

Energia renovável e impacto ambiental

John Herbert Maciel Diamantino da Silveira*
Scarlet Barcelos Silva**
Vicente Souza da Silva Júnior***

Resumo

Substituir as energias não renováveis pelas renováveis de origem vegetal é uma questão de necessidade para a sociedade contemporânea, pois o petróleo do mundo tem prazo de validade. Além do mais, combustíveis provenientes de plantas geram uma quantidade de CO₂ (gás carbônico) muito menor em relação aos provenientes do petróleo, portanto são uma alternativa para a produção de energia.

Palavras-chave: Biodiesel. Combustíveis. Etanol. Renováveis.

Introdução

Álcool combustível

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais presume-se que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros desse total. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, UE, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. O uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado no Brasil. A Figura 1 compara a produção de etanol em diferentes países e a Figura 2 demonstra como o ganho de escala, a prática empresarial e as inovações tecnológicas tornaram o álcool competitivo com a gasolina.

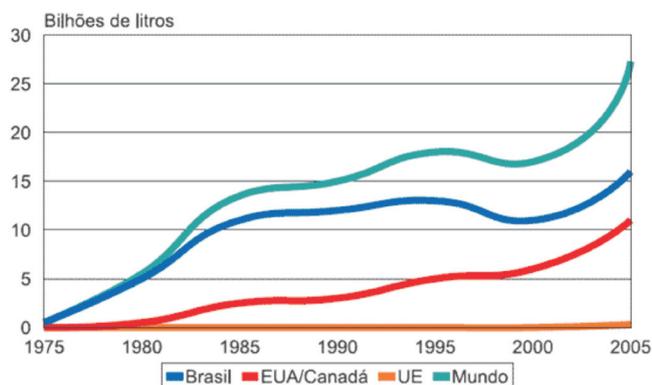


Figura 1 - Produção Mundial de Etanol
Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni, a partir de diversas fontes

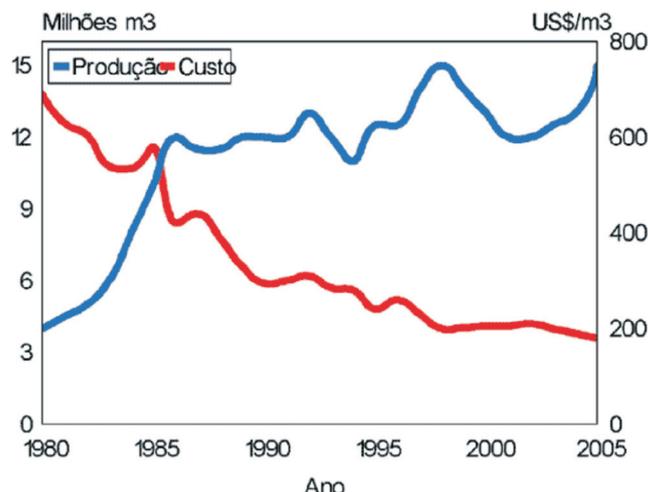


Figura 2 - Produção e custo do etanol no Brasil
Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni

O álcool pode ser obtido de diversas formas de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a realidade econômica atual. Investimentos portentosos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de álcool a partir de celulose, sendo estimado que, em 2020, cerca de 30 bilhões de litros de álcool poderiam ser obtidos dessa fonte, apenas nos EUA. O benefício ambiental associado ao uso de álcool é enorme, pois cerca de 2,3 t de CO₂ deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como o SO₂.

A cana-de-açúcar é a segunda maior fonte de energia renovável do Brasil com 12,6% de participação na matriz energética atual, considerando-se o álcool combustível e a cogeração de eletricidade, a partir do bagaço. Dos 6 milhões de hectares, cerca de 85% da cana-de-açúcar produzida no Brasil está na região Centro-Sul (concentrada em São Paulo, com 60% da produção) e os 15% restantes na região Norte-Nordeste. Na safra 2004, das cerca de 380 milhões de toneladas moídas, aproximadamente 48% foram destinadas à produção de álcool. O bagaço remanescente da moagem é queimado nas caldeiras das usinas, tornando-as autossuficientes em energia e, em muitos casos, superavitárias em energia elétrica que pode ser comercializada. No total foram produzidos 15,2 bilhões de litros de

* Técnico em Química pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro
** Técnico em Química pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro
*** Técnico em Química pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

álcool e uma geração de energia elétrica superior a 4 GWh durante a safra, o que representa aproximadamente 3% da nossa geração anual. Apesar de todo o potencial para a cogeração, a partir do aumento da eficiência energética das usinas, a produção de energia elétrica é apenas uma das alternativas para o uso do bagaço. Também estão em curso pesquisas para transformá-lo em álcool (hidrólise lignocelulósica), em biodiesel, ou mesmo, para o seu melhor aproveitamento pela indústria moveleira e para a fabricação de ração animal.



Figura 3 – Cana-de-açúcar para a produção de álcool

Produção de álcool combustível

O álcool pode ser obtido de vegetais ricos em açúcar, como a cana-de-açúcar e a beterraba. Porém, a cana, devido à maneira como é cultivada, é a matéria-prima mais importante e mais aconselhada para a produção de álcool no país.

Outros benefícios também podem ser obtidos com a produção de álcool: redução de emissão de poluentes para a atmosfera; necessidade de mão de obra, o que gera mais emprego; fonte de renda para o setor agropecuário; o fato do álcool ser fonte renovável.

Para ser utilizado como combustível, o álcool deve apresentar uma graduação mínima de 85 G.L. Porém, a legislação exige que para ser comercializado essa graduação seja de 92 G.L.

G.L. é a unidade utilizada para representar graduação alcoólica de um líquido. Seu nome vem do pesquisador que a estabeleceu – Gay Lussac.

Produção do álcool

Conheça dois tipos de produção de álcool combustível – o caldo fermentado e os pré-distilados, proveniente da fabricação artesanal da cachaça de qualidade.

Fermentação



Figura 4 – Produção do álcool

A fermentação alcoólica é o processo de transformação de açúcares em álcool etílico e gás carbônico. Como isso acontece? Pela ação de um grupo de organismos unicelulares chamado de leveduras.

As leveduras devem ser tolerantes a variações de temperatura e altas concentrações alcoólicas. Elas se desenvolvem na ausência ou presença de oxigênio, mas apenas durante o período anaeróbico que se produz etanol.

O gênero de levedura mais usado na produção de etanol é o *Saccharomyces*, que são desenvolvidos para propiciar fermentação uniforme, rápida e com alto rendimento.

Fases da fermentação



Figura 5 – Fermentação alcoólica

Depois de adicionado o fermento, a fermentação passa por três fases.

- Na fase inicial, os organismos se adaptam ao novo ambiente e começam a crescer. O mosto ainda contém alguma quantidade de oxigênio para facilitar o desenvolvimento das leveduras.

- Fermentação principal: após 30 minutos, as leveduras começam a se reproduzir em grande velocidade e o número de organismos aumenta significativamente. Essa fase é conhecida como fermentação principal ou tumultuosa. É aqui que a temperatura e o teor alcoólico aumentam.

- Fase estacionária: essa é a última fase. O alimento fica escasso e a taxa de crescimento é reduzida. Diminui a produção de gás carbônico e o fermento precipita.

Controles

Um dos quesitos mais importantes para o sucesso da fermentação é o controle adequado de higiene, temperatura e instalações que compõem a destilaria.

O rendimento que se espera do caldo de qualidade produzido por uma moenda de média capacidade é de aproximadamente 600 litros por tonelada. Com fermentação e destilação normal, é possível obter uma média de 60 litros de álcool.

Alguns cuidados a se tomar antes de iniciar o processo de fermentação

- A cana deve ser madura, de qualidade e sem palha.
- Ela deve ser moída no máximo 48 horas depois do corte.
- Coe com peneira fina para separação de bagacilho.
- A decantação deve ser cuidadosa.

A temperatura é um fator de muita importância, pois ela influencia o processo de transformação podendo até mesmo causar a morte das leveduras.

Após a fermentação, o mosto é chamado de vinho, que apresenta uma constituição variável que envolve substâncias gasosas, sólidas e líquidas. O vinho deve ser destilado imediatamente para evitar que o álcool não se transforme em vinagre e provoque variações na qualidade final.

Processo de fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica pode ser conduzida por diferentes processos.

Quadro 1 – Processo de fermentação alcoólica

Processo de fermentos individuais	O fermento é eliminado ao fim da fermentação pelo vinho. Esse processo só é usado quando o mosto não permite o reaproveitamento do fermento.
Processo de cortes	A fermentação tem início com fermento em uma dorna que terá seu conteúdo dividido para ceder metade a outra dorna.
Processo de decantação	Processo intermitente, no qual se faz a recuperação de grande parte do fermento utilizado por meio da decantação.
Processo Melle-Boinot	Esse processo consiste na fermentação em duas partes. Separa-se, por meio de centrifugas, uma parte chamada leite de levedura e outra parte, mais fluída, que é enviada para a destilação.
Processo de fermentação contínua	Nesse processo o mosto entra continuamente na dorna de fermentação e, ao mesmo tempo, o vinho sai continuamente com todos os açúcares transformados em etanol.

Rendimento



Figura 6 – Produção de álcool a partir da fermentação do caldo

Para produzir álcool a partir da fermentação do caldo será necessária uma média de 100 L de mosto para a produção de 10 L de álcool. Cada tonelada de cana corresponde a cerca de 600 L de caldo. Portanto, como dito anteriormente, proporcionando uma média de 60 litros.

Um hectare de cana, bem conduzido, pode produzir 100 toneladas de cana. Concluindo, a cada hectare é possível que você obtenha 6.000 L de álcool.

Como construir uma unidade de destilação

Para construir uma unidade de destilação, prepare o material utilizado.

- 1.200 tijolinhos cerâmicos, maciços, em dimensões de 20X10X5 cm
- 60 tijolos refratários, nas dimensões 20X10X7 cm
- 3 sacos de cimento
- 1 m³ de brita número 1
- 10 kg de açúcar
- 100 garrafas descartáveis de vidro, tipo long neck



Figura 7 – Unidade de destilação

Além desses materiais, é preciso também os componentes metálicos: evaporador, dispositivo de controle de temperatura, coluna de retificação, ponta da coluna, tanque alimentador, condensador, copo para densímetro, 12 chapas para grelha de ferro fundido.

O local escolhido deve possuir um desnível natural de cerca de um metro e facilidade de acesso, boa disponibilidade de água e energia elétrica.

Após a construção da fornalha, instale os demais componentes da unidade de destilação e faça também as instalações hidráulicas. Por último, construa uma cobertura sobre o local e cerque lateralmente para evitar a entrada de chuvas e ventos fortes.

Estando tudo montado, você está pronto para começar a produção de álcool em sua fazenda.

Biodiesel

O biodiesel é um combustível para ser utilizado nos carros ou caminhões, feito a partir das plantas (óleos vegetais) ou de animais (gordura animal). Atualmente o biodiesel vendido nos postos pelo Brasil possui 5% de biodiesel e 95% de diesel (B5). O biodiesel só pode ser usado em motores a diesel, portanto esse combustível é um substituto do diesel. Para produzir biodiesel, o óleo retirado das plantas é misturado com álcool (ou metanol) e depois estimulado por um catalisador. O catalisador é um produto usado para provocar uma reação química entre o óleo e o álcool. Depois, o óleo é separado da glicerina (usada na fabricação de sabonetes) e filtrado.

Existem muitas espécies vegetais no Brasil que podem ser usadas na produção do biodiesel, como o óleo de girassol, de amendoim, de mamona, de soja, entre outros. Para que você entenda melhor esse processo, veja como funciona:

A mistura entre o biodiesel e o diesel mineral é conhecida pela letra B, mais o número que corresponde a quantidade de biodiesel na mistura. Por exemplo, se uma mistura tem 5% de biodiesel, é chamada B5, se tem 20% de biodiesel, é B20.

A utilização do biodiesel puro ainda está sendo testada, se for usado só biodiesel (100%) sem misturar com o diesel mineral, vai se chamar B100.

Definição geral

Combustível natural usado em motores diesel, produzido através de fontes renováveis, que atende as especificações da ANP.

Definição geral estendida

Combustível renovável derivado de óleos vegetais, como girassol, mamona, soja, babaçu e demais oleaginosas, ou de gorduras animais, usado em motores a diesel, em qualquer concentração de mistura com o diesel. Produzido através de um processo químico que remove a glicerina do óleo.

Definição técnica

Combustível composto de monoalquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais e designado B100.

Definição da legislação brasileira

Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. Biodiesel é o nome de um combustível alternativo de queima limpa, produzido de recursos domésticos, renováveis. O biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele formando uma mistura. Pode ser usado em um motor de ignição a compressão (diesel) sem necessidade de modificação. O biodiesel é simples de ser usado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos. O biodiesel é fabricado através de um processo químico chamado transesterificação onde a glicerina é separada da gordura ou do óleo vegetal. O processo gera dois produtos, ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões).

O biodiesel de qualidade deve ser produzido seguindo especificações industriais restritas, a nível internacional tem-se a ASTM D6751. Nos EUA, o biodiesel é o único combustível alternativo a obter completa aprovação no Clean Air Act de 1990 e autorizado pela Agência Ambiental Americana (EPA) para venda e distribuição. Os óleos vegetais puros não têm autorização para serem utilizados como óleo combustível.

O biodiesel pode ser usado puro ou em mistura com o óleo diesel em qualquer proporção. Tem aplicação singular quando em mistura com o óleo diesel de ultrabaixo teor de enxofre, porque confere a este, melhores características de lubrificação. É visto como uma alternativa excelente o uso dos ésteres em adição de 5 a 8% para reconstituir essa lubrificação.

Mundialmente passou-se a adotar uma nomenclatura bastante apropriada para identificar a concentração do biodiesel na mistura. É o biodiesel BXX, onde XX é a percentagem em volume do biodiesel à mistura. Por exemplo, o B2, B5, B20 e B100 são combustíveis com uma concentração de 2%, 5%, 20% e 100% de biodiesel, respectivamente.

A experiência de utilização do biodiesel no mercado de combustíveis tem se dado em quatro níveis de concentração:

- Puro (B100)
- Misturas (B20–B30)

- Aditivo (B5)
- Aditivo de lubricidade (B2)

As misturas em proporções volumétricas entre 5% e 20% são as mais usuais, sendo que para a mistura B5, não é necessário nenhuma adaptação dos motores.

O biodiesel é perfeitamente miscível e físico-quimicamente semelhante ao óleo diesel mineral, podendo ser usado em motores do ciclo diesel sem a necessidade de significantes ou onerosas adaptações.

Por ser biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos, é considerado um combustível ecológico.

Como se trata de uma energia limpa, não poluente, o seu uso num motor diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do diesel mineral, numa redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados.

Processo de Produção de Biodiesel

A molécula de óleo vegetal é formada por três moléculas de ácidos graxos ligadas a uma molécula de glicerina, o que faz dele um triglicérido.

O processo para a transformação do óleo vegetal em biodiesel chama-se transesterificação, que nada mais é do que a separação da glicerina do óleo vegetal. Cerca de 20% de uma molécula de óleo vegetal é formada por glicerina, que torna o óleo mais denso e viscoso. Durante o processo de transesterificação, a glicerina é removida do óleo vegetal, deixando o óleo mais fino e reduzindo a viscosidade.

Veja a seguir como é feito e o que é necessário para produzir biodiesel.



Figura 8 – Processo de produção de biodiesel

O etanol é preferido no lugar do metanol, pois ele (o etanol) é de origem vegetal, sendo assim ele é renovável, já o metanol, além de ser tóxico, é obtido através do petróleo, sendo assim não seria um combustível renovável.

Materiais e Métodos

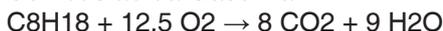
A internet foi utilizada como fonte de pesquisa, pois é o meio de comunicação e pesquisa mais rápido e eficiente. Apenas sites com credibilidade foram pesquisados: o “Wikipedia” e o “Yahoo respostas” foram deixados de lado por não terem nenhuma credibilidade.

O estudo baseou-se na importância de mudar os combustíveis fósseis pelos renováveis, pois é necessário diminuir a quantidade de CO₂ liberada na atmosfera e os combustíveis fósseis têm prazo para acabar.

Resultados

Muito se falou nesse artigo na diminuição da emissão de CO₂ por meio dos combustíveis renováveis, isso pode ser observado através das seguintes reações de combustão do octano (gasolina) e etanol:

Combustão da Gasolina:



Ou seja, para uma combustão completa de 1 mol de gasolina são liberados 8 mols de CO₂ o que nos dá um volume de (nas CNTP, condições normais de temperatura e pressão):

1 mol de CO₂ ----- 22,4L CNTP

8 mols de CO₂ ----- x

X= 179,2L de CO₂ liberados a cada 1 mol de gasolina consumido.

Além disso, para que essa combustão seja completa, a gasolina precisa ter disponível 12,5 mols de O₂, ou seja, muito oxigênio é necessário para oxidar esse combustível. Vejamos o etanol agora:



Já para a combustão completa de 1 mol do etanol, são liberados 2 mols de CO₂, e a demanda de O₂ necessário para oxidar o etanol é 4 vezes menor do que a demanda necessária na gasolina.

1 mol de CO₂ ----- 22,4L CNTP

2 mols de CO₂ ---- y

Y= 44,8L de CO₂ liberados na combustão de 1 mol de etanol

Para o biodiesel os cálculos não foram feitos, pois existem biodiesel de diversas plantas e elas possuem muita diferença em sua cadeia carbônica, mas ainda sim o biodiesel é preferido em relação ao diesel de petróleo, pois o biodiesel não contém contaminantes como o enxofre que contribuem, além do efeito estufa, para a chuva ácida.

Discussão

Hoje em dia várias pesquisas estão sendo desenvolvidas a respeito dos biocombustíveis, pois eles são uma forma mais limpa de energia e seus resíduos são aproveitados naturalmente pela natureza (as plantas utilizam o CO₂ para fazer a fotossíntese).

Mas ainda há muito o que aprender nesse campo, muita coisa já foi descoberta, mas ainda temos uma pergunta muito importante a ser respondida: "O que fazer com a glicerina gerada na produção de biodiesel?" Muita glicerina é gerada nesse processo e ainda não se sabe o que fazer com tanto produto assim, mas pesquisas estão sendo feitas para poder se ter um melhor aproveitamento desse resíduo da produção de biodiesel.

Conclusão

Neste artigo fica claro que a utilização de combustíveis renováveis no lugar de combustíveis fósseis é muito vantajoso, tanto economicamente (pois a produção de biocombustível é mais barata do que a produção de gasolina e diesel), quanto ambientalmente, pois os combustíveis

renováveis liberam uma quantidade muito menor de CO₂ na atmosfera se comparados aos combustíveis provenientes do petróleo e além disso os combustíveis renováveis estão livres de contaminantes como metais, enxofre, gases dissolvidos etc., diminuindo, assim, a quantidade de poluentes emitidos na atmosfera e preservando os motores em que eles são utilizados.

Referências

ALCOOL: etanol brasileiro. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>>. Acesso em: dez. 2010.

ETANOL combustível. 10 jul. 2006. Disponível em: <<http://pt.shvoong.com/internet-and-technologies/368170-etanol-combust%C3%ADvel/>>. Acesso em: dez. 2010.

O QUE é biodiesel? Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/o-que-e-biodiesel.htm>>. Acesso em: dez. 2010.

PRODUÇÃO de álcool combustível na fazenda. Disponível em: <<http://empregoerenda.com.br/paginas/268/1/producao-de-alcool-combustivel-na-fazenda>>. Acesso em: dez. 2010.

THOMAS, J. E. Fundamentos da Engenharia de Petróleo. 2. ed. São Paulo: Interciência, 2004.