B: The agent is *possibly carcinogenic to humans*.

Group 3: The agent is *not classifiable as to its carcinogenicity to humans*.

Group 4: The agent is *probably not carcinogenic to humans*

CAS No	Agent	Group	Vol.	Year
026148-68-5	A- $\alpha$ -C (2-Amino-9H-pyrido[2,3-b]indole)	2B	40, Suppl. 7	1987
000083-32-9	Acenaphthene95-69-2	3	92	in prep.
025732-74-5	Acepyrene (3,4-dihydrocyclopenta[cd]pyrene)	3	92	in prep.
000075-07-0	Acetaldehyde	2B	36, Suppl. 7, 71	1999
000060-35-5	Acetamide	2B	7, Suppl. 7, 71	1999
059277-89-3	Aciclovir	3	76	2000
000494-38-2	Acridine orange	3	16, Suppl. 7	1987
008018-07-3	Acriflavinium chloride	3	13, Suppl. 7	1987
000107-02-8	Acrolein	3	63	1995
000079-06-1	Acrylamide (NB: Overall evaluation upgraded from 2B to 2A with supporting evidence from other relevant data)	2A	60	1994
000079-10-7	Acrylic acid	3	19, Suppl. 7, 71	1999

O diesel está classificado no grupo 2A (provavelmente cancerígeno para humanos):

			71	
000062-73-7	Dichlorvos	2B	53	1991
000115-32-2	Dicofol	3	30, Suppl. 7	1987
069655-05-6	Didanosine	3	76	2000
000060-57-1	Dieldrin	3	5, Suppl. 7	1987
001464-53-5	Diepoxybutane	2B	11, Suppl. 7, 71, 97	2008
	Diesel engine exhaust	2A	46	1989

A Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), órgão do Ministério da Saúde do Governo dos Estados Unidos não classifica a acroleína como cancerígena, conforme extrato de estudo abaixo reproduzido<sup>42</sup>:

Ninguém sabe se respirar ou comer acroleína ou espirá-la em sua pele causa defeitos em fetos, afeta sua habilidade em gerar filhos ou causa câncer. O Ministério da Saúde não tem classificado a acroleína de acordo com sua carcinogenicidade. A Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC) determinou que a acroleína não é classificável por carcinogenicidade em humanos. A carcinogenicidade da acroleína não pode ser determinada com base em dados inadequados. (tradução do autor)

<sup>42</sup> **Public Health Statement for Acrolein** (*Acroleína*), August 2007. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs124.html>.

## 6.2. Mutagenicidade

Estudos realizados na Universidade de Offenburg na Alemanha, pelo Professor Dr. Richard Zahoransky sob o título: Características, emissões e efeitos mutagênicos de materiais particulados de óleo vegetal não esterificado (não é biodiesel) como combustível de motores concluem<sup>43</sup>:

- Os motores diesel corretamente adaptados para utilizarem óleo vegetal refinado, através do kit com segundo tanque, apresentam significativa queda no efeito mutagênico em relação ao diesel. (AMES Test);
- As emissões de CO, HC (Hidrocarbonetos não queimados) e MP (Material particulado) são significativamente menores, exceção ao NOx (Óxido de nitrogênio) cuja emissão é 10% superior à do diesel, mas que ainda se encontra dentro dos níveis de emissão Euro 5.

---

<sup>43</sup> ZAHORANSKY, Richard. **Non-Esterified Plant Oils as Fuel-Engine Characteristics, Emissions and Mutagenic Effects of Particulate Matter**. Offenburg : Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik (M+V). 90-97. Disponível em: [http://www.iaf.fh-offenburg.de/Forschungsberichte/2009/Fuel\\_Engine\\_Characteristic.pdf](http://www.iaf.fh-offenburg.de/Forschungsberichte/2009/Fuel_Engine_Characteristic.pdf). Acesso em 20/05/2010.

## 7. TRIBUTAÇÃO

**Raphael Borges Leal de Souza**  
Consultor Legislativo do Senado Federal  
Área de Direito Tributário (raphael@senado.gov.br)

### 7.1. Tributação atual dos óleos vegetais

No âmbito interno, os tributos de interesse são a Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), ambos de competência federal, e o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), de competência estadual.

O Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), conforme dispõe o Decreto nº 6.006, de 28 de dezembro de 2006, incide sobre os óleos vegetais com alíquota zero<sup>44</sup>. O Imposto de Importação incide a alíquotas de 10% ou 12%, dependendo do tipo de óleo<sup>45</sup>.

A tributação pela Contribuição para o PIS/Pasep e pela Cofins segue o modelo geral fixado pela legislação de referência: Lei nº 9.715, de 25 de novembro de 1998, Lei nº 9.718, de 27 de novembro de 1998, Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2003, Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, e Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004<sup>46</sup>. Assim, nos regime de tributação cumulativa, as alíquotas são menores (0,65% e 3%, respectivamente), mas não geram direito a crédito do imposto pago na operação anterior. Já no regime cumulativo, as alíquotas são 1,65% e 7,6%, havendo crédito do valor pago na etapa anterior.

Lembramos que o art. 8º da Lei nº 10.925, de 23 de julho de 2004, possibilita às pessoas jurídicas, inclusive cooperativas, que produzam mercadorias classificadas no capítulo 15 da Tabela de Incidência do IPI<sup>47</sup>, **destinadas à alimentação humana ou animal**, a utilização de crédito presumido calculado sobre os insumos necessários à prestação de serviços e à produção ou fabricação de bens ou produtos destinados à venda, adquiridos de pessoa física ou recebidos de cooperado pessoa física, para dedução da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins devidas em cada período de apuração.

---

<sup>44</sup> Posições 15.07 a 15.15 da Tabela de Incidência do IPI.

<sup>45</sup> Destoa dessas alíquotas aquela referente ao óleo de amêndoa de palma (dendê), cujo percentual é de 2%.

<sup>46</sup> As alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes na importação são 1,65% e 7,6%, respectivamente.

<sup>47</sup> No qual se encontram os óleos vegetais.

O ICMS, por sua vez, é tributo de competência estadual, previsto no art. 155, inciso II, da Constituição Federal (CF).

Em virtude da autonomia tributária dos Estados e do Distrito Federal (DF), uma vez respeitados os parâmetros fixados na própria CF, esses entes federados podem escolher quais produtos tributar e com que alíquotas.

Desse modo, a tributação do óleo vegetal refinado pelos Estados varia. Podem-se mencionar, a título exemplificativo, as seguintes alíquotas de ICMS:

ESTADO	ALÍQ.	LEGISLAÇÃO
Amazonas	12%	Decreto nº 20.686, de 28 de dezembro de 1999 <sup>48</sup>
Mato Grosso	12%	Lei nº 7.098, de 30 de dezembro de 1998
Bahia	17%	Lei nº 7.014, de 04 de dezembro de 1996
Mato Grosso do Sul	17%	Decreto nº 9.203, de 18 de setembro de 1998
Minas Gerais	18%	Decreto nº 43.080, de 13 de dezembro de 2002
Paraná	18%	Lei nº 11.580, de 14 de novembro de 1996 <sup>49</sup>
São Paulo	18%	Decreto nº 45.490, de 30 de novembro de 2000

Vale destacar que o óleo de soja refinado é item integrante da cesta básica, havendo possibilidade de os Estados, por meio de legislação específica e com apoio no Convênio<sup>50</sup> ICMS nº 128, de 20 de outubro de 1994, estabelecerem carga tributária mínima de 7% (sete por cento) do ICMS nas saídas internas de mercadorias que compõem a cesta básica. No ponto, deve ser esclarecido que a redução da alíquota, quando implementada pelos Estados, tem sido interpretada restritivamente, valendo apenas para os casos de venda ao consumidor final.

Há também o Convênio ICMS nº 144, de 14 de dezembro de 2007, que autoriza os Estados e o Distrito Federal a conceder isenção do ICMS devido na saída de óleo comestível **usado** destinado à utilização como insumo industrial, especialmente na indústria saboeira e na produção de biodiesel (B-100).

<sup>48</sup> De acordo com o art. 38 do Decreto Estadual nº 23.994, de 29 de dezembro de 2003, nas operações com óleo comestível de soja (integrante da cesta básica), fica reduzida a base de cálculo do ICMS de forma que a carga tributária líquida corresponderá a 1% (um por cento) sobre o valor da operação.

<sup>49</sup> A Lei Estadual nº 14.978, de 28.12.2005, isenta de ICMS as operações internas que destinem óleos refinados de soja, de milho, de canola e de girassol (integrantes da cesta básica) a consumidores finais.

<sup>50</sup> O art. 155, § 2º, XII, g, da CF dispõe que cabe à lei complementar regular a forma como, mediante deliberação dos Estados e do Distrito Federal, isenções, incentivos e benefícios fiscais serão concedidos e revogados. Essa Lei Complementar é a de nº 24, de 7 de janeiro de 1975, que foi recepcionada pela CF. Os convênios são realizados no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), formado por representantes de todos os Estados e do Distrito Federal (Secretários de Fazenda) e presidido pelo Ministro da Fazenda.

## 7.2. Tributação de combustíveis<sup>51</sup>

### 7.2.1. Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins

A incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre combustíveis está regida pela Lei nº 9.718, de 1998, com as alterações promovidas pelas Leis nºs 10.865, de 2004, e 11.727, de 27 de junho de 2008.

No caso dos derivados do petróleo, o art. 4º da Lei nº 9.718, de 1998, estipula a **incidência concentrada** dos tributos na **produção** e na **importação**. Desse modo, a Contribuição para o PIS/Pasep e a Cofins são calculadas por meio da aplicação, sobre a receita bruta decorrente da venda dos produtos, das alíquotas abaixo:

- a) 5,08% e 23,44%, respectivamente, no caso de gasolinas e suas correntes, exceto gasolina de aviação;
- b) 4,21% e 19,42%, respectivamente, no caso de óleo diesel e suas correntes;
- c) 10,2% e 47,4%, respectivamente, no caso de gás liquefeito de petróleo (GLP) derivado de petróleo e de gás natural;
- d) 0,65% e 3%, respectivamente, nas demais atividades.

O art. 5º da Lei nº 9.718, de 1998, determina as regras para a tributação do álcool, inclusive para fins carburantes. Atualmente, com as alterações promovidas pela Lei nº 11.727, de 2008 (objeto da conversão da polêmica Medida Provisória nº 413, de 3 de janeiro de 2008), a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre o produto, respeitado o regime da não-cumulatividade, está dividida entre a produção e a distribuição, da seguinte forma: (i) 1,5% e 6,9%, respectivamente, no caso de produtor ou importador; e (ii) 3,75% e 17,25%, no caso de distribuidor.

As alíquotas das contribuições ficam reduzidas a zero quando as receitas de venda de álcool são auferidas por distribuidor, **no caso de venda de álcool anidro adicionado à gasolina**; por comerciante varejista, em qualquer caso; e nas operações realizadas em bolsa de mercadorias e futuros<sup>52</sup>.

Também há a previsão de regime especial de tributação, pelo qual pode optar o contribuinte (art. 5º, § 4º, da Lei nº 9.718, de 1998), no qual as alíquotas específicas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins são fixadas, respectivamente, em R\$ 23,38 e R\$ 107,52, por metro cúbico de

<sup>51</sup> O art. 155, § 3º, da Constituição Federal veda a incidência do IPI nas operações com combustíveis.

<sup>52</sup> Não se aplica a alíquota zero às operações em que ocorra liquidação física do contrato.

álcool, para o produtor ou importador, e em R\$ 58,45 e R\$ 268,80, por metro cúbico de álcool, para o distribuidor.

Consoante o § 8º do art. 5º da Lei nº 9.718, de 1998, o Poder Executivo está autorizado a fixar coeficientes para redução das alíquotas previstas e dos valores fixados.

### 7.2.2. CIDE- Combustíveis

A Cide-Combustíveis, instituída pela Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, tem como fato gerador a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (hidratado).

Pode incidir sobre operações envolvendo gasolina, diesel, querosene de aviação, outros querosenes, óleos combustíveis com alto teor de enxofre, óleos combustíveis com baixo teor de enxofre, gás liquefeito de petróleo, inclusive o derivado de gás natural e da nafta, e álcool etílico combustível.

Conforme art. 9º da Lei nº 10.336, de 2001, o Poder Executivo, até os limites fixados no art. 5º da mesma norma, pode diminuir e restabelecer as alíquotas específicas incidentes sobre os produtos mencionados. Diante disso, na prática, atualmente **apenas a gasolina e o diesel são tributados, a alíquotas específicas de R\$ 230,00 e R\$ 70,00 por metro cúbico, respectivamente**<sup>53</sup>.

A Cide-Combustíveis tem seus parâmetros previstos no art. 177, § 4º, da Constituição, e em referido dispositivo não há autorização para sua incidência em combustíveis de maneira geral, mas apenas naqueles expressamente mencionados.

### 7.2.3. ICMS

Como visto, o ICMS é tributo estadual e, no que toca a sua incidência sobre combustíveis, nota-se uma disparidade de alíquotas entre os vários Estados, mais acentuada em relação ao etanol do que à gasolina. Com base em dados relativos a janeiro de 2008<sup>54</sup>, a alíquota mais alta a incidir sobre operações com álcool hidratado é a do Pará, no patamar de 30%, enquanto a mais baixa é a de São Paulo, de 12%. Em 16 Estados e no DF, a alíquota foi fixada em 25%. Há, ainda, alíquotas de 27%, 24%, 20%, 19% e 18%. **A alíquota média é de 17,16%.**

---

<sup>53</sup> Decreto nº 5.060, de 30 de abril de 2004, com redação dada pelo Decreto nº 6.875, de 8 de junho de 2009. Ressaltamos que a alíquota específica aplicável à gasolina e suas correntes foi reduzida a R\$ 150,00 por metro cúbico entre 5 de fevereiro de 2010 e 30 de abril de 2010 pelo Decreto nº 7.095, de 4 de fevereiro de 2010.

<sup>54</sup> Fonte: Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom).

A alíquota do ICMS para operações com gasolina foi fixada em 31% no Rio de Janeiro e 30% no Pará. A grande maioria dos Estados nordestinos a estabeleceu em 27%, à exceção do Piauí e do Rio Grande do Norte que, juntamente com mais 13 Estados, fixaram a alíquota em 25%. Paraná e Goiás têm alíquotas de 26%. **A média nacional fica em 25,91%.**

#### 7.2.4. Tributação do Biodiesel

A Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005, dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Brasil, de produtor ou importador de biodiesel, e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto.

Segundo o art. 3º da norma, a Contribuição para o PIS/Pasep e a Cofins incidirão, uma única vez, sobre a receita bruta auferida, pelo produtor ou importador, com a venda de biodiesel, às alíquotas de 6,15% e 28,32%, respectivamente, havendo possibilidade de opção, pelo contribuinte, de regime especial de apuração e pagamento das contribuições, no qual os valores são fixados, respectivamente, em R\$ 120,14 e R\$ 553,19 por metro cúbico (art. 4º).

O art. 5º da lei autoriza o Poder Executivo a fixar coeficiente para redução das alíquotas específicas previstas no art. 4º, o qual poderá ser alterado, a qualquer tempo, para mais ou para menos. Atualmente, o Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, além de definir biodiesel como *combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil*, fixa os coeficientes de redução das alíquotas, em 0,7357. Assim, estão elas estabelecidas em R\$ 31,75 para a Contribuição para o PIS/Pasep, e R\$ 146,20, para a Cofins.

No Decreto, em atendimento ao § 1º do art. 5º da Lei nº 11.116, de 2005, estão estabelecidas, também, as **alíquotas diferenciadas** (menores) das contribuições, fixadas em função (i) da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, segundo a espécie; (ii) do produtor-vendedor; (iii) da região de produção da matéria-prima; (iv) da combinação dos fatores anteriores.

Desse modo, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de dendê produzidos nas Regiões Norte e Nordeste e no Semi-Árido, as alíquotas são reduzidas pelo coeficiente de 0,775.

No caso do biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o redutor é de 0,896.

Finalmente, se há a conjugação dos dois requisitos dispostos acima, o redutor equivale a 1 (um), o que a zera as alíquotas das contribuições, conforme tabela abaixo:

### Coeficientes e valores de PIS/Pasep e Cofins para o biodiesel

<i>Matéria-prima</i>	<i>Região</i>	<i>Tipo de agricultura</i>	<i>Coeficiente de Redução</i>	<i>PIS/Pasep + Cofins por metro cúbico</i>
Qualquer	Qualquer	Qualquer	0,7357	R\$ 177,95
Mamona ou Palma	Norte, Nordeste ou Semi-árido	Qualquer	0,7750	R\$ 151,50
Qualquer	Qualquer	Familiar/Pronaf	0,8960	R\$ 70,02
Mamona ou Palma	Norte, Nordeste ou Semi-árido	Familiar/Pronaf	1,0000	R\$ 0,0000

Em relação ao ICMS, menciona-se a vigência do Convênio ICMS nº 113, de 6 de outubro de 2006<sup>55</sup>, que reduz a base de cálculo desse tributo, de forma que a carga tributária nas operações com biodiesel (B-100) resultante da industrialização de grãos, sebo bovino, sementes e palma seja equivalente a 12% (doze por cento).

<sup>55</sup> Com redação dada pelo Convênio ICMS nº 160, de 15 de dezembro de 2006.



## 8. ANTECEDENTES HISTÓRICOS E PROPOSIÇÕES LEGISLATIVAS EM TRAMITAÇÃO

**Marcus Peixoto**

Consultor Legislativo do Senado Federal  
Área de Economia e Agricultura (marcusp@senado.gov.br)

### 8.1. Antecedentes históricos

O uso do óleo vegetal como combustível pode causar surpresa, mas o próprio Rudolf Diesel, originalmente, desenhou o seu motor para funcionar com óleo de amendoim em 1912. O uso do óleo vegetal como combustível retornou durante as guerras mundiais (nos tanques de guerra) e, logo após, com a crise do petróleo, ressurgiu em 1970, graças a inovações tecnológicas, como as que integram a linha de motores da companhia alemã Elsbett.

Como visto anteriormente, a tecnologia que permite o uso de óleo vegetal refinado como combustível sem causar danos ao motor, consiste em um dispositivo, conhecido no mercado como kit com segundo tanque, que faz o aquecimento do óleo vegetal refinado, utilizando água quente do sistema de arrefecimento do motor e vem sendo usado em larga escala há mais de 12 anos na Europa e Estados Unidos.

A operação do motor com o kit consiste em dar partida com diesel e após o aquecimento do motor, cerca de 5 minutos, passa-se a utilizar óleo vegetal refinado e antes do desligamento volta-se para o diesel, ficando pronto para próxima partida.

Não foi mais propagado esse uso na Europa e Estados Unidos devido à baixa disponibilidade de óleo e aos preços, que são muito próximos ao do diesel, não proporcionando vantagem econômica, apesar do ganho ambiental.

A Deutz, tradicional fabricante de tratores e motores diesel, desde 2007, fornece tratores de fábrica prontos para uso de 100% de óleo vegetal refinado, com níveis de emissões dentro da Euro 5, e garantia de 2 anos ou 2.000 horas.

No Brasil, em 1975, foi criado o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PROÓLEO), coordenado pelo Ministério da Agricultura, que virou um Programa Nacional instituído pela Resolução nº 7, de 1980, do Conselho Nacional de Energia. Entre outros objetivos, o Programa pretendia substituir óleo diesel por óleos vegetais de soja, amendoim, colza e girassol em mistura de até 30% em volume, incentivar a pesquisa tecnológica para promover a produção de óleos vegetais, nas diferentes regiões do país, até buscar a total substituição do óleo diesel por óleos vegetais. Todavia, em face da estabilização dos preços do petróleo, do funcionamento do Proálcool e do alto custo da produção e do esmagamento dos grãos, o programa não chegou a ser implementado.

Outras iniciativas podem ser citadas, como o PRODIESEL, em 1980, que teve envolvimento de outras instituições de pesquisa, da Petrobras e do Ministério da Aeronáutica, e o Programa de Óleos Vegetais (OVEG), também do Governo Federal. Em 1991, o Presidente Fernando Collor lançou oficialmente o Projeto Dendiesel, a partir de experiências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), realizadas desde a década de 1970.

Os anos 1990 presenciaram o surgimento da diretriz global para a adoção de políticas de desenvolvimento ambientalmente sustentáveis. Assim, em dezembro de 2004, foi lançado pelo Governo Federal o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). A criação do PNPB é louvável, como alternativa para reduzir o impacto ambiental decorrente do uso do diesel e incentivar a produção de culturas oleaginosas. Além disso, o custo do diesel é mais elevado, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, e no meio rural.

Entretanto, foi pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que o biodiesel foi efetivamente introduzido na matriz energética brasileira, ao alterar a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, que trata política energética nacional, das atividades relativas ao monopólio do petróleo, e que criou a (então) Agência Nacional do Petróleo (ANP) e o Conselho Nacional de Política Energética. A Lei nº 11.097/05 determinou atribuições relativas aos biocombustíveis à ANP, que passou a chamar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Entretanto, como foi visto detalhadamente neste Trabalho, o biodiesel é obtido a partir do processamento químico de óleos vegetais. Essa transformação eleva o custo biodiesel produzido, o que tem trazido complicações de ordem econômica para a produção em larga escala deste biocombustível, cujo objetivo é sua adição ao diesel.

A Resolução ANP nº 19, de 22 de junho de 2007 sujeita à sua autorização prévia a utilização de combustíveis não especificados no país, destinados ao uso experimental, caso o consumo mensal supere a 10.000 litros, mas limita esse consumo a uma quantidade máxima de 100.000 litros, por prazo determinado máximo de um ano, prorrogável por igual período, em frota cativa ou equipamento industrial.

## **8.2. Proposições legislativas em tramitação**

Não há, portanto, legislação que regule a utilização do óleo vegetal refinado como combustível. Entretanto, há diversas proposições legislativas em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, que tratam de biodiesel:

- Projeto de Lei (PL) nº 204, de 2007, do Deputado Leonardo Vilela, que *estabelece tabela progressiva com o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel para*

*comercialização ao consumidor final, devendo aplicar o percentual de 2% (dois por cento) para o exercício de 2007. Tramitam apensados a este PL:*

- *PL nº 5.587, 2009, do Deputado Antonio Carlos Mendes Thame, que acrescenta as alíneas "a" e "b" no inciso XXV do art. 6º da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e estabelece diretrizes sobre o "biodiesel convencional" e o "biodiesel metropolitano" na matriz energética brasileira, e dá outras providências.*
- *PL nº 2.811, de 2008, do Deputado José Fernando Aparecido de Oliveira, que altera a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, para aumentar o volume de biodiesel a ser adicionado ao óleo diesel derivado do petróleo.*
- *PL nº 1.091, de 2007, do Deputado Carlos Bezerra, que altera a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, para tornar variável o percentual de adição de biodiesel ao óleo diesel derivado do petróleo,*
- *PL nº 1.609, de 2007, do Deputado Dr. Talmir, que dispõe sobre a substituição gradativa, em todo o território nacional, de combustíveis derivados de petróleo por outros produzidos a partir da biomassa, e dá outras providências. Tramitam apensados a este PL:*
  - *PL nº 3.182, de 2008, do Deputado Marcio Junqueira, que torna obrigatório, no prazo de vinte anos, o uso de biodiesel como principal fonte energética na Amazônia Legal e dá outras providências.*
  - *PL nº 2.256, de 2007, do Deputado Henrique Fontana, que dispõe sobre a renovação e adaptação da frota do serviço público de transporte coletivo rodoviário de passageiros para a utilização de biocombustíveis.*
  - *PL nº 5.690, de 2005, do Deputado Betinho Rosado, e PL nº 6.220, de 2005, do Deputado Rubens Otoni, que tramitam apensados e inserem o parágrafo 4º no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.*
  - *PL nº 1.901, de 2007, do Deputado Uldurico Pinto, que altera a exigibilidade bancária de aplicação em crédito rural e destina parte desses recursos para o financiamento de lavouras empregadas na produção de biodiesel e para o semi-árido do Nordeste.*

- PL nº 2.418, de 2007, do Deputado Homero Pereira, que *dispõe sobre a substituição, em todo o território nacional, de carvão mineral e de combustíveis derivados de petróleo por biodiesel na geração de energia em centrais termelétricas, e dá outras providências.*
- PLS nº 121, de 2006, do Senador César Borges, que *altera o § 1º e acrescenta o § 4º ao art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, para antecipar o prazo para adição do percentual mínimo obrigatório de biodiesel ao óleo diesel.*
- PLS, nº 240 de 2005, do Senador Sérgio Guerra, que *acrescenta dispositivos à Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005, para instituir o Fundo de Apoio ao Biodiesel.*
- PLS nº 356 de 2009 do Senador João Tenório que *acrescenta parágrafo ao art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, para proibir a utilização de metanol nos processos de fabricação de biodiesel a partir de óleos vegetais.*

O art. 238 da Constituição Federal determina a ordenação por lei da *venda e revenda de combustíveis de petróleo, álcool carburante e outros combustíveis derivados de matérias-primas renováveis*, respeitados os princípios constitucionais. Porém, não há nem na legislação federal, nem entre as proposições legislativas em tramitação no Congresso Nacional, matéria tratando do uso de óleos vegetais puros como combustíveis. Essa iniciativa coube a o PLS nº 81, de 2008, cujos termos e tramitação são apresentados a seguir.

### **8.3. Sobre o PLS nº 81, de 2008**

Trata-se de um Projeto que autoriza, em seu art. 1º, a **comercialização e o uso de óleo de origem vegetal, puro ou com mistura**, como combustível para tratores, colheitadeiras, veículos, geradores de energia, motores, máquinas e equipamentos automotores utilizados na extração, produção, beneficiamento e transformação de produtos agropecuários, bem como no transporte rodoviário, ferroviário ou hidroviário desses mesmos produtos e de seus insumos em geral.

O parágrafo único do artigo citado estabelece que, para os fins especificados, não se aplicam os dispositivos constantes do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Tais dispositivos determinam que seja adicionado, no mínimo, 5% de biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil, em todo o território nacional, até o ano de 2013, tornando-se obrigatória a adição mínima de 2% já a partir de 2008.

O art. 2º autoriza todas as indústrias refinadoras, devidamente estabelecidas, a produzir e comercializar o óleo combustível de origem vegetal,

vendendo-o diretamente ao consumidor, desde que seja utilizado nos fins previstos no *caput* do art. 1º.

Inicialmente, o PLS nº 81, de 2008, foi distribuído às Comissões de Agricultura e Reforma Agrária (CRA) e de Serviços de Infra-Estrutura (CI), cabendo à última a decisão terminativa.

Foi realizada Audiência Pública conjunta da CRA e da CI, em 16 de junho de 2009, em cumprimento aos Requerimentos nºs 15 e 23, de 2009–CRA, e Requerimento nº 36, de 2009-CI, ambos de autoria do Senador Gilberto Goellner. Estiveram presentes convidados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, da Secretaria de Produção e Agroenergia do MAPA, da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do MMA, e da EMBRAPA Soja.

O projeto recebeu na CRA relatório favorável do Senador Flexa Ribeiro em 01 de setembro de 2009, com apresentação de quatro emendas, tendo sido aprovado o parecer da Comissão. Na CRA o projeto recebeu quatro emendas. A primeira alterou a ementa, para adequá-la às propostas de alteração das emendas seguintes. A segunda emenda alterou no art. 1º a especificação dos usos possíveis do óleo vegetal puro ou com mistura, como combustível, destacando-se o uso em veículos de transporte de pessoas e de mercadorias. A terceira emenda alterou o art. 2º para condicionar a comercialização ao estabelecimento de normas pela ANP.

Em seguida, na CI foi designado relator o Senador Osvaldo Sobrinho. Entretanto, foi apresentado e aprovado o Requerimento nº 1.263, de 2009, do Senador Wellington Salgado, solicitando que o PLS nº 81, de 2008, fosse apreciado, também, pela Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (CCT), à qual foi remetido para análise.

Na CCT o PLS nº 81, de 2008, teve o relatório do Senador Antonio Carlos Júnior aprovado, com novas emendas. A primeira emenda alterou a ementa também para adequá-la às alterações propostas nas emendas seguintes. A segunda emenda alterou o art. 1º, que passou a tratar do óleo vegetal refinado, e não mais puro ou em mistura, resguardando a segurança dos consumidores. Adicionalmente, especificaram-se, em incisos, os usos possíveis do combustível em:

- I - máquinas e equipamentos, geradores de energia, veículos de transporte de pessoas e de mercadorias, utilizados em atividades agropecuárias e florestais;
- II – transporte rodoviário, hidroviário e ferroviários de produtos e insumos agropecuários e florestais;
- III - veículos de transporte público coletivo urbano.

Ressalte-se que a adição, no PLS, da permissão de uso em frotas de veículos destinadas ao transporte público coletivo urbano foi um

aperfeiçoamento que potencializará os ganhos ambientais decorrentes do uso do óleo vegetal refinado nos centros urbanos.

Ainda mediante a segunda emenda, o parágrafo único do art. 1º foi alterado, para condicionar o uso do óleo vegetal refinado combustível mediante utilização de dispositivos de adequação dos motores diesel, regulamentados pelos órgãos competentes. A normatização técnica complementar dos dispositivos de adaptação orientará a indústria para a sua fabricação e adição aos motores e veículos que atendam às demandas do mercado.

A terceira emenda aprovada na CCT repete a aprovada na CRA, especificando no art. 2º que é o óleo vegetal refinado, e não o puro ou com mistura, o combustível a ser comercializado. Igualmente determina obediência a normas que devem ser editadas pela ANP, a fim de garantir a produção de óleos vegetais em conformidade com as exigências da indústria de veículos e motores. Finalmente, em obediência à boa técnica legislativa, em conformidade com o disposto no art. 9º da Lei Complementar nº 95, de 1998, tanto a CRA como a CCT aprovaram uma quarta emenda para excluir o art. 4º do texto original do PLS nº 81, de 2008. Na CI o Projeto de Lei do Senado nº 81, de 2008 foi aprovado, com as emendas encaminhadas pela CCT, tendo sido rejeitadas das emendas aprovadas na CRA.

Em conformidade com o Regimento Interno do Senado Federal (RISF), foi apresentado o Recurso nº 3, de 2010, interposto no prazo regimental, no sentido de que a matéria seja submetida ao Plenário<sup>56</sup>. Entretanto, não foram oferecidas emendas ao PLS perante a Mesa, no prazo para recebimento (14/04/2010 a 20/04/2010). Se aprovado pelo Plenário do Senado Federal, o PLS nº 81, de 2008, seguirá para apreciação da Câmara dos Deputados.

---

<sup>56</sup> Conforme o art. 91 do RISF:

§ 3º No prazo de cinco dias úteis, contado a partir da publicação da comunicação referida no § 2º no avulso da Ordem do Dia da sessão seguinte, poderá ser interposto recurso para apreciação da matéria pelo Plenário do Senado.

§ 4º O recurso, assinado por um décimo dos membros do Senado, será dirigido ao Presidente da Casa.

## 9. BREVES CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de óleo vegetal diretamente como combustível (sem sua transformação em biodiesel) é uma ideia antiga, já foi prevista em programas governamentais no passado e vem sendo testada com significativo sucesso, no Brasil e no exterior.

Não obstante, ainda há uma lacuna na legislação brasileira, que não aborda adequadamente a possibilidade do uso de óleo vegetal refinado para esse fim. São várias as vantagens da utilização do óleo vegetal como combustível em relação ao diesel. Dentre elas, pode-se citar:

- Menor custo do que o biodiesel e o diesel;
- Diminuição das emissões de poluentes, uma vez que é grande a necessidade de redução dos gases causadores do efeito estufa;
- É um recurso renovável, comparativamente ao combustível fóssil, que é finito;
- Isento de enxofre, principal causador da chuva ácida;
- Pode ser utilizado em qualquer motor diesel, com dispositivos de adaptação (kit com segundo tanque);
- Pode também ser produzido em comunidades isoladas;
- Não necessita de alta tecnologia para sua fabricação.

Contudo, para a utilização de óleo vegetal refinado é necessário a utilização de dispositivo de aquecimento do óleo vegetal (kit com segundo tanque) e caso seja utilizado diretamente ou misturado com diesel certamente irão ocorrer os seguintes problemas:

- Depósitos de carbono nos pistões devido à combustão incompleta do óleo vegetal;
- Entupimento dos filtros e bico injetores devido à presença de gomas e cinzas contidas no combustível;
- Problemas na partida a frio do motor;
- Entupimento das vias de acesso do combustível no motor;
- Liberação de dioxinas na atmosfera, nocivas à saúde.

O Brasil tem grande potencial para produção de óleo vegetal, a partir de diversas fontes. A principal fonte é a soja, mas outras culturas anuais e perenes, sobretudo o dendê, são alternativas viáveis para cultivos sustentáveis nos diversos agroecossistemas do País, com benefícios potenciais para atividades produtivas de quaisquer escalas e para comunidades isoladas, sem acesso a outras fontes de energia.

Quanto à sistemática de tributação do óleo vegetal refinado, vê-se que ela difere daquela aplicada aos combustíveis, justamente em virtude de o primeiro ser utilizado primordialmente para alimentação humana.

A partir do momento em que o óleo vegetal refinado seja utilizado como combustível é de se esperar que sua forma de tributação se altere e se

compatibilize com a dos produtos com mesma destinação. Para que haja maior estímulo à utilização de óleo vegetal refinado como combustível, acredita-se que sua tributação deva ter como parâmetro aquela relativa ao biodiesel.