

# Biocombustíveis

Rafael Caetano Paes Silva\*

---

## Resumo

Os biocombustíveis são apresentados como alternativas aos combustíveis fósseis, visto que são energias renováveis, o que não acontece com os combustíveis fósseis. A maior motivação para o uso de biocombustíveis é seu potencial de reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) de uma forma sustentável. São fabricados em escala comercial a partir de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, mamona, soja, canola, babaçu, mandioca, milho, beterraba, algas. Os biocombustíveis não são a grande solução para o problema energético do mundo. É necessário repensar sobre o uso de outras formas alternativas de energia, como a eólica e a atômica (que vem ganhando força no mundo científico).

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Energia renovável.

---

## Biocombustíveis

São fontes de energia renováveis de origem biológica (não fóssil). Originado da mistura de uma ou mais plantas como: cana-de-açúcar, mamona, soja, cânhamo, canola, babaçu, lixo orgânico, dentre outros tipos.

A história dos biocombustíveis no Brasil começa a partir de testes pioneiros realizados, entre os anos de 1905 e 1925, com o álcool combustível. Em 1931, o governo brasileiro estabelece um decreto que obriga a mistura de 5% de álcool na gasolina importada pelo país; sete anos depois, o Decreto-Lei nº 737 estende a obrigatoriedade da mistura de 5% de álcool também à gasolina produzida por aqui. Na década de 60, a descoberta de extensas reservas petrolíferas no Oriente Médio diminui um possível interesse mundial por biocombustíveis. Porém, com a primeira crise mundial do petróleo, em 1973, a procura por novas fontes de energia ressurgiu. Em 1975, o Brasil lança o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) – maior programa comercial de uso de biomassa para fins energéticos no mundo. Dois anos depois, o professor Expedito Parente, da Universidade Federal do Ceará, descobre o biodiesel a partir do óleo de algodão e, em 1980, ele registra a primeira patente mundial de biodiesel, hoje de domínio público.

No mundo inteiro, com o passar dos anos e as intermitentes crises de energia, associadas à maior demanda por combustíveis fósseis, surgem novos e fortes estímulos para o desenvolvimento de

tecnologias de produção tanto do etanol quanto do biodiesel. E estes dois produtos passam a ter um papel de destaque na matriz energética mundial e no mercado internacional de combustíveis.

Graças ao seu clima, à sua geografia, a vastas terras disponíveis para o cultivo de grãos e cana-de-açúcar e, ainda, à alta tecnologia desenvolvida pela Petrobras, o Brasil se transformou nos últimos anos num dos maiores produtores de biocombustíveis em termos globais, com um potencial de crescimento singular e invejável. Hoje, nove em cada dez carros vendidos no país têm motores flex fuel, ou seja, são movidos a gasolina e álcool. Já há em circulação frotas de ônibus, trens e caminhões movidos a biodiesel e a tendência, indiscutível, é que esse mercado se amplie muito nos próximos anos.

## Tipos de biocombustíveis

### *Biodiesel*

Refere-se a combustível diesel baseado em óleo vegetal ou gordura animal consistindo em ésteres de ácidos graxos, ésteres alquila (metila, etila ou propila) de ácidos carboxílicos de cadeia longa. É um combustível renovável e biodegradável, obtido comumente a partir da reação química de lipídios, óleos ou gorduras, de origem animal (sebo) ou vegetal, com um álcool na presença de um catalisador (reação conhecida como transesterificação). Pode ser obtido também pelos processos de craqueamento e esterificação.

O biodiesel é feito para ser usado em motores diesel padrão e, portanto, distinto dos óleos vegetais e resíduos usado para motores a combustível diesel convertidos e substituí total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. O biodiesel pode ser usado sozinho ou misturado com o petrodiesel (combustível diesel derivado de petróleo). O termo "biodiesel" é padronizado como

---

\* Técnico em Eletromecânica pelo IF Fluminense, Campus Macaé

mono-álquil ésteres nos Estados Unidos.

O nome biodiesel muitas vezes é confundido com a mistura diesel+biodiesel, disponível em alguns postos de combustível. A designação correta para a mistura vendida nestes postos deve ser precedida pela letra B (do inglês Blend). Nesse caso, a mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100.

#### *Vantagem na utilização do biodiesel*

- É energia renovável. No Brasil há muitas terras cultiváveis que podem produzir uma enorme variedade de oleaginosas, principalmente nos solos menos produtivos, com um baixo custo de produção.

- O biodiesel é um ótimo lubrificante e pode aumentar a vida útil do motor.

- O biodiesel tem risco de explosão baixo. Ele precisa de uma fonte de calor acima de 150°C para explodir.

- Tem fácil transporte e fácil armazenamento, devido ao seu menor risco de explosão.

- O uso como combustível proporciona ganho ambiental para todo o planeta, pois colabora para diminuir a poluição e o efeito estufa. Por outro lado, o diesel do petróleo é um combustível não renovável. O petróleo leva milhões de anos para se formar.

- Outra grande vantagem é que, na formação das sementes, o gás carbônico do ar é absorvido pela planta.

- Contribui ainda para a geração de empregos no setor primário, que no Brasil é de suma importância para o desenvolvimento social e prioridade de nosso atual governo.

- Com isso, segura o trabalhador no campo, reduzindo o inchaço das grandes cidades e favorecendo o ciclo da economia autossustentável essencial para a autonomia do país.

- Sem a presença de aromáticos (benzeno).

- O biodiesel é usado puro nos motores, porém aceita qualquer percentual de mistura com o diesel, pois é um produto miscível.

- Os subprodutos da produção de biocombustíveis podem ser usados na alimentação animal. Um desses subprodutos é a glicerina crua ou glicerol, que se obtém com um nível de pureza por volta de 85%. Contém pequenas quantidades de sal, metanol e ácidos graxos livres. Se refinada, com uma pureza de até 99%, pode ser usada na alimentação, bebidas, cosméticos e produtos farmacêuticos.

#### *Desvantagens na utilização do biodiesel*

- Os grandes volumes de glicerina previstos (subproduto) só poderão ter mercado a preços

muito inferiores aos atuais; todo o mercado de óleo-químico poderá ser afetado. Não há uma visão clara sobre os possíveis impactos potenciais dessa oferta de glicerina.

- No Brasil e na Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais, importantes bolsões de biodiversidade. Embora, aqui no Brasil, essas lavouras não tenham o objetivo de serem usadas para biodiesel, essa preocupação deve ser considerada.

- De todas as partículas prejudiciais, o NOx é a única que com biodiesel apresenta ligeiro aumento. O óxido de nitrogênio pode aumentar até 15%. O NOx é um grande responsável pela baixa qualidade do ar em São Paulo. A boa notícia é que com o uso de aditivos ou alteração nos motores as emissões diminuem consideravelmente.

- Nos motores de ciclo diesel fabricados até 2002/2003 poderá ser necessário a troca de alguns retentores da bomba injetora, pois o biodiesel é bastante agressivo sobre essas borrachas. A mudança no motor é simples e barata. Motores fabricados após essa data provavelmente não seja necessária qualquer adaptação.

#### *Biodiesel no Brasil*

O desenvolvimento de substitutos do diesel foi tentado com muito afinco no início do Proálcool, como forma de reduzir ainda mais o consumo de petróleo e de manter o perfil de produção de derivados de acordo com a capacidade das refinarias do país. O processo fracassou por várias razões, entre elas os baixos preços do diesel na época, e as atividades cessaram. Com isso, a substituição parcial da gasolina pelo etanol causou desequilíbrio no perfil de refino de petróleo com reflexos na qualidade do diesel, provocando a necessidade de importar cerca de 20% de diesel consumido e exportar parte da gasolina produzida. O governo voltou a se interessar pelo biodiesel quando sua produção e consumo passaram a crescer na Europa, principalmente na Alemanha; também vislumbrou uma forma de fortalecer a agricultura familiar e assim melhorar a inclusão social, um problema muito sério no Brasil. Em 6 de dezembro de 2004 foi lançado oficialmente o Programa Nacional de Produção de Biodiesel, regulamentado pela Lei nº 11.097, de 2005. O programa estabeleceu a obrigatoriedade do uso de 2% de biodiesel misturado ao petrodiesel a partir de 2008 e de 5% a partir de 2013; esta última data poderá ser antecipada dependendo da capacidade de produção instalada. Para favorecer o pequeno produtor, o programa definiu impostos diferenciados dependendo da origem da matéria-prima, sendo o maior desconto para a produzida por pequenos produtores no Norte-Nordeste. O grande produtor não teria benefícios fiscais, sendo

a taxa igual ao do diesel mineral. O produtor de biodiesel, para receber os benefícios fiscais no preço de venda nos leilões, precisa possuir o Selo Social que assegura o atendimento dos requisitos impostos pela lei.

A grande esperança do governo em viabilizar a produção de óleos vegetais e biodiesel na região semiárida do Nordeste é a cultura da mamona. Alguns projetos foram implantados nessa linha, merecendo destaque a unidade da Brasil Ecodiesel com a usina em Floriano e a plantação de mamona em Canto do Buriti, ambas no Piauí. A usina tem capacidade de produção de 7 milhões de litros por ano usando o processo de transesterificação. O módulo agrícola foi implantado inicialmente em 5 mil hectares, divididos em lotes de 25 hectares por família; cada família deverá cultivar mamona consorciada com feijão, ou outra cultura da escolha da família, em quinze hectares. Os dez hectares restantes serão usados para área de preservação e outros cultivos da família. No final da implantação do projeto serão 40 mil hectares plantados. Cada módulo de produção agrícola contará com ampla infraestrutura, com escola, posto médico e área de lazer.

O projeto, aparentemente bem estruturado, com um bom conceito de inclusão social e tecnologia industrial de boa qualidade, não está operando como planejado, pois a matéria-prima utilizada tem sido principalmente a soja importada da região Centro-Oeste. Isso prova que não bastam boas intenções e que uma realidade não pode ser desfeita simplesmente com o estabelecimento delas. Tudo indica que faltou tecnologia na parte agrícola do projeto. A mamona recebeu muito pouca atenção nos últimos trinta anos e de repente foi lançada como a grande solução para a inclusão social via agricultura familiar. Há apenas duas variedades comerciais para as condições nordestinas e as técnicas de cultivo e manejo não parecem estar suficientemente desenvolvidas, sem contar com a falta de preparo e treinamento dos agricultores. A mamona precisará de pelo menos mais dez anos, com base na experiência com outras culturas, para ser desenvolvida como uma opção comercial de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Isso vale também para outras culturas ainda sem experiência de plantio comercial, como o pinhão-manso. A soja, com uma tecnologia agrícola já bem desenvolvida e perto de 25 milhões de hectares plantados no país, é hoje a principal matéria-prima na produção de biodiesel. É uma opção ruim do ponto de vista do balanço energético, da ocupação de terras e da inclusão social, mas é a melhor do ponto de vista econômico e de disponibilidade, tendo, portanto, predominado sobre as outras alternativas de matéria-prima. Todo país que inicia um programa de biocombustíveis sempre se

baseia nas opções já em pleno desenvolvimento comercial. Assim foi no Brasil com o etanol de cana-de-açúcar, nos Estados Unidos com o etanol de milho e o biodiesel de soja, na Europa com o etanol de trigo e beterraba e o biodiesel de colza. Uma cultura exótica ou pouco conhecida precisará de tempo e recursos para ser desenvolvida como opção comercial.

## Bioetanol

O avanço científico, particularmente nas ciências da vida, durante os últimos cinquenta anos foi extraordinário. Tal aspecto gerou novas tecnologias para se produzir o etanol.

As tecnologias de segunda geração para produção de etanol (bioetanol) são tecnologias diferentes para o produzir quando comparadas com a forma tradicional e secular de fazer álcool (fermentar o caldo dos vegetais que possuem açúcares). Essas tecnologias não utilizam os açúcares simples contidos na seiva, por exemplo, caldo da cana-de-açúcar, mas transformam a madeira (celulose) da planta em açúcares simples para posterior fermentação e produção de etanol. No caso da cana-de-açúcar, 1/3 da glicose produzida é disponibilizada na seiva do vegetal (caldo) e 2/3 são usados para síntese da celulose (1/3 no bagaço + 1/3 nas palhas e pontas). A celulose é um polissacarídeo formado, entre outros compostos, por 10.000 moléculas de glicose ligadas. Portanto, a maior parte da glicose sintetizada pelo vegetal é fixada na forma de celulose (Goldenberg, 2007).

A hidrólise da celulose é uma das tecnologias de produção de etanol de segunda geração, ou bioetanol. Hidrolisar a celulose significa quebrar a estrutura molecular do bagaço da cana-de-açúcar (madeira) em açúcares simples, em outras palavras, transformar “a madeira da planta” em açúcares solúveis e passíveis de se transformarem em etanol pela ação de micro-organismos.

A hidrólise é o processo bioquímico que quebra a celulose em moléculas de glicose. A hidrólise da celulose pode ser realizada de várias formas, a saber, a rota enzimática, a rota ácida e a rota alcalina.

### *Bioetanol no mundo*

No Brasil ele é produzido em grande escala utilizando-se como matéria-prima a cana-de-açúcar. Há também a produção em outros países como os EUA e a França, que utilizam o milho e a beterraba, respectivamente. Entretanto o processo brasileiro é o mais avançado, pois, para cada unidade de energia utilizada no processo, são geradas cerca de 8 unidades de energia na forma

de etanol enquanto no processo americano essa relação é de cerca de 1 para 1,3 atualmente. O processo francês alcança a marca de 1 para 1,5. Além disso, no processo brasileiro começa a tornar-se cada vez mais comum a utilização do bagaço da cana, sobra do processo, para a geração de eletricidade.

O bioetanol ainda é muito criticado por alguns grupos de pessoas que consideram desperdício de alimentos que poderiam alimentar seres vivos

#### *Materiais utilizados para produção de bioetanol*

- Milho
- Alcachofra
- Batata
- Beterraba sacarina
- Cana-de-açúcar
- Plantas e desperdícios agrícolas

#### *Vantagens na utilização de bioetanol*

- Produção alcooleira no Brasil já consolidada.
- Produz biodiesel com um maior índice de cetano<sup>1</sup> e maior lubricidade, se comparado ao biodiesel metílico.
- Se for feito a partir da biomassa (como é o caso de quase toda a totalidade da produção brasileira), produz um combustível 100% renovável.
- Gera ainda mais ocupação e renda no meio rural.
- Gera ainda mais economia de divisas.
- Não é tão tóxico como o metanol.
- Menor risco de incêndios.

#### *Desvantagens da utilização de bioetanol*

- Os ésteres etílicos possuem maior afinidade à glicerina, dificultando a separação;
- Possui azeotropia, quando misturado em água. Com isso sua desidratação requer maiores gastos energéticos e investimentos com equipamentos;
- Os equipamentos de processo da planta com rota metálica é cerca de 1/4 do volume dos equipamentos para a rota etílica, para a mesma produtividade e mesma qualidade;
- Dependendo do preço da matéria-prima, os custos de produção de biodiesel etílico podem ser até 100% maiores que o metílico.

## Biomassa

Do ponto de vista da geração de energia, o termo biomassa abrange os derivados recentes de organismos vivos utilizados como combustíveis ou para a sua produção. Do ponto de vista da ecologia,

biomassa é a quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal. Os dois conceitos estão, portanto, interligados, embora sejam diferentes.

Na definição de biomassa para a geração de energia excluem-se os tradicionais combustíveis fósseis, embora eles também sejam derivados da vida vegetal (carvão mineral) ou animal (petróleo e gás natural), mas são resultado de várias transformações que requerem milhões de anos para acontecerem. A biomassa pode considerar-se um recurso natural renovável, enquanto que os combustíveis fósseis não se renovam em curto prazo.

A biomassa é utilizada na produção de energia a partir de processos como a combustão de material orgânico produzida e acumulada em um ecossistema, porém nem toda a produção primária passa a incrementar a biomassa vegetal do ecossistema. Parte dessa energia acumulada é empregada pelo ecossistema para sua própria manutenção. Suas vantagens são o baixo custo, é renovável, permite o reaproveitamento de resíduos e é menos poluente que outras formas de energias como aquela obtida a partir de combustíveis fósseis.

A queima de biomassa provoca a liberação de dióxido de carbono na atmosfera, mas como esse composto havia sido previamente absorvido pelas plantas que deram origem ao combustível, o balanço de emissões de CO<sub>2</sub> é nulo.

#### *Utilização da biomassa como combustível*

Um dos primeiros empregos da biomassa pelo ser humano para adquirir energia teve início com a utilização do fogo como fonte de calor e luz. O domínio desse recurso natural trouxe ao homem a possibilidade de exploração dos minerais, minérios e metais, marcando novo período antropológico. A madeira do mesmo modo foi por um longo período de tempo a principal fonte energética, com ela a cocção, a siderurgia e a cerâmica foram empreendidas. Óleos de fontes diversas eram utilizados em menor escala. O grande salto da biomassa deu-se com o advento da lenha na siderurgia, no período da Revolução Industrial.

Nos anos que compreenderam o século XIX, com a revelação da tecnologia a vapor, a biomassa passou a ter papel primordial também para obtenção de energia mecânica com aplicações em setores na indústria e nos transportes. A despeito do início da exploração dos combustíveis fósseis, como o carvão mineral e o petróleo, a lenha continuou desempenhando importante papel energético, principalmente nos países tropicais. No Brasil, foi aproveitada em larga escala, atingindo a marca de

1 Hidrocarboneto parafínico (alcanos) de fórmula molecular C<sub>32</sub>H<sub>66</sub> usado como padrão na avaliação das propriedades ignitoras do diesel.

40% da produção energética primária, porém, para o meio ambiente um valor como esse não é motivo para comemorações, afinal, o desmatamento das florestas brasileiras aumentou nos últimos anos.

Durante os colapsos de fornecimento de petróleo que ocorreram durante a década de 1970, essa importância se tornou evidente pela ampla utilização de artigos procedentes da biomassa como álcool, gás de madeira, biogás e óleos vegetais nos motores de combustão interna. Não obstante, os motores de combustão interna foram primeiramente testados com derivados de biomassa, sendo praticamente unânime a declaração de que os combustíveis fósseis só obtiveram primazia por fatores econômicos, como oferta e procura, nunca por questões técnicas de adequação.

Para obtenção das mais variadas fontes de energia, a biomassa pode ser utilizada de maneira vasta, direta ou indiretamente. O menor percentual de poluição atmosférica global e localizado, a estabilidade do ciclo do carbono e o maior emprego de mão de obra, podem ser mencionados como alguns dos benefícios de sua utilização.

Igualmente, em relação a outras formas de energias renováveis, a biomassa, como energia química, tem posição de destaque devido à alta densidade energética e pelas facilidades de armazenamento, câmbio e transporte. A semelhança entre os motores e sistemas de produção de energia de biomassa e de energia fóssil é outra vantagem. Dessa forma, a substituição não teria um efeito tão impactante nem na indústria de produção de equipamentos nem nas bases instituídas para transporte e fabricação de energia elétrica.

#### *Materiais utilizados como biomassa*

- A lenha é muito utilizada para produção de energia por biomassa. No Brasil, já representou 40% da produção energética primária. A grande desvantagem é o desmatamento das florestas;
- Bagaço de cana-de-açúcar;
- Pó de serra;
- Papel já utilizado;
- Galhos e folhas decorrentes da poda de árvores em cidades ou casas;
- Embalagens de papelão descartadas após a aquisição de diversos eletrodomésticos ou outros produtos;
- Casca de arroz;
- Capim-elefante.

#### *Vantagens na utilização da biomassa*

- Baixo custo de aquisição;
- Não emite dióxido de enxofre. As cinzas são menos agressivas ao meio ambiente que as provenientes de combustíveis fósseis;

- Menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos);
- Menor risco ambiental;
- Recurso renovável;
- Emissões não contribuem para o efeito estufa.

#### *Desvantagens na utilização da biomassa*

- Menor poder calorífico;
- Maior possibilidade de geração de material particulado para a atmosfera. Isso significa maior custo de investimento para a caldeira e os equipamentos para remoção de material particulado;
- Dificuldades no estoque e armazenamento.

## **Aspectos sociais e ambientais dos biocombustíveis**

### **Sociais**

O grande mercado energético brasileiro e mundial poderá dar sustentação a um imenso programa de geração de emprego e renda a partir da produção do biodiesel. A grande preocupação da ONU (Organização das Nações Unidas) é que a plantação de grandes hectares de terras, para a produção de biocombustíveis, afete consideravelmente a produção de alimentos.

### **Ambientais**

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo apresenta um impacto significativo na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de resíduos tóxicos são resultados do uso e da produção desses combustíveis. A poluição do ar das grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono - CO, 41% dos óxidos de nitrogênio - NOx, 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre - SO<sub>2</sub>. Além disso, o setor de transportes também é responsável por quase 30% das emissões de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, um dos principais responsáveis pelo aquecimento global. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% anualmente.

O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO<sub>2</sub> é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor.

## **Conclusão**

Os biocombustíveis já são um grande sucesso, mas ainda têm um árduo caminho pela frente com as tecnologias de primeira geração e o futuro dependente de outras matérias-primas para as tecnologias de segunda geração. A maior motivação para o uso de biocombustíveis é seu potencial de reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) de uma forma sustentável.

## **Referências**

BIOCOMBUSTIVEIS. Apostila da Petrobras. Disponível em: <<http://www.ecoclima.org.br>>. Acesso em> dez. 2010.

O QUE voce precisa saber sobre biocombustiveis. Petrobras.