

Jurandir Primo

BIODIESEL
Processos & Produção

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Combustíveis, Energia, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Combustíveis, Sistemas Industriais

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

BIODIESEL

Processos & Produção

INDICE:

1. INTRODUÇÃO:

2. BIOCOMBUSTÍVEIS:

3. HISTÓRIA DO BIODIESEL:

4. FUNDAMENTOS DO BIODIESEL:

1. BIODIESEL B100:

2. MISTURAS DE BIODIESEL:

3. ARMAZENAMENTO & TRANSPORTE:

5. OPERAÇÃO DO MOTOR COM BIODIESEL:

6. BQ-9000 – QUALIDADE BIODIESEL:

7. APLICAÇÃO DO BIODIESEL:

8. PRODUÇÃO DE BIODIESEL:

1. PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM PEQUENA ESCALA:

2. PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM LARGA ESCALA:

9. BIODIESEL NO BRASIL:

10. TERMOS TÉCNICOS DO BIODIESEL:

I. INTRODUÇÃO:

O biodiesel pode ser usado como combustível para veículos em sua forma pura, mas geralmente é usado como aditivo ao diesel para reduzir os níveis de particulados, monóxido de carbono e hidrocarbonetos de veículos movidos a diesel. O biodiesel é produzido a partir de óleos ou gorduras por meio da transesterificação e está se tornando um biocombustível muito importante e comum na Europa e em outros países. O biodiesel também é seguro de manusear e transportar porque não é tóxico e biodegradável, e tem um alto ponto de fulgor de cerca de 300 °F (148 °C) em comparação com o óleo diesel de petróleo, que tem um ponto de fulgor de 125 °F (52 °C).

Atualmente, o biodiesel é comumente aplicado em qualquer motor diesel quando misturado ao diesel mineral e é o biocombustível mais comum na Europa e no Brasil. Em 2010, a produção mundial de biocombustíveis atingiu 105 bilhões de litros (28 bilhões de galões nos EUA), 17% a mais que em 2009, e os biocombustíveis forneceram 2,7% dos combustíveis mundiais para transporte rodoviário. Quimicamente, consiste principalmente em ésteres metílicos (ou etílicos) de ácidos graxos (FAMES). As matérias-primas para o biodiesel incluem gorduras animais, óleos vegetais, soja, colza, pinhão-manso, mahua, mostarda, linho, girassol, óleo de palma, cânhamo, agrião-dos-campos, *Pongamia pinnata* e algas.

II. BIOCOMBUSTÍVEIS:

O biocombustível é um tipo de combustível cuja energia é derivada da fixação biológica de carbono. Um biocombustível é um combustível produzido por meio de processos biológicos contemporâneos, como agricultura e digestão anaeróbica. Tem uma produção muito diferente de um combustível produzido por pro-

cessos geológicos, como os envolvidos na formação de combustíveis fósseis (carvão e petróleo), ou a partir de matérias biológicas pré-históricas. Os biocombustíveis podem ser derivados diretamente de plantas ou indiretamente de resíduos agrícolas, comerciais, domésticos e/ou industriais. Os biocombustíveis incluem combustíveis derivados da conversão de biomassa, bem como biomassa sólida, combustíveis líquidos e vários biogases.

Os biocombustíveis estão ganhando cada vez mais atenção pública e científica, impulsionados por fatores como o **aumento do preço do petróleo**, maior segurança energética, e a preocupação com as emissões de gases de efeito estufa provenientes de combustíveis fósseis e o apoio de subsídios governamentais. O biocombustível é considerado neutro em carbono, pois a biomassa absorve aproximadamente a mesma quantidade de dióxido de carbono durante o crescimento e quando é queimada. Embora os combustíveis fósseis tenham sua origem na antiga fixação de carbono, eles não são considerados biocombustíveis pela definição geralmente aceita porque contêm carbono que está "fora" do ciclo do carbono há muito tempo.

Os biocombustíveis renováveis geralmente envolvem fixação contemporânea de carbono, como os que ocorrem em plantas ou microalgas por meio do processo de fotossíntese. Outros biocombustíveis renováveis são feitos por meio do uso ou conversão de biomassa (referindo-se a organismos recentemente vivos, na maioria das vezes referindo-se a plantas ou materiais derivados de plantas). Essa biomassa pode ser convertida em substâncias convenientes contendo energia de três maneiras diferentes: conversão térmica, conversão química e conversão bioquímica. Essa conversão de biomassa pode resultar em combustível na forma sólida, líquida ou gasosa. Essa nova biomassa também pode ser usada diretamente para biocombustíveis.

Bioetanol: É um álcool feito por fermentação, principalmente de carboidratos produzidos em culturas de açúcar ou amido, e principalmente de carboidratos como milho, cana-de-açúcar e sorgo sacarino. A biomassa celulósica é derivada de fontes não alimentares, como cascas de árvores, e também está sendo desenvolvida como matéria-prima para a produção de etanol. O etanol pode ser usado como combustível para veículos em sua forma pura, mas geralmente é usado como aditivo à gasolina para aumentar a octanagem e melhorar as emissões dos veículos.

O etanol que tem fórmula química ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) é produzido pela ação de microorganismos e enzimas, através da fermentação de açúcares (mais fácil) ou amidos, ou celulose (mais difícil). Os métodos de produção utilizados são a digestão enzimática (para liberar os açúcares dos amidos armazenados), a fermentação dos açúcares, a destilação e a secagem. O processo de destilação requer uma entrada significativa de energia para calor (às vezes combustível fóssil de gás natural insustentável, mas biomassa celulósica como o bagaço, o resíduo deixado após a cana-de-açúcar ser prensada para extrair seu suco).

Os biomateriais ricos em hidratos de carbono provêm da fermentação de amidos, derivados de produtos agrícolas como milho, cana-de-açúcar, trigo, beterraba e outras culturas alimentares existentes, ou da celulose não comestível das mesmas. Os biomateriais produzidos a partir de culturas existentes podem ser usados em motores a diesel ou a gasolina, tornando-se uma transição lógica do petróleo. Os custos de transporte necessários para transportar os grãos desde a colheita até o processamento e depois para os fornecedores resultam em um ganho líquido muito pequeno nas apostas de sustentabilidade.

O etanol pode ser usado em motores a gasolina em **substituição à gasolina**; e pode ser misturado em qualquer porcenta-

gem. A maioria dos motores a gasolina existentes para carros pode funcionar com misturas de até **15% de bioetanol** com petróleo/gasolina. O etanol tem densidade energética menor que a gasolina; isso significa que é preciso mais combustível (volume e massa) para produzir a mesma quantidade de trabalho. Uma vantagem do etanol é que ele tem uma taxa de octanagem mais alta do que a gasolina sem etanol disponível nos postos de gasolina, o que permite aumentar a taxa de compressão do motor para aumentar a eficiência térmica.

Em locais de grande altitude, alguns estados exigem uma mistura de gasolina e etanol como oxidante de inverno para reduzir as **emissões** de poluição atmosférica. O etanol também é usado para alimentar lareiras a bioetanol. A conversão de milho em etanol e outros estoques levaram ao desenvolvimento do etanol celulósico. De acordo com uma agenda de pesquisa conduzida pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, os índices de energia fóssil (FER) para etanol celulósico, etanol de milho e gasolina são 10,3, 1,36 e 0,81, respectivamente.

Metanol: Também é conhecido como álcool metílico, álcool de madeira, nafta de madeira, hidrato de metila ou álcool de madeira, com a fórmula química CH_3OH (muitas vezes abreviado como MeOH), atualmente produzido a partir de gás natural ou combustíveis fósseis não renováveis. O metanol é produzido naturalmente no metabolismo anaeróbico de muitas variedades de bactérias, comumente presentes em pequenas quantidades no meio ambiente. Como resultado, a atmosfera contém uma pequena quantidade de vapor de metanol. Mas em apenas alguns dias, o metanol atmosférico é oxidado pela luz solar para produzir dióxido de carbono e água.

O metanol é o álcool mais simples sendo apenas um grupo metil ligado a um grupo hidroxila, e adquiriu o nome de "álcool de ma-

deira" porque já foi produzido como subproduto da destilação destrutiva da madeira. É um líquido leve, volátil, incolor, inflamável e de odor característico muito semelhante ao do etanol (álcool). No entanto, ao contrário do etanol, o metanol é altamente tóxico e impróprio para consumo. À temperatura ambiente, é um líquido polar e é usado como anticongelante, solvente, solvente, combustível e como desnaturante para etanol. Também é usado para produzir biodiesel via reação de **transesterificação**.

A economia do metanol é uma alternativa à economia do hidrogênio, em comparação com a atual produção de hidrogênio a partir do gás natural. Na verdade, o metanol industrial é produzido em um processo catalítico diretamente a partir de monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrogênio. No futuro, espere-se que seja produzido a partir de biomassa como biometanol. O metanol é usado principalmente como matéria-prima para a fabricação de produtos químicos e como combustível para veículos especializados.

O metanol também é usado como ingrediente primário de combustível nas usinas de controle de rádio, linha de controle, aviões de vôo livre, carros e caminhões; esses motores usam uma vela incandescente de filamento de platina que inflama o vapor de metanol por meio de uma reação catalítica. Monster Trucks, drag racers, mud racers e tratores altamente modificados também usam metanol como fonte primária de combustível, principalmente porque, no caso de um acidente, o metanol não produz uma nuvem de fumaça.

Nota: O metanol ingerido em grandes quantidades é metabolizado primeiro em formaldeído e depois em ácido fórmico ou sais de formato, que são venenosos para o sistema nervoso central e podem causar cegueira, coma e morte. Devido a essas proprie-

dades tóxicas, o metanol é freqüentemente usado como aditivo desnaturante para etanol fabricado para uso industrial.

Biobutanol: Também chamado de bio-gasolina, é frequentemente reivindicada como uma substituição direta da gasolina, porque pode ser usada diretamente em um motor a gasolina. O biobutanol possui uma cadeia de hidrocarbonetos de quatro elos, bastante apolar, mais semelhante à gasolina do que ao etanol. O butanol pode ser usado como combustível em um motor de combustão interna e foi testado para funcionar em veículos projetados para uso com gasolina sem modificação. O butanol pode ser produzido a partir de biomassa (como "bio-butanol"), bem como de combustíveis fósseis (como "petro-butanol"), mas ambos os produtos têm as mesmas propriedades químicas.

Biogás: É o metano produzido pelo processo de digestão anaeróbica da matéria orgânica por anaeróbios. O biogás é principalmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) e pode conter pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio (H_2S), umidade e siloxanos (uma classe de compostos químicos orgânicos ou inorgânicos de silício, oxigênio e geralmente carbono e hidrogênio, com base na unidade estrutural R_2SiO , onde R é um grupo alquil, geralmente metil).

O biogás também pode ser produzido a partir de resíduos biodegradáveis e matérias-primas, como resíduos agrícolas, estrume, resíduos municipais, material vegetal, esgoto, resíduos verdes ou resíduos alimentares. Ou produzido por digestão anaeróbica com organismos anaeróbicos, que digerem o material dentro de um sistema fechado, ou fermentação de materiais biodegradáveis ou pelo uso de culturas energéticas alimentadas em digestores anaeróbicos para complementar a produção de gás. Os agricultores podem produzir biogás a partir do esterco de seu gado usando digestores anaeróbicos.

O biogás normalmente se refere a uma mistura de diferentes gases produzidos pela decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio. Os gases metano, hidrogênio e monóxido de carbono (CO) podem ser queimados ou oxidados com oxigênio. O biogás pode ser recuperado de sistemas mecânicos de processamento de resíduos de tratamento biológico e é uma fonte de energia renovável e, em muitos casos, exerce uma pegada de carbono muito pequena.

Essa liberação de energia permite que o biogás seja usado como combustível; ele pode ser usado para qualquer finalidade de aquecimento, como cozinhar. O biogás pode ser comprimido, da mesma forma que o GNV (gás natural comprimido), e utilizado para abastecer veículos automotores, com potencial estimado para substituir cerca de 17% do combustível veicular. Ele se qualifica para subsídios de energia renovável em algumas partes do mundo. Também pode ser usado em um motor a gás para converter a energia do gás em eletricidade e calor. O subproduto sólido pode ser usado como biocombustível ou fertilizante.

O biogás pode ser limpo e atualizado para os padrões de gás natural, quando se torna biometano. O biogás é considerado um recurso renovável porque seu ciclo de produção e uso é contínuo e não gera dióxido de carbono líquido. O material orgânico cresce, é convertido e usado e depois volta a crescer em um ciclo de repetição contínua. Do ponto de vista do carbono, tanto dióxido de carbono é absorvido da atmosfera no crescimento do biorrecurso primário quanto é liberado quando o material é finalmente convertido em energia.

Obs: O gás de aterro sanitário, uma forma menos limpa de biogás, é produzido em aterros por meio de digestão anaeróbica que ocorre naturalmente. Se escapar para a atmosfera, é um potencial gás de efeito estufa.

Bioéteres: São produzidos pela reação de iso-olefinas reativas, como isobutileno, com bioetanol, também conhecido como éteres de combustível ou combustíveis oxigenados, são compostos econômicos que atuam como intensificadores da octanagem. Bioéteres são criados por trigo ou beterraba. Eles também melhoram o desempenho do motor, reduzindo significativamente o desgaste do motor e as emissões tóxicas do escapamento. Reduzindo consideravelmente a quantidade de emissões de ozônio ao nível do solo, eles contribuem para a qualidade do ar.

A European Fuel Oxygenates Association (também conhecida como EFOA) credita o éter metil terciário-butílico (**MTBE**) e o éter etil terbutílico (**ETBE**) como os éteres mais comumente usados em combustível para substituir o chumbo. Os éteres foram introduzidos em combustíveis na Europa na década de 1970 para substituir o composto altamente tóxico. Embora seja provável que os bioéteres substituam os petroéteres, é altamente improvável que eles se tornem um combustível por si só devido à baixa densidade de energia, e os bioéteres não são mais usados como o principal aditivo de combustível.

Gás de Síntese (Syngas): É uma mistura de monóxido de carbono, hidrogênio e outros hidrocarbonetos, produzida pela combustão parcial da biomassa, ou seja, combustão com uma quantidade de oxigênio que não é suficiente para converter a biomassa completamente em dióxido de carbono e água. Syngas pode ser produzido a partir de muitas fontes, incluindo gás natural, carvão, biomassa ou qualquer matéria-prima de hidrocarboneto, por reação com vapor (reforma a vapor), dióxido de carbono (reforma a seco) ou oxigênio (oxidação parcial).

Syngas, ou gás de síntese, é uma mistura de gás combustível que consiste principalmente de hidrogênio, monóxido de carbono e, muitas vezes, algum dióxido de carbono. O nome vem de seu