

***Combustíveis:
A química que move o mundo***

*Renata Barbosa Dionysio
Fatima Ventura Pereira Meirelles*

Este documento tem nível de compartilhamento de acordo com a licença 3.0 do [Creative Commons](http://creativecommons.org).



<http://creativecommons.org.br>
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/legalcode>

Combustíveis: A química que move o mundo

Este título nos faz pensar: será que é isto mesmo? O que são combustíveis? Por que tantas notícias relacionadas a este tema, nos últimos anos? O que a química tem a ver com isto exatamente?

Vejamos algumas definições apresentadas nos dicionários para a palavra COMBUSTÍVEL, para entendermos a sua importância e, conseqüentemente, como estas substâncias afetam a nossa vida.

- Adj. 2 gen. Que arde: o mesmo que combustivo; s.m. lenha ou outro material para queimar; - mineral: carvão fóssil ou produto dele derivado¹
- Adj. 2 gén., que arde; que tem a propriedade de se consumir pelo fogo; s. m., qualquer material capaz de produzir grandes quantidades de calor, tanto por combustão como por fissão nuclear²;
- Qualquer [substância](#) que reage com o [oxigênio](#) (ou outro [comburente](#)) de forma violenta ou de forma a produzir [calor](#), [chamas](#) e [gases](#). Supõe a liberação de uma [energia](#) de sua forma potencial a uma forma utilizável. Em geral, trata-se de algo susceptível de combustão mas há exceções³;
- Qualquer corpo cuja combinação química com outro seja exotérmica. Entretanto, as condições de baixo preço, a existência na natureza ou o processo de fabricação em grande quantidade limitam o número de combustíveis usados⁴.

Observamos que as definições vão ficando mais complexas, já incorporando algumas características destas espécies, como a capacidade de reação com oxigênio, a característica de ser exotérmica (mas lembre-se que nem toda reação exotérmica é de combustão) etc. Assim, podemos perceber a relação entre a química e os combustíveis.

De modo geral, podemos destacar dois grupos/tipos de combustíveis:

- Os combustíveis fósseis;
- Os combustíveis renováveis.

Qual(is) seria(m) a(s) diferença(s) entre eles?

Basicamente, podemos dizer que os combustíveis fósseis são aqueles que se originaram de animais, vegetais e microorganismos fossilizados há milhares de anos e que sofreram transformações complexas. Acredita-se que o petróleo, por exemplo, tenha se originado de microorganismos aquáticos/marinhos e o carvão mineral, de antigas plantas.

Podemos ver na tabela, algumas características de alguns combustíveis.

COMBUSTÍVEL		ORIGEM	CARACTERÍSTICAS
FÓSSIL	PETRÓLEO	<ul style="list-style-type: none"> ● Microorganismos aquáticos/marinhos ● Animais e vegetais 	<ul style="list-style-type: none"> ● Baixa velocidade de formação ● Não renovável ● Sua queima provoca o aumento da quantidade de CO₂ na atmosfera
	CARVÃO MINERAL	Plantas	
	GÁS NATURAL		
RENOVÁVEL*	ETANOL		<ul style="list-style-type: none"> ● Biodegradável ● Renovável ● A produção de CO₂ é compensada com o consumo posterior
	BIODIESEL		

*Em termos energéticos, podemos mencionar ainda como energia renovável, a HIDRÁULICA, a SOLAR, a EÓLICA e a GEOTÉRMICA

Tabela 1: Tipos de combustíveis e algumas características gerais

Ao olhar para a tabela, poderíamos pensar que é muito mais fácil (rápido) produzir um combustível renovável. Por que, então, tanto investimento na área de prospecção de petróleo, por exemplo? Na verdade, a questão não é tão simples assim. Aspectos econômicos, disponibilidade de recursos, tecnologia, rapidez de produção, eficiência energética devem ser levados em consideração. Numa perspectiva histórica, todo o conhecimento e tecnologia que temos hoje não estavam disponíveis desde os primórdios da civilização, logo, as ferramentas e os recursos são aqueles que se encontram

disponíveis em uma dada época. Vejamos um pouco da história da utilização dos combustíveis para entendermos o momento atual.

O que tem buscado o ser humano, em termos de tecnologia? Podemos dizer que ele busca inovações que tornem a sua vida mais fácil. Com o desenvolvimento tecnológico, temos acesso a instrumentos que realmente nos ajudam em várias situações. É possível nos imaginarmos, hoje, sem meios de transporte, sem meios de comunicação, ou ainda, sem fogão e geladeira para o preparo e conservação dos alimentos? Coisas tão comuns para aqueles que nasceram a partir de meados do século XX, certo? Todos esses recursos dependem de energia para funcionar e produzir, assim como nosso organismo precisa de energia extraída dos alimentos para se manter funcionando normalmente. Logo, a produção de energia deve crescer de forma rápida de modo a acompanhar o avanço tecnológico e consumo dos bens por eles gerados.

O avanço tecnológico começou a partir do momento em que o ser humano passou a dominar a energia, ou seja, a produzi-la e aproveitá-la de alguma forma.

O homem primitivo começou a utilizar a energia térmica e luminosa do fogo. Em um primeiro momento, ele apenas se apropriava do fogo já existente (por exemplo, o proveniente de combustão natural ou provocado por tempestade elétrica) e o mantinha alimentando a fogueira com gravetos e outros tipos de substâncias que queimavam e que estavam ao seu alcance; com isso, foi descobrindo o que pegava fogo ou não, selecionando o que chamamos, hoje, de combustíveis. Dominar o fogo significava se fortalecer frente a diversas situações que o ambiente os expunha.

O fogo serve para iluminação, para aquecer, espantar animais, além de significar supremacia em relação a outros grupos. Depois de um tempo, o ser humano passou também a produzir o fogo e, cada vez mais, pôde tirar proveito dele.

O fogo foi tão significativo para a sociedade que a mitologia grega o tratava como propriedade dos deuses. Nela, diz-se que o titã Prometeu roubou o fogo sagrado de Zeus e o ofereceu aos humanos e que, por isso, sofreu na carne a ira divina. Foi condenado a viver acorrentado em um rochedo e tinha seu fígado devorado de tempos em tempos por um abutre, pois uma vez comido pela ave, este se regenerava para lhe servir de alimento de novo.

A descoberta do fogo é considerada a maior que o homem já fez porque sem ela muitos materiais não seriam transformados nem descobertos. O domínio do fogo provocou uma verdadeira revolução na vida dos homens. Ele foi o precursor da produção e da utilização de energia a partir da queima de combustíveis, que cada vez mais foi sendo aproveitada.

O fogo sempre chamou muito a atenção do homem primitivo que não era capaz de desvendar o processo pelo qual folhas e madeiras queimavam.

De modo geral, a descoberta de novas fontes de energia sempre foi de interesse humano, pois permitiu que o trabalho pesado, que era inicialmente realizado à custa da energia muscular humana ou animal, fosse substituído por energia proveniente da combustão (calor e trabalho).

O combustível usado como principal fonte de energia foi sendo substituído ao longo do tempo: inicialmente era a madeira, depois carvão vegetal e mineral até chegar aos derivados do petróleo. Atualmente, há uma grande preocupação na busca, utilização eficiente e no aprimoramento de processos de obtenção de fontes energéticas alternativas como nuclear, eólica, solar, entre outras.

Como são gerados os combustíveis que utilizamos? Vejamos, a seguir, este e outros pontos específicos sobre alguns combustíveis que, sem dúvida, são fontes de energia que movem o mundo.

O Petróleo

O petróleo é alvo de muitos interesses econômicos, já que o ser humano ainda é muito dependente deste recurso para geração de energia.

Muitos conflitos entre nações foram gerados devido ao interesse pelo petróleo, pois ele é de fundamental importância para economia e desenvolvimento dos países.

As maiores reservas petrolíferas do mundo estão no Oriente Médio e os países com maiores reservas são a Arábia Saudita, o Canadá, o Irã, o Iraque, o Kuwait, os Emirados Árabes, a Venezuela e a Rússia, nesta ordem.

No Brasil, desde a metade do século XIX, desbravadores procuravam matéria-prima para a fabricação de combustíveis a serem utilizados na iluminação de cidades. Em alguns lugares afastados de grandes centros, os moradores utilizavam uma lama negra para queimá-las em fogareiros e lamparinas, mostrando que a riqueza petrolífera poderia estar mais próxima do que o imaginado.

A primeira investida real na obtenção de petróleo, no Brasil, foi feita entre 1892 e 1897, quando um fazendeiro chamado Eugênio Ferreira de Camargo obteve concessão na região de Bofete, em São Paulo, e trouxe dos Estados Unidos uma sonda e uma equipe para perfurar o que é considerado o primeiro poço de petróleo do país. Um poço de 488 metros de profundidade foi perfurado; dali foi retirado somente água sulfurosa e dois barris de petróleo. Apesar desse resultado limitado, a partir daí, o Brasil passou a considerar interessante a busca por petróleo.

Em 1907, foi criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), muito importante para a realização de pesquisas na área. Em 1919, iniciaram-se sondagens financiadas com recursos oficiais e até 1930, a SGMB havia perfurado 51 poços com resultados não satisfatórios no que diz respeito a

extração do mineral, porém, de grande importância para o acúmulo de informações sobre a geologia do país.

Em 1930, o engenheiro Manoel Inácio Bastos começou a investigar uma lama preta, na região de Lobato, na Bahia, que os moradores do local usavam para iluminar suas casas em substituição ao querosene. Apesar do empenho de Bastos em levar amostras ao então presidente Getúlio Vargas e este em encaminhá-las ao SGMB, somente em 1939 foi descoberto petróleo em um poço de 210 metros na mesma região.

No ano de 1933, foi criado o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e em 1938, instituiu-se o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Com ele, surgiu a primeira legislação que nacionalizou a exploração de petróleo e gás.

Em 1941, surge o campo de Candeias, o primeiro campo petrolífero viável economicamente no Brasil e que opera até hoje.

Em 3 de outubro de 1953, foi fundada a PETROBRAS (PETRÓLEO BRASILEIRO S/A) através da lei 2004 do presidente Getúlio Vargas. Desde então, a Petrobras investe em pesquisas e em tecnologia para a exploração do petróleo no Brasil.

As perfurações petrolíferas do país vêm avançando desde então, buscando-se o mineral em cada vez mais lugares, em regiões cada vez mais difíceis e profundas.

Isto tornou a PETROBRAS referência em extração em águas profundas, com extrações cada vez maiores, levando o país a auto-suficiência em petróleo.

O petróleo é usado como fonte para obtenção de diversos produtos de interesse comercial e não apenas como combustível.

Mas se falamos no início que os combustíveis são a química que move o mundo, como podemos relacioná-lo à química? Em outras palavras, será que é possível saber, quimicamente, o que é o petróleo?

Para sabermos o que é o petróleo é melhor entendermos primeiro onde ele se encontra e como ele foi formado. O petróleo é encontrado nas camadas inferiores do solo, tanto no mar quanto na terra. Devido ao seu processo de formação, geralmente encontra-se associado ao gás natural e a uma certa quantidade de água salgada, proveniente dos antigos mares.

Um dos marcos na exploração de petróleo no Brasil foi a descoberta de jazidas na camada pré-sal, em 2008, na qual as reservas localizam-se a uma profundidade entre sete e oito mil metros abaixo do leito do mar.

Na figura 1 é mostrado um esquema resumido de uma jazida petrolífera.

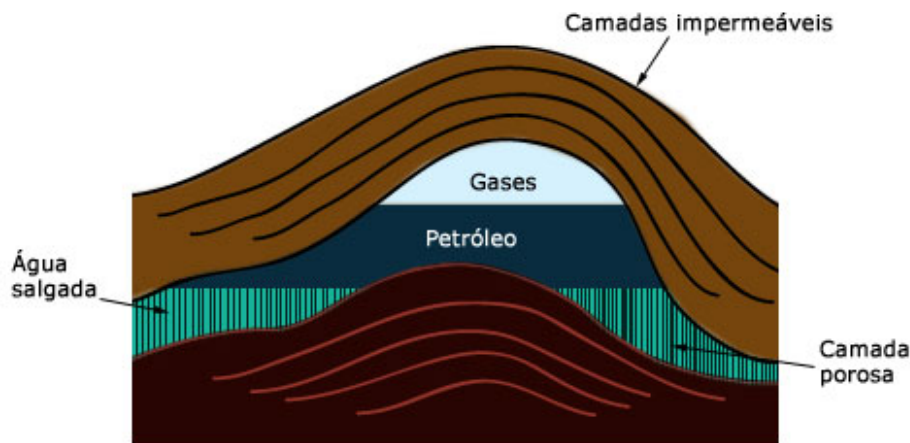


Figura 1: Esquema de jazida petrolífera

Restos de animais e vegetais depositados há milhares de anos no fundo do mar foram cobertos lentamente por sedimentos, formando as rochas sedimentares (calcário e arenito). Em função das condições de temperatura e pressão do local, seus componentes foram se transformando – através de sequências de reações complexas – em petróleo.

O que seria então, quimicamente, o petróleo?

O petróleo é um líquido escuro e viscoso constituído por uma mistura de hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos e inorgânicos em menor quantidade.

O termo petróleo (*petra* = pedra + *oleum* = óleo) é usado atualmente, mas este líquido escuro e viscoso já recebeu outros nomes, o que muitas vezes confunde o leitor: alcatrão, asfalto, azeite, bálsamo da terra, betume, breia, lama, resina, malta, múmia, nafta, óleo de rocha, óleo de Medeia, óleo mineral, óleo de S. Quirino, óleo de Sêneca, óleo de Rangun, nafta da Pérsia, piche de Trindade, Pez de Barbados, piasfalto. Fiquemos atentos, portanto, quando estivermos lendo um texto com um destes termos para nos certificarmos do que estamos falando.

Verificamos, então, que o petróleo não é o que chamamos de uma substância pura, mas uma mistura constituída principalmente de hidrocarbonetos, contendo até 30 átomos de carbono, onde as séries mais representativas são:

COMPOSTOS	FORMULAS /NOMES	OBSERVAÇÕES
Alcanos de cadeia normal:	C_nH_{2n+2} n-parafinas	<ul style="list-style-type: none"> ● Presentes em maior quantidade no petróleo. ● Componente das gasolinas de baixa octanagem
Alcanos ramificados ¹	C_nH_{2n+2}	<ul style="list-style-type: none"> ● Alta octanagem
Alcenos ramificados	C_nH_{2n} Olefinas	<ul style="list-style-type: none"> ● Ausentes ou presentes em quantidades pequenas no petróleo ● Formados durante o craqueamento catalítico das frações mais pesadas² ● Possuem ampla aplicação na indústria (eteno, propeno, 1-buteno, 2-buteno)
Ciclanos	C_nH_{2n} Naftenos ³	<ul style="list-style-type: none"> ● Menos reativo que alcenos devido à ausência da insaturação ● Ciclo-pentano, ciclo-hexano, metil-ciclo-hexano e os dimetil-ciclo-pentano
Aromáticos	Bezenóide	<ul style="list-style-type: none"> ● Presentes em pequenas quantidades no petróleo ● Matéria-prima para a indústria ● Antidetonantes (aumentam a octanagem) na gasolina ● Prejudiciais à saúde

Tabela 2

Notamos, assim, que o petróleo, além de não ser uma substância pura, é uma mistura complexa de moléculas complexas. Isto seria uma característica boa ou ruim? Misturas complexas costumam ser de difícil separação, o que poderia ser uma desvantagem, caso necessitássemos utilizar todos os componentes da mistura separadamente. No caso do petróleo, isso raramente ocorre, bastando separar as frações por destilação fracionada como observamos na figura 2:

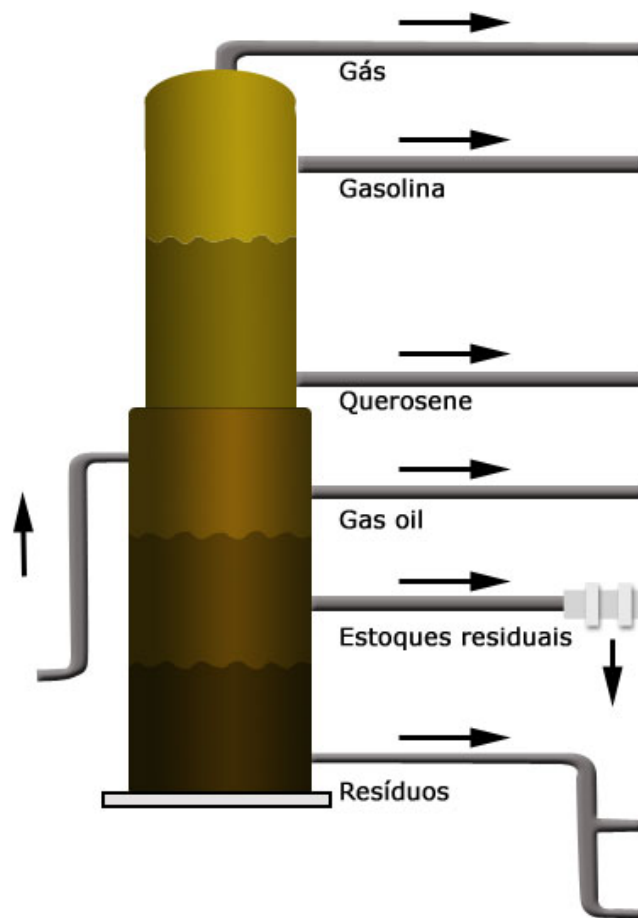


Figura 2: Frações obtidas na destilação fracionada e aplicações

Por outro lado, a presença de diferentes componentes permite também a utilização do petróleo na produção de muitos produtos com as mais diversas finalidades. Alguns exemplos podem ser visualizados a seguir e são obtidos em indústrias petroquímicas.

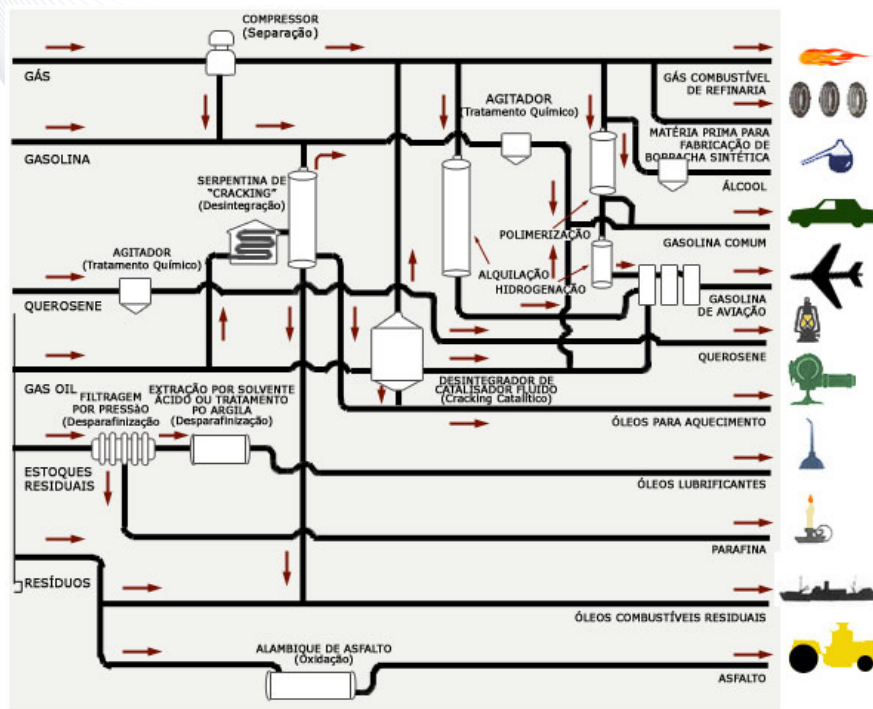


Figura 3: Produtos que podem ser fabricados após separação das frações do petróleo seguida de reações químicas.
Fonte: Hilsdorf, Jorge Wilson. Química Tecnológica. Thomson, 2004

Vejamos a gasolina, por exemplo. Ela é uma mistura de hidrocarbonetos de 5 a 12 átomos de carbono em cada molécula. O modo de se classificar a gasolina, empregado desde 1928, é denominado índice de octano ou octanagem. Isso porque o 2,2,4 trimetil pentano ou isooctano apresentou o melhor comportamento ao entrar em combustão em um motor a gasolina, chegando-se à conclusão de que hidrocarbonetos que proporcionam o melhor rendimento em um motor desse tipo são aqueles de cadeias menores, com maior número de ramificações e com ramificações mais afastadas das extremidades da cadeia.

Mas o que provoca esse melhor rendimento?

Esses hidrocarbonetos resistem melhor à compressão dentro de um cilindro do motor, isso significa que estes não entram em combustão por simples compressão e sim pela centelha provocada pela vela. Por o isooctano ter grande resistência a compressão, classifica-se a gasolina pelo índice de octano ou octanagem, o que não significa dizer que o combustível é rico em octano ou isooctano, mas sim, resistente à compressão.

Para minimizar o efeito da combustão precoce por compressão, pode-se usar substâncias antidetonantes, que evitam a explosão do combustível antes do contato com a centelha.

Na gasolina brasileira, o etanol é utilizado com a função antidetonante, já que sua resistência à explosão por compressão é 5% maior que do isoctano.

Todos os combustíveis reagem com um comburente e essas reações são chamadas reações de combustão. As reações de combustão têm um papel fundamental na vida do homem pois são fontes de energia térmica. Esta energia térmica pode ser transformada em outros tipos de energia e também podem transformar os materiais.

O que é exatamente combustão?

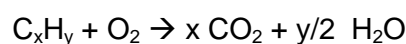
A combustão é um processo exotérmico onde uma substância combustível reage com uma substância comburente. Para que a combustão ocorra é indispensável a presença tanto do combustível quanto do comburente, ou seja:

COMBUSTÃO → COMBUSTÍVEL + COMBURENTE

O combustível é qualquer substância que é queimada enquanto o comburente é normalmente o oxigênio que se encontra no ar na proporção de 21%. Para que a combustão ocorra existe uma série de condições necessárias, uma delas é que os reagentes atinjam a energia de ativação necessária para a produção dos produtos da reação.

A quantidade de oxigênio disponível determina se a combustão será completa ou incompleta.

Na combustão completa, onde existe um excesso de oxigênio, uma substância formada por carbono e hidrogênio (hidrocarboneto) forma como produtos o dióxido de carbono (CO₂) e a água (H₂O), o que caracteriza uma oxidação total. Veja a equação abaixo.



Na combustão incompleta, o oxigênio disponível não é suficiente, ocorrendo uma oxidação parcial que, dependendo da quantidade de gás oxigênio presente, pode formar monóxido de carbono (CO), fuligem (C) e água (H₂O). Veja a equação abaixo.



É necessário que o combustível tenha um bom poder calorífico, ou seja, a energia liberada por unidade de massa quando ele sofre combustão. Veja alguns combustíveis com seus respectivos poderes caloríficos.

COMBUSTÍVEL	ENERGIA (kcal/kg)
Gás natural	4.300
GLP	12.000
Gasolina	11.200
Hidrogênio	29.000
Lenha	2.500
Óleo diesel	10.700
Carvão mineral	6.800
Álcool etílico	6.500

Tabela 3

Isso significa que usando combustíveis diferentes para conseguir uma certa quantidade de energia, quantidades diferentes de combustíveis devem ser selecionadas.

O Carvão

Diferente do carvão vegetal (formado normalmente pela carbonização da lenha, chamado também de carvão de lenha), o carvão mineral é considerado uma rocha orgânica combustível. Portanto, é um carvão fóssil originado de vegetais submetidos a uma carbonização com perda de oxigênio e hidrogênio. Nesse tipo de carvão, pode-se encontrar também material inorgânico misturado ao orgânico.



Figura 4: Esta imagem é um projeto da "Minerals in Your World", um esforço cooperativo entre a United States Geological Survey e Mineral Information Institute. As imagens foram apresentadas na " Minerals and Materials Photo Gallery " do website da Câmara E.U. Subcomissão de Energia e Recursos Naturais. Como um trabalho do governo federal E.U., a imagem é do domínio público.

Quanto maior for a idade do fóssil, maior é a concentração de carbono e, portanto, melhor é a qualidade do carvão.

O carvão fóssil é classificado de acordo com a porcentagem de carbono existente. Entre eles temos a turfa (com 55 a 65% de carbono), o linhito (com 65 a 75% de carbono), a hulha (com 75 a 90% de carbono) e o antracito (com teor acima de 90% de carbono). À medida que a porcentagem de carbono aumenta, diminui-se o teor de umidade, o que torna o carvão mais interessante para a combustão.

No carvão, encontram-se muitos compostos aromáticos, pois na medida em que se aumenta a carbonização, mais hidrogênios são liberados, aumentando a quantidade de compostos aromáticos que podem ser utilizados como matéria-prima de indústrias como as de nylon, detergentes, pesticidas e índigo sintético.

Como o carvão é sólido e normalmente impuro não é utilizado como combustível para transportes, apesar de já ter sido utilizado em barcos e em trens no passado.

A queima do carvão libera material particulado, como cinzas e óxidos de enxofre e de nitrogênio, dependendo da procedência do material, o que contribui para a formação da chuva ácida, além da liberação de dióxido de carbono, o que contribui para o efeito estufa.

Os maiores produtores de carvão mineral no mundo são Estados Unidos, China, Índia, Rússia, África do Sul e Austrália.

A existência de boas jazidas e a extração relativamente simples do carvão das minas tornam a atividade economicamente interessante, porém de alto risco para os mineiros que trabalham, expostos à grande concentração de cinzas de carvão, calor, ruídos, escuridão e sob risco de incêndios e desabamentos.

O Gás Natural

O gás natural é considerado um combustível fóssil. Sua produção ocorreu no período pré-histórico a partir de matérias orgânicas que foram soterradas em grandes profundidades. Dessa forma, o gás ficou acumulado em rochas porosas.

O gás natural é formado por uma mistura de hidrocarbonetos onde se encontra em maior concentração o metano, seguido do etano e também pequenas quantidades de propano, butano, gás nitrogênio e dióxido de carbono.

Essa mistura gasosa é encontrada no subsolo, diferentemente dos gases GLP (gás liquefeito de petróleo) e gás de refinaria que são provenientes de processos industriais. Existem dois tipos de gás natural. O que é encontrado em reservatórios onde há pouco petróleo é denominado não-associado. Já aquele que é encontrado misturado ao petróleo ou em pequenas quantidades sobre a reserva petrolífera é chamado de gás associado.

A extensão da utilização do gás natural sempre esteve vinculada a possibilidade de seu armazenamento e transporte. No passado, não se dispunha de tecnologia para construção de gasodutos resistentes a vazamentos e que transportassem grandes volumes a longas distâncias. Essa tecnologia evoluiu muito até os dias atuais.

No Brasil, especificamente na Bahia, na década de 1940, descobertas de gás atendiam a indústrias localizadas no Recôncavo Baiano. Em 1988, na Bacia de Campos (RJ), começou a produção de gás natural em maior escala, o que elevou sua participação como matriz energética.

A oferta de gás natural teve um aumento significativo em 1999, com o Gasoduto Brasil-Bolívia, atualmente denominado Rede Gás Energia. Dessa forma, o seu uso foi estimulado em termelétricas e em veículos automotivos.

O gás natural é muito utilizado como combustível industrial e doméstico ou como matéria-prima para sínteses químicas, tem alto poder calorífico e é menos poluente que o petróleo.

A localização das reservas e a comprovação da existência de gás em nível comercial são processos que antecedem a sua produção, pois durante este processo há uma avaliação de necessidade de infraestrutura de produção e de transporte. Assim sendo, algumas vezes a produção não é economicamente viável para comercialização, então o gás é utilizado para o consumo de energia da própria plataforma de produção de petróleo e o excedente é queimado.

O gás, após ser extraído, é transportado para uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN). Na UPGN, a primeira etapa consiste na eliminação do vapor d'água; a seguir, são separados: 1) o butano e o propano, constituindo o chamado GLP; 2) o gás natural, constituído de metano e etano e 3) uma pequena porção de gasolina natural, uma mistura de hidrocarbonetos de cinco ou mais átomos de carbono. A figura abaixo representa de maneira simplificada uma UPGN.

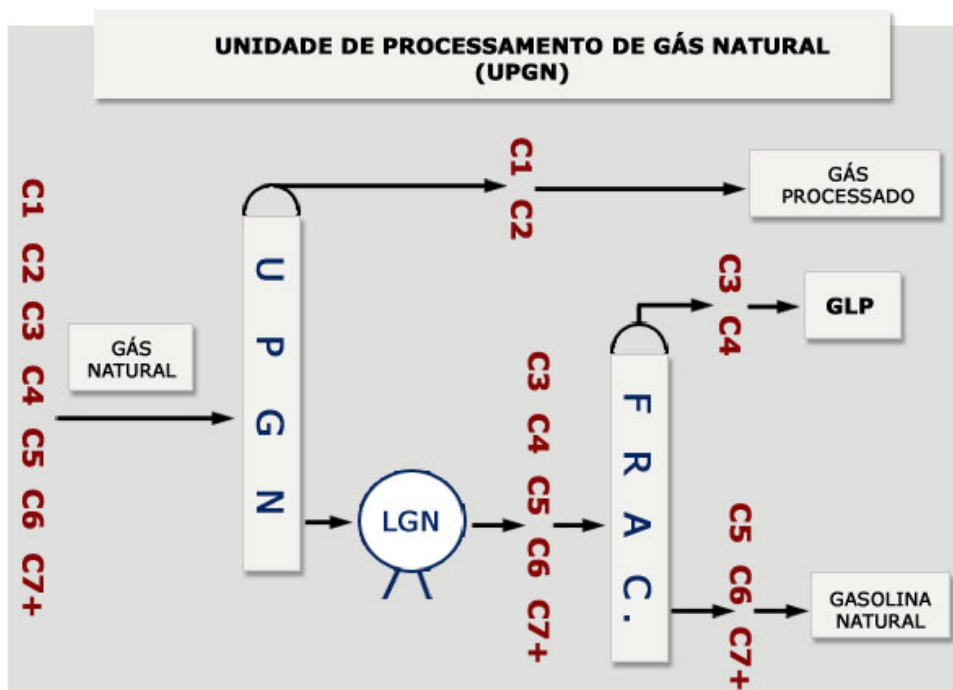


Figura 5

O transporte pode ser feito transformando o gás natural em GNL – gás natural liquefeito – que pode ser transportado em navios ou caminhões a $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, de modo a reduzir seu volume em cerca de 600 vezes.

Os dutos também são muito utilizados. Estes consistem de cilindros interligados que operam em alta pressão e por onde o gás natural passa na forma de GNC – gás natural comprimido.

O gás natural é de extrema importância ambiental, pois é um combustível mais limpo, ou seja, sua combustão emite uma quantidade pequena de poluentes e fuligem quando comparado com combustíveis como carvão, diesel etc.

Combustíveis Renováveis ou Biocombustíveis

É comum ouvirmos frases envolvendo o termo “*matriz energética brasileira*”, mas o que significa isto? Entende-se por matriz energética a quantidade de recursos para geração de energia, disponíveis em um país ou região.

A matriz energética mundial (*Key World Energy Statistics 2006*) envolve 14% de energia renovável (de biomassa, hidráulica, solar, eólica e geotérmica). Quando se considera apenas os países membros da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) este valor representa 6% do total. Por outro lado, no Brasil, a proporção de energia renovável na matriz energética é de 45%, isto graças ao extensivo uso de energia proveniente de hidroelétricas.

Na busca por “*energia limpa e renovável*”, os biocombustíveis destacam-se porque podem trazer benefícios socioeconômicos e para o meio ambiente. No Brasil, o uso extensivo de biocombustíveis começou na década de 1970 com o programa do álcool combustível (PROAL) e, mais recentemente, incorporou-se o uso de biodiesel.

Por que o interesse pelos biocombustíveis aumentou tanto no final do século XX?

Para respondermos estas perguntas, precisamos entender antes o que vem a ser biocombustível e o que o torna tão diferente e interessante em relação aos combustíveis fósseis. É justamente aí que falamos de química.

Biocombustíveis são combustíveis produzidos a partir de material de origem biológica, não fóssil, também conhecido pelo termo biomassa, que se transforma através de reações químicas. Quando queimados, liberam energia que pode ser aproveitada para realizar trabalho. Os biocombustíveis são renováveis, isto é, são provenientes de fontes que podem ser repostas em quantidade e velocidade proporcional a sua utilização, sem o risco de se esgotar. Soma-se a isto o fato de serem biodegradáveis, diminuindo o impacto ambiental decorrente de sua utilização, do seu descarte ou em relação a possíveis acidentes como os derramamentos. Eles não contribuem para o acúmulo de CO₂, um dos chamados “*gases do efeito estufa*”, uma vez que os gases gerados na sua queima são reabsorvidos na biomassa da safra seguinte, mantendo o equilíbrio entre absorção e emissão.

Além disso, a presença do oxigênio na sua composição ajuda a reduzir as emissões de CO₂, quando adicionados aos combustíveis fósseis.

A constatação de que os combustíveis fósseis são extremamente poluentes e que têm reservas finitas, leva o homem a buscar os biocombustíveis. No entanto, outros fatores fazem crescer o interesse pelos biocombustíveis, entre eles, pode-se destacar:

- o aumento do preço da gasolina, do diesel e derivados de petróleo;
- o aumento da demanda mundial por combustíveis;
- a diminuição das reservas de combustíveis fósseis;
- problemas geopolíticos (ameaça de guerra ou crise internacional);
- a incidência de petróleo em poços cada vez mais profundos, que requer investimentos maiores e tecnologias mais complexas.

Assim, a produção e a utilização dos biocombustíveis favorecem a economia auto-sustentável essencial para a autonomia de países em desenvolvimento como o Brasil.

Biomassa é matéria orgânica que pode ser usada como fonte de energia limpa (não poluente). Ex.: todos os organismos fotossintetizantes aquáticos ou terrestres, estrume, óleos e lixo (resíduos orgânicos) urbanos, industriais ou florestais. A tabela a seguir dá alguns exemplos:

BIOMASSA	EXEMPLOS
Plantas aquáticas e terrestres	Cana-de-açúcar, algodão, amendoim, dendê, girassol, soja, milho.
Óleos vegetais	Buriti, Babaçu, Mamona, Dendê etc.
Resíduos urbanos	Aterro sanitário, Lodo (esgoto).
Resíduos industriais	De madeira, de alimentos, de bebidas, de papel de celulose, de beneficiamento de grãos.
Resíduos florestais	Bagaço de cana, esterco.

Tabela 4

O etanol e o biodiesel destacam-se no mercado interno e externo de biocombustíveis.

Mas o que são realmente estas duas formas de combustível e o que há de novo nisto? Afinal, o etanol já é produzido há muitos anos!

Embora já se produza biocombustíveis há séculos, foi apenas após o Protocolo de Quioto⁶ que o interesse mundial pelos biocombustíveis foi alavancado em função da necessidade de se reduzir a emissão de gases poluentes que contribuem para o aquecimento global (gases do efeito estufa).

Além disso, a inclusão de biocombustíveis, como o álcool e o biodiesel, na matriz energética de diversos países permitiu o aumento de suas exportações e a possibilidade de novas inserções no mercado externo. Neste contexto, o Brasil adquiriu posição de destaque, uma vez que é o segundo maior produtor mundial de etanol (o primeiro em etanol de cana-de-açúcar), sendo considerado uma das potências emergentes no setor.

A utilização de biocombustíveis tem sido preconizada por alguns para a substituição completa dos combustíveis fósseis e por outros para a substituição parcial. Estima-se que a frota de automóveis movidos a biocombustível passe de 4,2 milhões em 2007 para 15 milhões de unidades em 2013 (Associação Nacional de fabricantes de Veículos automotores – ANFAVEA).

Os Estados Unidos (o maior produtor mundial de etanol) passaram a incentivar a produção de álcool a partir do milho e de celulose de madeira e os europeus passaram a conceder crédito tributário por tonelada de biodiesel vendido.

Algumas vantagens da utilização de biocombustível são as seguintes:

- é uma alternativa economicamente viável;
- é uma energia de fonte renovável;
- diminui a dependência do petróleo, diminuindo a necessidade da importação de petróleo de regiões politicamente instáveis;
- pode ser produzido por um maior número de países quando comparado com o número dos produtores de petróleo (cerca de 120 e 15 respectivamente)⁵, gerando um mercado mundial para o produto;
- emite menos gases poluentes e material particulado do que o diesel e gasolina;
- o CO₂ gerado na sua queima é consumido na safra seguinte, diminuindo a presença de gases do efeito estufa;

- pode ser obtido de grande diversidade de matérias-primas;
- as matérias-primas usadas na sua produção são de fácil localização, pois se encontram na superfície, o que permite um maior controle da produção;
- o plantio da matéria-prima (biomassa) pode aproveitar terras inadequadas (para a produção de alimentos, por exemplo, como as regiões de seca, no nordeste, onde algumas oleaginosas conseguem se desenvolver);
- impulsiona o aprimoramento de novas tecnologias;
- atrai novos investimentos em regiões isoladas, incentivando o agronegócio;
- a produção em lavouras familiares contribui para a [inclusão social](#), a geração de empregos com aumento da renda familiar e o desenvolvimento econômico de diversas regiões do Brasil.

Mas será que só há vantagens? Certamente não. Podemos mencionar algumas das preocupações e desvantagens associadas à produção de biocombustíveis:

- a produção da matéria-prima para a produção de grandes quantidades de biocombustíveis pode levar ao esgotamento do solo, à destruição da [fauna](#) e [flora](#) regional, aumento do risco de erradicação de espécies animais e vegetais, possível aparecimento de novos parasitas e invasão das áreas de florestas tropicais pelas lavouras;
- a energia necessária para a irrigação, aplicação de adubos e utilização de máquinas agrícolas, transporte e armazenamento não é levada em conta no balanço de emissão de CO₂;
- Cogita-se que poderá haver uma subida nos preços dos alimentos, ocasionada pelo aumento da demanda de matéria-prima para a produção de biocombustíveis^a;

Independente da escala de produção, o importante é que se desenvolva tecnologia adequada, que se encontrem alternativas definitivas para a dependência do petróleo e que se resolvam ou amenizem os problemas ambientais associados à produção e uso de energia. Na verdade, deseja-se tudo isso e muito mais. Para atender esta necessidade, muita química é necessária.

Aqui vamos nos deter nos biocombustíveis de interesse econômico, ou seja, o álcool combustível (etanol) e o biodiesel.

O Álcool Combustível (Etanol)

Neste momento, é importante fazer uma distinção entre o que significa, para nós consumidores, a palavra álcool e o que significa o álcool do ponto de vista da química. Popularmente, chamamos de álcool aquele líquido incolor de odor característico que evapora com facilidade e que usamos para diversas finalidades (desinfecção, combustível, solvente etc.). Na verdade, para estas finalidades estamos falando geralmente do álcool etílico (nome comum) ou etanol (nome oficial). Mas do ponto de vista químico, álcool é o composto orgânico que contém um grupamento OH (hidroxila) ligado a um carbono primário.

O metanol tem sido usado como combustível, mas devido a sua maior reatividade e toxicidade ao ser humano, seu uso tem diminuído consideravelmente em relação ao etanol. Assim, abordaremos aqui apenas a utilização de etanol.

O etanol possui diversas aplicações, mas aqui nos deteremos nos aspectos que consideram sua importância como um dos combustíveis que move o mundo.

No Brasil, o álcool combustível pode ser usado sob duas formas:

- o álcool anidro, aquele usado como aditivo para a gasolina;
- o álcool hidratado, aquele usado diretamente como combustível para os carros a álcool ou bicombustíveis (“flex fuel”).

Mas qual é a diferença entre estes dois tipos de álcool combustível? Por que se adiciona o álcool na gasolina?

A química nos ajuda a explicar tudo isto e as respostas para estas perguntas dizem respeito às propriedades químicas do álcool, da água e da gasolina. Vamos ver uma de cada vez:

- a diferença entre o álcool hidratado e o anidro é que o primeiro possui cerca de 7% de água, enquanto o segundo possui no máximo 0,7% na sua composição;
- na gasolina brasileira, o etanol é utilizado com a função antidetonante, já que sua resistência à explosão por compressão é 5% maior que a do isooctano. A adição de álcool à gasolina vem sendo feita no Brasil desde 1938.

A tabela abaixo mostra valores comparativos de produção e exportação do etanol.

	PRODUÇÃO	EXPORTAÇÃO
1970	3,6 milhões de toneladas	Insignificante
2005	30,4 milhões de toneladas	2,1 bilhões de litros
2006	17,7 bilhões de litros (hidratado e anidro)	3,3 bilhões de litros
2010	NI	7 bilhões de litros
2015	37 milhões	3,5 bilhões de litros

NI: não informado

Tabela 5

Álcoois como metanol e etanol podem ser obtidos tanto de fontes fósseis (gás natural) quanto de fontes renováveis (biomassa), mas o processo mais utilizado para a produção comercial de etanol é o da fermentação. Neste processo, um carboidrato é convertido em álcool pela ação de microorganismos (leveduras) através de uma sequência de reações enzimáticas. Mas antes da levedura poder ser utilizada, várias etapas são necessárias. A este conjunto de etapas chamamos de processo fermentativo.

As matérias-primas para a produção de álcool podem ser várias: cana-de-açúcar, milho, mandioca, beterraba.

Aquelas matérias-primas que contêm sacarose são as mais econômicas quando comparadas com aquelas que contêm amido ou celulose, uma vez que estas últimas requerem pré-tratamentos que encarecem o processo de produção do álcool. A produção a partir de celulose também tem sido investigada, mas devido a sua estrutura e à presença de outros compostos que dificultam seu tratamento, o processo ainda apresenta um custo elevado. Novas tecnologias vêm sendo investigadas, em particular nos países em desenvolvimento, para superar estas dificuldades e muitos conhecimentos de química são necessários neste setor.

Então sacarose, amido e celulose são matérias-primas para a produção de etanol? Popularmente, podemos dizer que sim, mas é importante conhecer a diferença entre matéria-prima e substrato (ou reagente): a matéria-prima é o material (geralmente bruto) que contém o componente (substrato) que se converterá no produto de interesse. Logo, seria mais apropriado dizer que cana-de-açúcar, milho e lascas de madeira são as matérias-primas, enquanto os carboidratos (sacarose, amido e celulose)

presentes nestes materiais são os substratos que serão convertidos em álcool. Alguns precisarão ser previamente modificados quimicamente.

A escolha da matéria-prima dependerá do clima e de das estratégias política e econômica de cada país.

Matérias-primas e substratos utilizados na produção de álcool combustível em diferentes locais.

LOCAL	MATÉRIA-PRIMA	CONVERSÕES
Brasil	Cana-de-açúcar	Sacarose → glicose e frutose → etanol
América Latina		
África (parte)		
Índia		
Ásia (sudeste)		
EUA	Milho	Amido → glicose → etanol
China		
Europa	Beterraba	Sacarose → glicose e frutose → etanol
	Uva (em alguns casos)	

Tabela 6

O etanol é gerado pelas leveduras no seu interior, a partir da glicose ou da frutose, assim algumas reações devem ocorrer inicialmente para transformar sacarose, amido e celulose em glicose ou frutose. Quando a sacarose é utilizada, a própria levedura é capaz de quebrá-la, formando glicose e frutose. A reação é catalisada por uma enzima chamada invertase

O amido é um polímero de glicose. Será que pelo fato de ser um polímero (possuir muitas unidades glicose ligadas entre si) vai gerar mais etanol? Vejamos como a química pode nos ajudar a responder esta pergunta. Pelo fato de possuir uma cadeia muito grande, o amido é insolúvel em água, apesar de possuir muitas hidroxilas (grupos hidrofílicos, que conferem afinidade pela água).

Se colocássemos o amido diretamente no fermentador, nas condições do processo (com outros componentes necessários ao crescimento da levedura), teria-se um material muito viscoso (uma espécie de cola) onde a levedura não poderia agir. Assim, para obtenção de etanol utilizando matérias-primas amiláceas, estas devem ser tratadas previamente para quebrar (hidrolisar) o amido e tornar as moléculas de glicose mais acessíveis à ação do microorganismo durante a fermentação. Neste processo, são utilizadas enzimas denominadas amiláceas.

Para a utilização de celulose, que também é um polissacarídeo de glicose, o pré-tratamento envolve etapas bem mais complexas. Isto se deve à presença de outras moléculas de difícil degradação no interior das fibras de celulose.

Uma vez com o substrato pronto, a levedura converte a glicose em piruvato por um conjunto de reações em cadeia, denominado como *via glicolítica*.

A via glicolítica converte glicose em piruvato através de reações de diferentes tipos (fosforilação, isomerização, desidrogenação, quebra etc.). Depois, o piruvato é convertido a etanol em duas etapas. Veja, então, quanta química há neste processo e como a natureza pode realizar tantas reações de forma tão integrada.

Este processo é viável economicamente graças à presença de enzimas específicas. As enzimas são catalisadores biológicos que podem aumentar a velocidade das reações em até 10¹² vezes, de forma que é muito mais rápido deixar a levedura trabalhar para nós do que tentar realizar cada uma das reações separadamente ao longo do processo. Porém, para que o processo funcione bem, devemos entender a “(bio)química” da levedura e descobrir do que ela precisa para fazer estas reações. No caso específico deste processo, muitos cientistas já determinaram os requerimentos básicos (a fonte de carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo etc.) para que a levedura produza etanol, mas para outros processos, ainda há muito para ser descoberto. Quem sabe você, leitor, um dia, não contribuirá para esclarecer os mecanismos envolvidos nesse processo?

E como fica a questão ambiental?

A queima do etanol é pouco poluente, resultando predominantemente em calor, sem a fuligem tipicamente observada como decorrência da queima de combustíveis derivados do petróleo. Por outro lado, a queima da palha da cana-de-açúcar é um problema. Na época do Pró-álcool, as plantações de cana-de-açúcar substituíram grande parte da Mata Atlântica, especialmente na região nordeste, promovendo uma mudança significativa no ambiente, com elevação das temperaturas e da erodibilidade dos solos.

Este fato chamou a atenção dos profissionais da área que orientaram os usineiros a adotar procedimentos de proteção das regiões que restam e de recuperação de áreas degradadas. O Pró-álcool

foi um programa de substituição dos derivados de petróleo, desenvolvido para minimizar sua dependência. Durante sua vigência, as vendas de veículos a álcool chegaram a atingir 80% das vendas no país, em 1985. No entanto, problemas de abastecimento de álcool no mercado e a elevação de seu preço em relação à gasolina foram alguns dos fatores limitantes da continuidade de sua ampla utilização.

A dependência do agricultor por muitos insumos (agrotóxicos e adubos) obtidos do mercado internacional, o extensivo uso da água e a possibilidade de esgotamento do solo pela prática da monocultura são outros pontos desfavoráveis para a produção indiscriminada de etanol a partir da cana.

Com a introdução, no mercado, dos carros bicombustíveis, a demanda por etanol aumentou novamente e as preocupações relacionadas com expansão da área de plantio da cana-de-açúcar ou do eucalipto (produção a partir de celulose) estão novamente em pauta.

O Biodiesel

Podemos iniciar com a pergunta: o que é biodiesel, ou melhor dizendo, qual é a diferença entre o biodiesel e o diesel?

Quimicamente, o diesel é uma parafina obtida do processamento do petróleo, enquanto o biodiesel é um éster obtido, em geral, da reação de um álcool com um (tri)éster presente ou obtido de biomassa.

Tecnicamente, o biodiesel é definido como “combustível formado de ésteres mono alcila de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou gordura animal, denominados B100 (quando se tem 100% biodiesel) e seguindo as exigências da agência de padronização de materiais dos Estados Unidos da América (ASTM), no caso a norma ASTM D 6751⁷. Veja quanta química há nisso!

O biodiesel é um substituto, atóxico, do óleo diesel (de fonte mineral), podendo ser usado tal qual (B100) ou em misturas com diesel em motores de caminhões, tratores, ônibus e outros veículos (motores à combustão interna de ciclo diesel), além de motores utilizados para geração de energia elétrica (estacionários).

A mistura diesel-biodiesel recebe o código de B2, B5, B25 etc., de acordo com o teor de biodiesel adicionado ao diesel: 2%, 5%, 25% e assim sucessivamente. A mistura até B20 pode ser usada em motores diesel sem necessidade de modificação técnica.

Vejamos agora de onde vem o biodiesel.

Pelo fato de ser obtido geralmente de matéria-prima vegetal, é conhecido por muitos como o COMBUSTÍVEL VERDE.

Considerando o fato de que o Brasil ainda importa diesel, a utilização do biodiesel diminui a necessidade de gastos com importação.

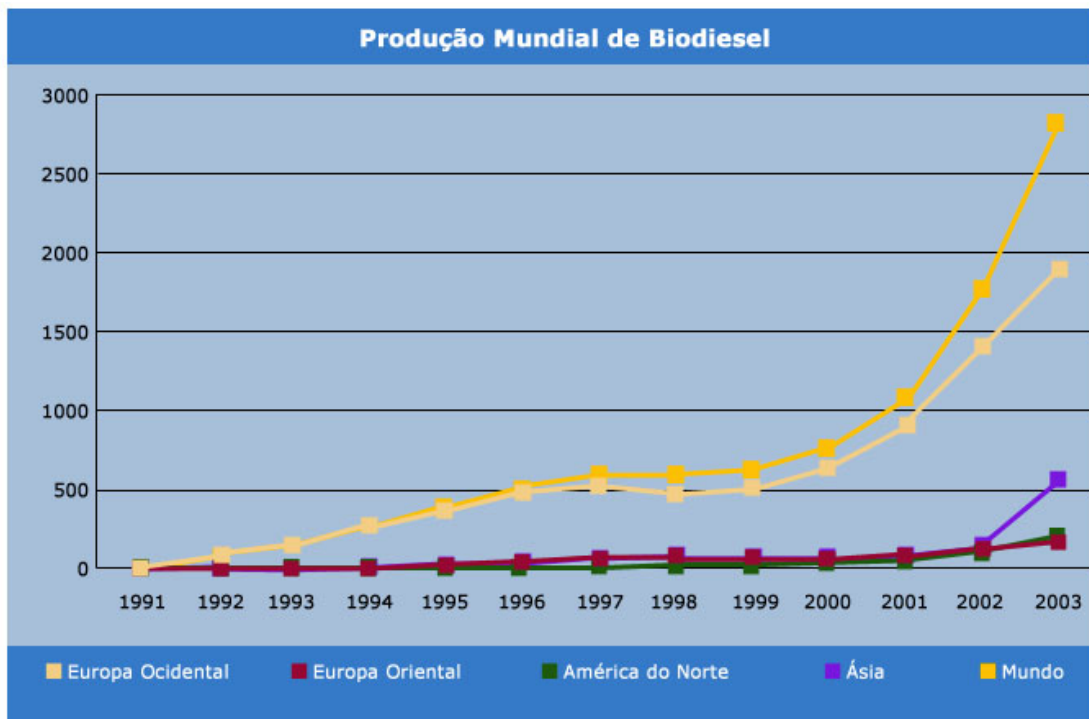


Figura 6

Estimativa de produção de biodiesel no Brasil

ANO	BILHÕES DE LITROS/ANO
2005-2007	840
2011	885 milhões
2008 – 2012	1000
2013	2400

Tabela 7

Em torno de 85% do biodiesel produzido no Brasil tem como matéria-prima a soja. O restante é obtido do amendoim, do girassol, da carcaça de frango, entre outros. Recentemente, a produção a partir de algas tem sido feita por meio de técnicas que aumentam o teor de lipídeos nestes organismos. No entanto, o problema básico da produção de biodiesel não é o processo em si, mas a obtenção da biomassa.

Como podemos entender melhor o processo de produção de biodiesel? A figura 8 nos dá uma ideia:

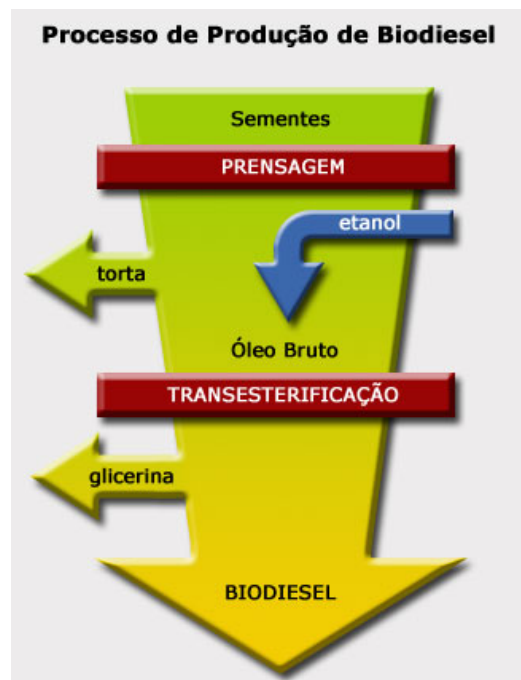


Figura 8

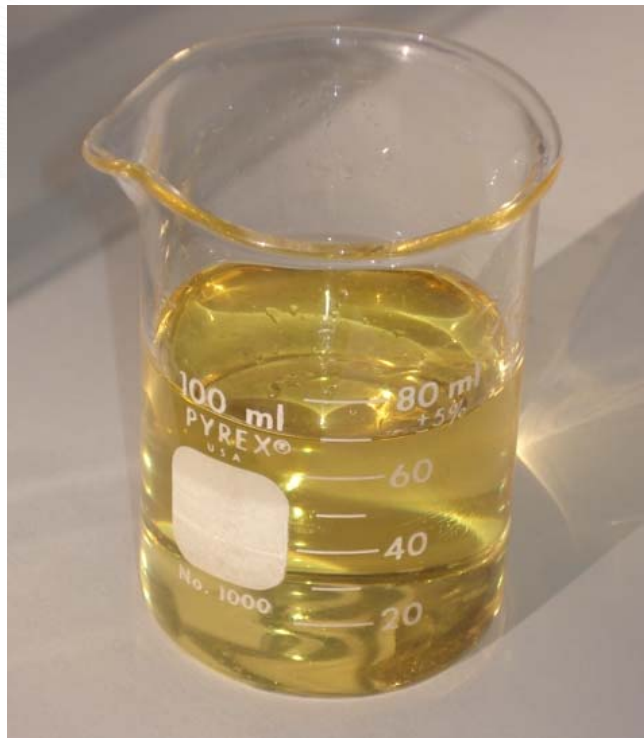


Figura 9: B100 de óleo de soja

A imagem digital está disponível para uso público segundo as licenças Creative Commons Atribuição-Compartilhamento pela mesma licença 3.0 Unported, Atribuição-Compartilhamento pela mesma licença 1.0 Genérica e GNU Free Documentation License, versão 1.2

ou qualquer outra que posteriormente seja publicada pela [Fundação de Software Livre](http://www.fsf.org/) (Free Software Foundation), em

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bequer-B100-SOJA-SOYBEAM.jpg>.

Podemos esquematizar o processo em três principais etapas:

- o tratamento da matéria-prima;
- a síntese, propriamente dita;
- a purificação.

Vamos ver cada uma das etapas separadamente:

Matérias-primas utilizadas na fabricação de biodiesel e seu tratamento

Como já vimos, o biodiesel pode ser obtido de diferentes matérias-primas por meio de reações catalisadas. Os catalisadores podem ser ácidos, bases ou enzimas. Algumas matérias-primas usadas são: algodão, amendoim, babaçu, buriti, canola, dendê, gergelim, girassol, jojoba, linhaça, mamona, nabo forrageiro, óleos de fritura, palmiste, pequim, pinhão manso, soja, tucumã e sebo. O etanol ou o metanol também são usados no processo.

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos de cadeia longa que nos óleos (vegetais) e nas gorduras (animais) se ligam a uma molécula de glicerol, também conhecida popularmente como glicerina, formando os triglicerídeos

O teor de lipídeos nestas diferentes fontes é bem variável, como mostra a tabela a seguir:

MATÉRIA-PRIMA	TEOR DE LIPÍDEOS
SOJA	18%
DENDÊ	30%
AMENDOIM	40%
GIRASSOL	40%
ALGAS ^a	20 – 50%

a - O uso de algas como fonte de matéria-prima para a produção do biodiesel poderia poupar as terras férteis e a água doce destinadas à produção de alimentos.

Tabela 8

Cada óleo ou gordura é uma mistura de triglicerídeos contendo diferentes ácidos graxos.

Não é possível dizer que um óleo seja necessariamente melhor do que o outro para a produção de biodiesel, mas se pensarmos nas características das moléculas envolvidas, podemos verificar que algumas composições são mais adequadas do que outras. Podemos observar pela fórmula dos ácidos graxos, e consequentemente dos triglicerídeos, que eles variam basicamente pelo(a):

- tamanho da cadeia de cada radical (Rn);
- presença ou ausência de insaturações em cada uma destas cadeias;
- posição das insaturações.

Estas características terão influência direta nas condições de reação para formação do produto e nas etapas posteriores de separação e utilização do biodiesel. Vejamos como algumas características químicas dos ácidos graxos influenciam no seu comportamento e, conseqüentemente, sua utilização na produção de biodiesel:

- os ácidos graxos de cadeia longa fornecerão uma viscosidade maior ao sistema reacional, o que pode comprometer não somente o rendimento da reação, mas dificultará a separação posterior da glicerina;
- o tamanho da cadeia afeta também o **número de cetano** (aumenta com a diminuição do número de insaturações), a **lubricidade** do combustível, o **ponto de névoa** e o **ponto de entupimento**, todas características importantes em um combustível;
- o tamanho elevado das cadeias torna difícil o uso destes combustíveis em locais frios;
- os ácidos graxos saturados e os poliinsaturados também apresentam alguns inconvenientes, pois quanto maior o número de cetano, melhor é a qualidade da combustão, mas em contrapartida, também aumentam o ponto de névoa e de entupimento;
- uma grande quantidade de insaturações torna as moléculas mais reativas, podendo alterar as características do combustível.

Produção propriamente dita

Um diagrama geral da produção de biodiesel pode ser observado a seguir:

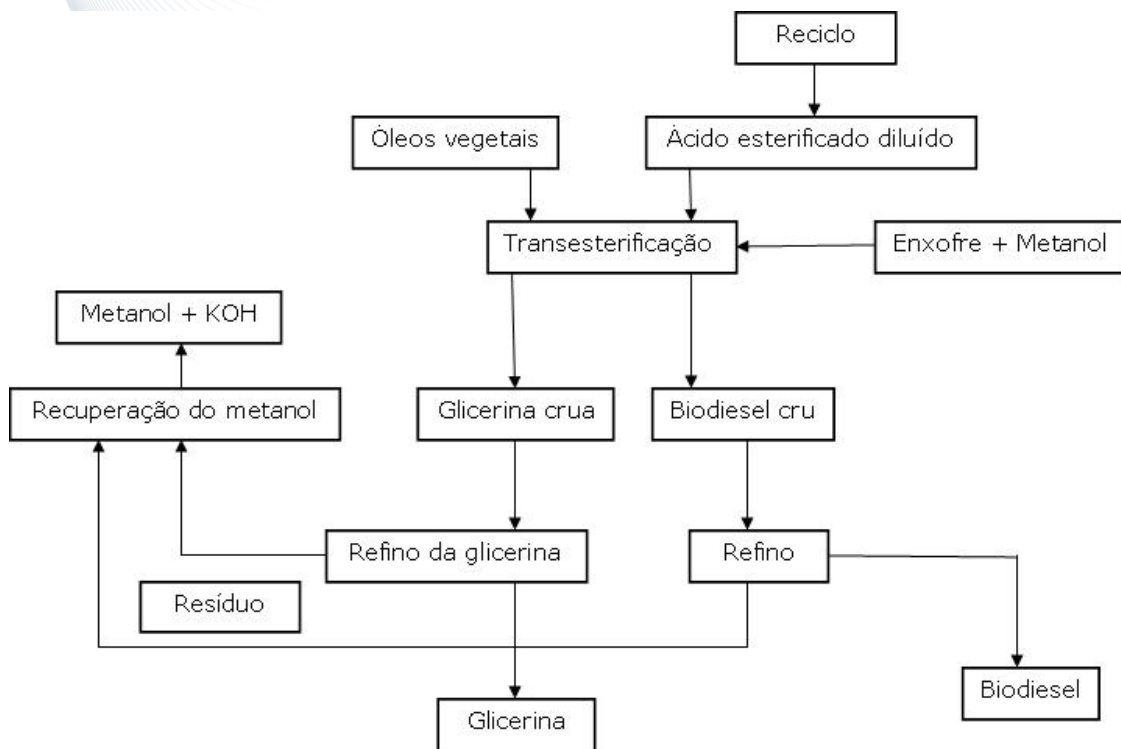
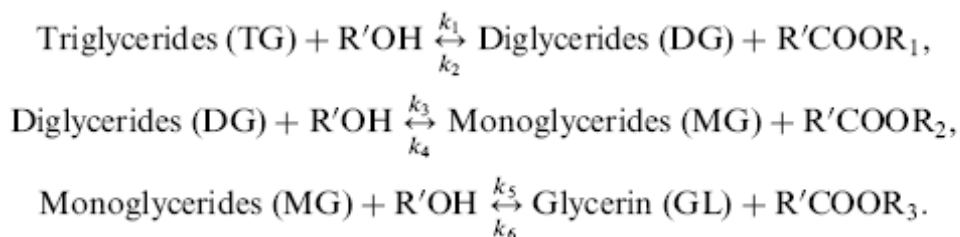


Figura 11: Processo de produção de biodiesel

A etapa central do processo é a reação de TRANSESTERIFICAÇÃO, ou seja, uma reação entre um triglicerídeo e um álcool onde o radical do álcool (R') substituirá o(s) radical(is) do éster (R1, R2 e R3). A reação ocorre em etapas:



A mistura de ésteres formada é o que conhecemos por biodiesel e a glicerina, o subproduto do processo, que pode ser separada e comercializada para diversas aplicações (fabricação de produtos como sabão, produtos farmacêuticos e cosméticos, por exemplo).

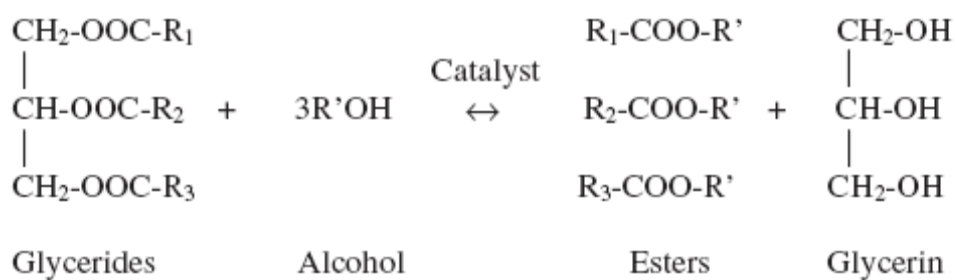
Os álcoois mais usados são o metanol (CH₃OH) ou etanol (CH₃CH₂OH). No caso, deve-se utilizar o etanol anidro para evitar o surgimento de mais de uma fase ou de emulsões, já que o triglicerídeo é insolúvel em água. Na tabela a seguir, são fornecidas algumas informações sobre a utilização destes dois álcoois).

Vantagens e desvantagens da utilização de etanol ou metanol na produção de biodiesel:

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ETANOL	<ul style="list-style-type: none"> Grande disponibilidade e obtido de fontes renováveis 	
METANOL	Favorece a separação	Geralmente obtido do petróleo

Tabela 9

Para que seja formado o produto de interesse, a reação deve ser catalisada, pois não ocorre em velocidade adequada nas condições do processo. A catálise pode ser *ácida*, *básica* ou *enzimática*, sendo que a enzima utilizada é a lipase que promove a quebra das ligações ester do triglicerídeo formando glicerina e biodiesel.



Separação do produto (biodiesel) do subproduto (glicerina) e dos resíduos

Ao longo do processo de produção do biodiesel, estão em contato o triglicerídeo, o álcool, o catalisador, além dos produtos da reação (biodiesel). E agora? Podemos usar diretamente esta mistura no veículo?

Os primeiros motores tipo diesel podiam ser alimentados diretamente com óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe. Durante a Exposição Mundial de Paris, em 1900, um motor diesel, utilizando óleo de amendoim, foi apresentado ao público, mas atualmente procede-se a purificação do biodiesel antes da sua utilização.

HBIO

O HBIO é uma tecnologia para incluir óleos vegetais na produção de diesel. Basicamente, é uma forma de geração de energia mais limpa onde uma mistura de óleo vegetal ou animal e frações de diesel de petróleo (gasóleo) recebe injeções de hidrogênio (hidrotratamento - HDT), resultando em um diesel de melhor qualidade, menos poluente por possuir menor quantidade de enxofre. HBIO é um processo de produção de óleo diesel (n-parafinas) e não um produto como o biodiesel (éster), desenvolvido pela PETROBRAS. No Brasil, já há pelo menos cinco refinarias adaptadas para a produção de diesel, usando esta tecnologia.

	MIL M3/ANO
2007	270
2012	1,05 milhão

Capacidade de processamento de óleos vegetais

Tabela 10

Implicação Ambiental

No que diz respeito aos biocombustíveis, pode-se dizer que eles não são obrigatoriamente substitutos dos combustíveis fósseis, mas aditivos que minimizam os problemas ambientais e melhoram a qualidade do combustível. Por outro lado, podem ser usados também na produção de substâncias de interesse como o eteno de álcool e os plásticos biodegradáveis. O custo destes processos ainda é superior ao dos produtos derivados do petróleo, mas com o tempo, o avanço da tecnologia e muito conhecimento de química, estes processos serão cada vez mais eficientes e economicamente viáveis.

Em Curitiba, já se encontra uma frota de ônibus para transporte coletivo movida a biodiesel, o que diminuiu a poluição ambiental e aumenta a qualidade de vida da população.

Uma das grandes preocupações na produção de biocombustíveis é a sua sustentabilidade. Se a relação custo-benefício (relação entre custos diretos e indiretos de todas as etapas e os benefícios financeiros, sociais, políticos, ambientais etc.) for baixa, será inviável sua utilização em grande escala. A grande dificuldade é dimensionar com precisão o custo de cada uma destas etapas para permitir uma avaliação isenta de interesses individuais, políticos econômicos etc.

Uma grande questão sobre a utilização dos biocombustíveis é seu efeito sobre a biodiversidade. Para evitar um impacto cada vez maior, medidas importantes devem ser consideradas em relação, por exemplo, à delimitação de área de plantio, prevenção da escassez de alimentos, reflorestamento de áreas prejudicadas (com palmeiras, por exemplo, para obtenção de carvão e óleos), uso de culturas permanentes, que apresentem um custo de cultivo menor, definição de áreas de cultivo com base nas características do solo, características climáticas, no mercado regional e nas aptidões e vocações locais.

Para o desenvolvimento do setor de combustíveis, muitos profissionais são necessários. Somente o trabalho conjunto de profissionais de diversas áreas permitirá o desenvolvimento sustentável dos processos que nos moverão no século XXI. Alguns destes profissionais são os engenheiros, os químicos, os físicos, os biólogos, os bioquímicos, os microbiologistas, os geneticistas e os economistas.

Independentemente da formação de cada um deles, todos deverão desenvolver um vocabulário comum, de modo que possam atingir os objetivos individuais e coletivos; conhecimentos sólidos de química, física, matemática, entre outros, serão necessários para todos estes profissionais.

Referências

1 - Pequeno Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, 1943 -9ª Ed. Editora Civilização Brasileira S/A, Rio de Janeiro – São Paulo – Bahia, organizado por Hildebrando de Lima e Gustavo Barroso, aumentado e revisto por Aurélio Buarque de Holanda Ferreira)

2 - http://www.priberam.pt/dlpo/definir_resultados.aspx

3 – Wikipédia

4 - <http://www.brasilecola.com/fisica/combustivel.htm>

5 – Biocombustíveis – 50 perguntas e respostas sobre este novo mercado – Comunicação Institucional do Abastecimento da Petrobras (2007)

6 – Protocolo de Quioto - <http://www.iejur.com.br/modulos/arquivos/protocoloquioto.pdf>

7 - American Society for Testing and Materials (Sociedade Americana de Testes e Materiais), organização responsável por estabelecer padrões industriais. Segundo o [National Biodiesel Board](#) (Comitê Nacional de Biodiesel dos Estados Unidos - NBB)

8 - Possible Methods for Biodiesel Production – JMMarchetti, V.U.Miguel, AFErrazu Renewable and Sustainable Energy