

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO BIODIESEL NA GERAÇÃO DE VAPOR PARA AGROINDÚSTRIA

Cristina Harumi Shintani

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Cristina.shintani@gmail.com

Fabiano Yasuda

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

fabiano.yasuda@gmail.com

Resumo

Este trabalho é dedicado ao estudo da aplicação do biodiesel em geradores de vapor aquatubulares compactos na agroindústria. Para isso, foram feitos estudos da bibliografia existente sobre o biodiesel de diversas origens, além de uma fundamentação teórica sobre o equipamento, gerador de vapor. Em seguida, escolheu-se uma aplicação para a qual fosse possível analisar sua viabilidade. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, pois o biodiesel apresentou um desempenho similar ao do diesel convencional. Apesar de suas inúmeras vantagens tecnológicas, ainda representa uma alternativa cara para esta aplicação. Entretanto, por se tratar de um combustível proveniente de recursos renováveis e características superiores a dos derivados de petróleo, o diesel vegetal apresenta-se como um combustível bastante inovador e promissor, como reconhecido por alguns países europeus que já o utilizam em grande escala.

Palavras chave. Biodiesel, vapor, caldeira e agroindústria.

1. Introdução

Considerando-se a freqüente oscilação nos preços dos combustíveis derivados de petróleo e a elevada volatilidade dos insumos agrícolas, o biodiesel apresenta-se como uma solução viável, além de agregar benefícios de cunho social e ambiental. Inserindo no contexto nacional, a demanda é de cerca de 45 bilhões de litros de diesel por ano, e, ao mesmo tempo, a biodiversidade brasileira possibilita a obtenção do diesel vegetal com as mais variadas matérias-primas. Entretanto, essa variedade torna o campo de pesquisas complexo e dificulta a padronização de suas propriedades. Por outro lado, é possível conciliar as matérias-primas com novas aplicações e métodos para a produção local, agregando maior estabilidade aos agricultores. Infelizmente, a maior parte dos estudos se limita ainda à pesquisa para a obtenção do biodiesel aplicado a motores de combustão interna. Assim, o trabalho é baseado em uma aplicação prática do biodiesel em outra perspectiva, verificando-se a viabilidade qualitativa em geradores de vapor. Logicamente, ainda não se apresenta economicamente competitivo, mas através de incentivos, como o programa de financiamento do BNDES [1], e pesquisas, apoiadas por universidades e empresas, sinaliza-se com um futuro promissor, como já é visível no caso de combustíveis destinados a motores de combustão interna.

2. O Biodiesel

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP) define através do artigo 2 da resolução 042, de 24/11/2004: o Biodiesel B100 é composto de alqui-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais [2]. Logo, é considerado um combustível oriundo de fontes renováveis.

2.1. Histórico

Para se ter uma idéia da relevância do biodiesel, é importante entender sua trajetória e contextualizá-lo no cenário político-econômico mundial. A crise do petróleo em 1973, causado pelo acelerado e incontido aumento nos preços do petróleo gerou uma nova consciência mundial a respeito da produção e consumo de energia. Dois anos depois, o Brasil lança o programa Proálcool, considerado o maior programa de produção e utilização de biocombustíveis no mundo. Atualmente, com a tecnologia de motores *flex fuel*, o álcool ganhou novo fôlego.

Em Dezembro de 1980, é cedido ao professor doutor Expedito Parente a patente do biodiesel e inicia-se uma tentativa frustrada de um programa com capacidade energética quatro vezes maior que a do álcool, abortada em 1984 devido à falta de incentivos e à redução dos preços do petróleo. Entretanto, os países desenvolvidos avançam a passos largos na produção e comercialização do biodiesel a custos competitivos. A União Européia desenvolve o maior programa de biodiesel no mundo, através de subsídios, apresentou uma produção de cerca de 4Mt em 2004, planejando alcançar uma meta de 20% do biodiesel no diesel até 2020. Já os Estados Unidos, além de criar uma série de incentivos à produção, também se utiliza de atos normativos. Somente em 2004, com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) o país retoma definitivamente o tema, com a adoção do combustível B2, ou seja, torna obrigatória a mistura de 2% de biodiesel no diesel convencional. Atualmente, já é possível encontrar o diesel misturado nos postos.

2.2. Matéria-prima

No Brasil, os insumos que apresentam maior potencial produtivo são: o algodão, a soja, o dendê, o girassol, a mamona e a babaçu, dependendo da região. Além de outras fontes como o óleo de fritura usado e de derivados de gordura animal. Apresenta-se uma tabela comparativa das principais oleaginosas do país. [3]

Tabela 1 Dados das principais oleaginosas do Estado da Bahia. Safra 2004/2005

Oleoginas	Área plantada (mil ha)	Produção (mil kg)	Produtividade (kg/ha/ano)	Teor de óleo (%)
Mamona	172	129	750	45
Soja	870	2349	2700	18
Algodão	233,1	488	3450	15
Dendê	41690	164	3963	20
Girassol	-	-	1557	42

Na tabela 2 pode-se encontrar as principais propriedades de alguns tipos de biodiesel: [4]

Tabela 2 Propriedades de alguns tipos de biodiesel

Características	Origem do biodiesel				
	Mamona	Babaçu	Dendê	Algodão	diesel*
Poder calorífico (kcal/kg)	9046	9440	9530	9520	10824
Ponto de névoa (°C)	-6	-6	6	nd	1
Índice de cetano	nd	65	nd	57,5	45,8
Densidade a 20°C (g/cm ³)	0,9190	0,8865	0,8597	0,8750	0,8497
Viscosidade a 37,8°C (cSt)	21,6	3,9	6,4	6,0	3,04
Inflamabilidade (°C)	208	nd	nd	184	55
Ponto de fluidez	-30	nd	nd	-3	nd
Destilação a 50% (°C)	301	291	333	340	278
Destilação a 90% (°C)	318	333	338	342	373
Corrosividade ao cobre	0	0	0	0	2
Teor de cinzas (%)	0,01	0,03	0,01	0,01	0,014
Teor de enxofre (%)	0	nd	nd	0	0,24
Cor (ASTM)	1,0	0	0,5	1,0	2,0
Resíduo de carbono Conradson (%)	0,09	0,3	0,02	nd	0,35

2.3. Obtenção do óleo

Uma forma de obtenção do biodiesel é através do processo de gaseificação da biomassa, a qual não é utilizado no Brasil. A maneira adotada no Brasil é transesterificação de triglicerídeo com um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol), formando um éster mais um glicerol (glicerina), conforme indicado na Fig (1). O catalisador mais utilizado é a soda cáustica (NaOH), pois é muito solúvel em óleos vegetais. O controle do teor de água é necessário, pois seu excesso resulta em formação de sabão.

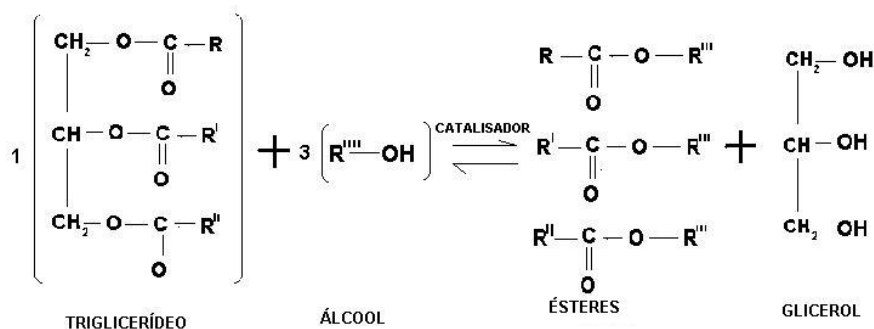


Figura 1 Diagrama da reação de transesterificação

2.4. Normatização

Foi outorgado na Lei 11.097 em seu artigo 8º, à Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) a responsabilidade pela regulação, contratação e fiscalização das atividades econômicas integrantes do biodiesel.

Uma especificação preliminar do biodiesel, considera o uso em misturas até 20% (B20). São especificações similares à europeia e americana, com alguma flexibilização para atender às características de matérias-primas nacionais, conforme as Normas Brasileiras Registradas -NBR e Métodos Brasileiros -MB da Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT e dos métodos da American Society for Testing and Materials -ASTM, observando-se sempre os de publicação mais recente.

Também foram definidos o regime tributário – diferenciado para tipos de agricultura (familiar ou comercial), as oleaginosas prioritárias para servirem de matéria-prima e as regiões que receberão incentivos pelos seus cultivos inseridos nesta cadeia de produção.

2.5. Incentivos

O programa do BNDES tem como objetivo apoiar investimentos em todas as fases da produção de biodiesel: fase agrícola, produção de óleo bruto, produção de biodiesel, armazenamento, logística e equipamentos para a produção de biodiesel, incluindo-se apoios a projetos com ligação indiretamente, além de investimentos em beneficiamento de co-produtos e subprodutos do biodiesel, tais como a glicerina e a torta de mamona, financiamento de aquisição de máquinas e equipamentos homologados para uso de biodiesel ou óleo vegetal bruto.

Um dos fatores determinantes das condições de financiamento é o selo “Combustível Social”, que é concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA a produtores de biodiesel que promovam a inclusão social de agricultores familiares fornecedores de matérias-primas. A taxa de juros que incide sobre o valor do financiamento para micro, pequenas e médias empresas e pessoas físicas que apresentem projetos com selo “Combustível Social” é de 1% a.a, enquanto que as que não tiverem o selo, 2% a.a. Já as grandes empresas com projetos com selo: 2% a.a e as sem selo: 3% a.a. O nível de participação do agente financeiro e beneficiária se restringem em até 90% dos itens passíveis de apoio, para projetos com selo “Combustível Social” e até 80% para projetos sem selo “Combustível Social”.

Iniciativas de empresas como a Agropalma, apoiada pela prefeitura, beneficia cerca de 150 famílias, como o programa familiar de dendê, iniciada em 2002. [1]

2.6. Características da combustão do biodiesel

Como o biodiesel é apresenta maior grau de pureza que o diesel, seus produtos de combustão são praticamente isentos de óxidos metálicos encontrados nos derivados de petróleo, além de emitir uma baixíssima quantidade de compostos sulfurosos, responsáveis pela posterior formação de ácidos, através da reação com condensados da água. Logo, o biodiesel apresenta boas características para sua utilização em gerador de vapor, já que este requer longos períodos de operação podendo acarretar corrosão na chaminé. Por outro lado, apesar de apresentar bons valores de emissões de monóxido de carbono e outros óxidos de enxofre, sua emissão de óxido de nitrogênio, danoso à camada de ozônio, é bastante elevada se comparada com a do diesel.

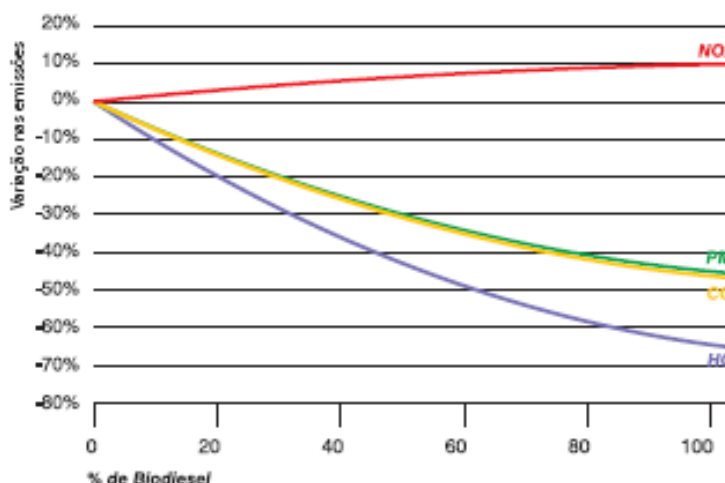


Figura 2 Emissões da mistura de biodiesel com petrodiesel [5]

3. Gerador de vapor

Os geradores de vapor, também chamados de caldeiras, são equipamentos que transformam a água em estado líquido para o estado de vapor (superaquecido ou saturado) através da queima de combustíveis ou de outras fontes de calor (energia elétrica, calor residual, energia nuclear entre outras). A seguir, uma representação de um gerador de vapor convencional, com seus principais componentes indicados.

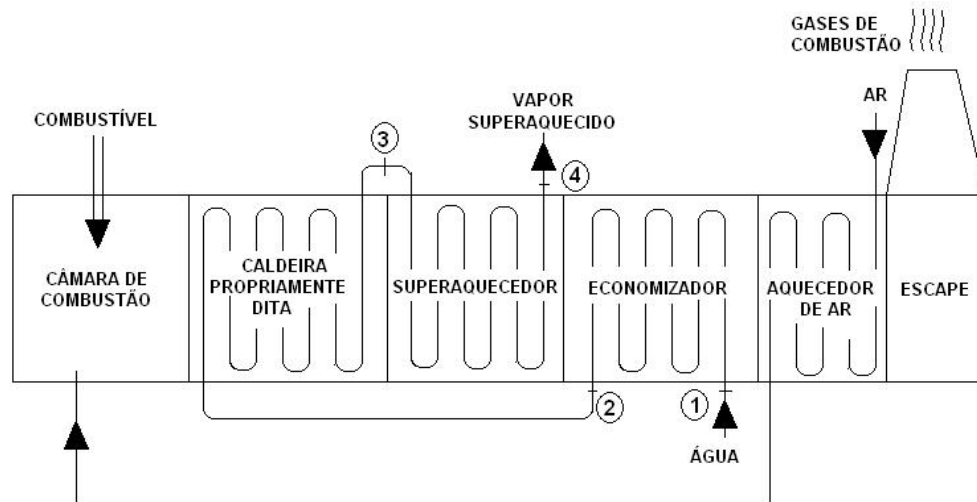


Figura 3 Representação dos componentes do gerador de vapor

As caldeiras podem ser classificadas em 3 tipos principais: flamotubulares, aquatubulares e mistas. A caldeira flamotubular é basicamente composta por um vaso de pressão por onde passam tubos, os quais que estão mergulhados em água e dentro de um recipiente isolado termicamente, com gases de combustão, escoando internamente. Já a aquatubular a água esco internamente aos tubos trocando calor com os gases de combustão que por sua vez passam por fora dos tubos. E a mista é basicamente uma caldeira flamotubular com uma antecâmara de combustão com paredes revestidas de tubos de água. [6] [7]

4. Aplicação

Para este dimensionamento, foram cogitadas diversas capacidades e aplicações do gerador de vapor, sendo adotada uma de bastante importância no setor pecuário, a graxaria. Consiste no reaproveitamento dos resíduos do abate de aves, para obtenção de óleo e farinha para rações animais. A energia regularmente utilizada no processo produtivo é a elétrica, sendo a lenha e o óleo diesel utilizados na caldeiraria, para a produção de vapor, nas seguintes fases: escaldagem, que é composta por um tanque com água morna, com a finalidade de uma prévia lavagem da ave e o afrouxamento das penas, para facilitar a depenagem e obtenção da cola e gelatina a partir do colágeno. [8]

Segundo uma empresa do setor, a necessidade média de vapor para o abate de 120 mil frangos por dia gira em torno de 10 ton de vapor. Logo, para que seja possível uma posterior comparação, adotou-se a capacidade de 10,6 ton de vapor saturado a 5,0 MPa, com a água de alimentação a 25°C. Por se tratar de uma unidade relativamente pequena, será utilizada uma caldeira aquatubular compacta, conforme mostrado na figura 5 e 6.

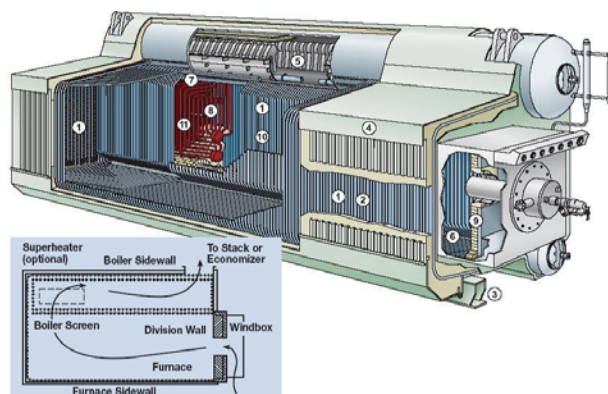


Figura 4 Esquema de uma caldeira aquatubular compacta [9]

5. Resultados e conclusões

Após um processo iterativo para o dimensionamento do gerador de vapor para a aplicação especificada, foi possível comparar os combustíveis. [6] [11] [12] [13] Três simulações foram efetuadas: uma comparação do biodiesel com o petrodiesel utilizando o mesmo equipamento e ainda com os mesmos valores de consumo; um GV ideal para o biodiesel adaptado ao petrodiesel, e finalmente um GV ideal para o petrodiesel adaptado ao biodiesel, o qual tem seus resultados apresentados na tabela 3 e seu dimensionamento na figura 5.

Tabela 3 Comparação para o mesmo consumo

	Biodiesel	Petrodiesel
PCI (kJ/kg)	36947	43308
Rendimento (%)	70	60
Excesso de ar (%)	50	50
Temp da chama (K)	1892	2037,5
vazão de comb (kg/s)	0,312	0,31
m AC (kg ar/ kg comb)	18,93	21,33
T saída (°C)	450	450
Q caldeira calc / req	1,71	1,08
Q tubos calc / req	1,14	1,12
Q total calc / req	1,49	1,11

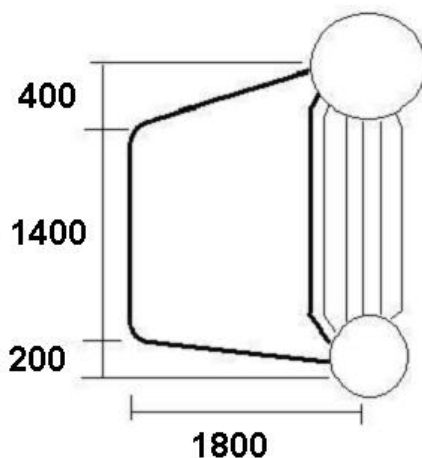


Figura 5 Configuração da caldeira dimensionada

A caldeira em questão é uma do tipo aquatubular com dimensões aproximadas de 3,0 x 2,8 x 4,0 m (h x l x c) e 279 tubos, para ser empregada no processo de reaproveitamento de resíduos de frango numa granja, gerando 10,6 ton/h de vapor saturado a 5 MPa. A concepção inicial foi feita com base no diesel e depois testada sua operação com biodiesel para assim obter a comparação. Nota-se que mesmo com o consumo inalterado, a diferença de rendimento do biodiesel para o diesel é suprida pela alta temperatura de chama e da melhor eficiência na queima devido à presença de oxigênio em sua cadeia.

As comparações feitas serviram para demonstrar a potencialidade e viabilidade técnica deste combustível. Entretanto, por se tratar de um estudo, foram calculados e mencionados apenas os pontos mais relevantes para que se pudesse obter análises e comparações consistentes. Com os custos atuais do petróleo, o biodiesel ainda se apresenta como uma alternativa cara e economicamente não atrativa, porém este estudo se apresenta como comprovação de uma alternativa viável a uma fonte não renovável de energia, podendo num futuro próximo ser uma alternativa viável.

6. Referências

- [1] www.bndes.gov.br, Abril de 2006
- [2] <http://www.anp.gov.br>, Maio de 2006
- [3] <http://www.rbb.ba.gov.br>, Junho, 2006
- [4] Ministério da Indústria e do Comércio, MIC; Produção de Combustíveis Líquidos a Partir de Óleos Vegetais; Secretaria de Tecnologia Industrial; Coordenadoria de Informações Tecnológicas; Brasília, DF, 1985.
- [5] www.biodiesel.gov.br, Maio, 2006
- [6] YAMANE E. “Notas de aula da disciplina Geradores e turbinas a vapor”, EPUSP 2006.
- [7] PERA H. “ Geradores de vapor”, Editora Fama 2º edição, 1990.
- [8] DINTEN, Carolina ^a M.. O trabalho na avicultura de corte: Organização, tecnologia e resultados da produção, Campinas
- [9] BABCOCK H. George; WILCOX Stephen. BABCOCK & WILCOX Steam – Its generation and use. The Babcock & Wilcox Company USA 1978.
- [10] www.rielloburners.com, Agosto de 2006
- [11] INCROPERA, Frank P.; DEWITT, David P. Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, Editora LTC, 5^a edição, 2003.
- [12] WYLEN, Gordon J. Van; SONNTAG Richard E; BORGNAKKE, Claus. Fundamentos da termodinâmica, Editora Egard Blucher, 5ª edição, 2001.
- [13] WHITE, Frank M. Mecânica dos Fluidos, Editora Mc Graw Hill, 4ª edição, 1999.

7. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

STUDY OF STEAM GENERATION USING BIODIESEL FOR AGROINDUSTRY PURPOSE

Cristina Harumi Shintani

University of São Paulo

cristina.shintani@gmail.com

Fabiano Yasuda

University of São Paulo

fabiano.yasuda@gmail.com

Abstract

This work is concentrated in water tube package boiler for agroindustry using biodiesel. At first, researches and steam generation studies were done. Then, an application was chosen in order to check its viability out, which could be achieved: it had a very similar performance from diesel. However, it isn't economically competitive although its technological advantages. At the same time, it includes the sustainable development issue and its properties are acceptable. As a result, it predicts a promising future if incentives and researches are counted on, as it already happens in the internal combustion engines worldwide.

keywords: Biodiesel, steam, boilers and agroindustry.