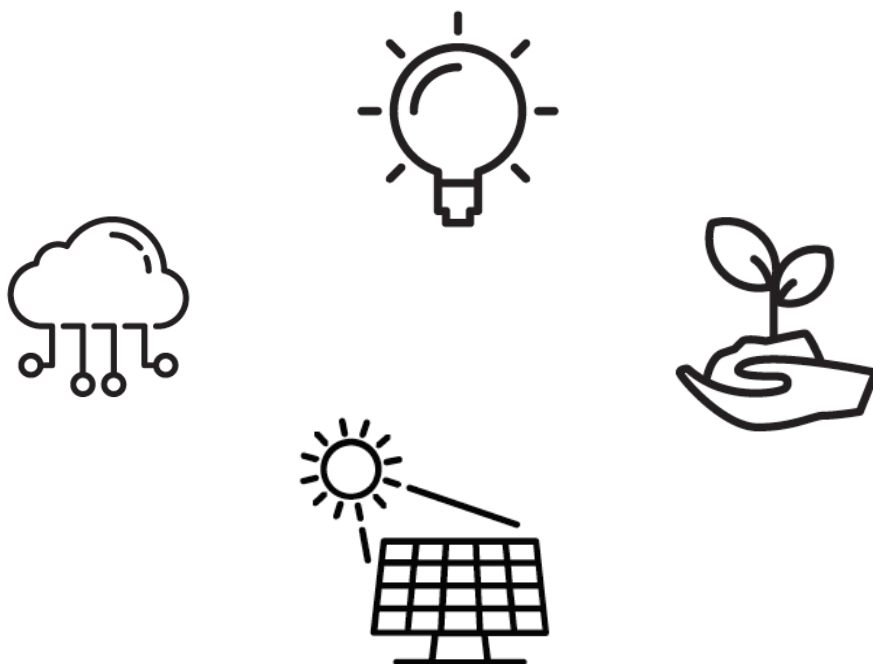




**III Congresso
Ibero-Americano de Empreendedorismo,
Energia, Ambiente e Tecnologia:
Livro de atas**

12 a 14 de julho de 2017



Título: III Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia: Livro de atas

Editores: Américo Vicente Leite
Ana Isabel Pereira
Ângela Paula Ferreira
Artur Jorge Gonçalves
João Paulo Almeida
José Luis Calvo Rolle
Manuel Joaquim Feliciano
Orlando Manuel Soares
Ronney Arismel Boloy

Edição: Instituto Politécnico de Bragança – 2017
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança
Portugal

Execução: Orlando Manuel Soares

ISBN: 978-972-745-230-9

URI: <http://hdl.handle.net/10198/14339>

Email: cieemat2017@ipb.pt

Apoios e Patrocínios:



Media Partner:



49016	Identificação das Deficiências Econômicas e Culturais do Atual Mercado Musical no Brasil e Apresentação do Software e do Modelo Canvas da Tecnologia Disrupt Orchestra	325
50685	Estudo da Caracterização do PDMS e suas Aplicações na Biomédica	331
50747	Análise dos Atores que Promovem a Cultura Empreendedora na Região da Costa Verde/RJ – Brasil	337
48867	Energy certification proposal, using dynamic simulation, as an energy management tool ISO 50001 Versus energy audit in buildings.....	343
51458	Interface Gráfica Via RNA para Classificação de Solos em Recuperação em Função dos Atributos Físicos e dos Tratamentos	349
50705	Dimensionamento de uma câmara de liofilização e de uma câmara de secagem por ar seco frio para alimentos	355
50713	Estimativa da Produção de Capim Marandu em Sistemas Integrados	363
50596	Simulação do Tratamento de Águas Residuais Urbanas por um Sistema de Lamas Ativadas	369
48945	Um cruzeiro eólico-solar pelo lago de Sanabria (NW Espanha): modelo inovador de gestão ecoturística para a interpretação ambiental em ecossistemas aquáticos dulçaquícolas	375
50717	Armazenamento de Carbono em Solos Desenvolvidos sob Quatro Espécies Florestais na Região Mediterrânea.....	379
50616	Transformação Digital – As Smart Cities e os Recursos Tecnológicos	383
50696	Drood, Desidratação de Frutas e Vegetais por Ar Seco.....	391
50733	Avaliação do Valor Natural da Paisagem: o Caso da Fragmentação do Carvalho (Quercus pyrenaica Willd.) no Parque Natural de Montesinho.....	397
50745	Estado da Arte da Incorporação de um Sistema de Cogeração de Energia em uma Planta de Produção de Biodiesel e Hidrogênio	403
50819	Gaseificador de Blocos de Madeira em Leito Fluidizado: uma Revisão.....	407
50024	Social Entrepreneurship, Psychological Coaching as a Developer of Competences.....	413
50653	Evaluating the Effect of Glycerine Addition on Anarobic Digestion	419

Estado da Arte da Incorporação de um Sistema de Cogeração de Energia em uma Planta de Produção de Biodiesel e Hidrogênio

Glauco Tapijara Vallicelli
Nobrega
Escola Superior de Tecnologia e
Gestão de Bragança
Instituto Politécnico de Bragança
CEFET/RJ Campus Angra dos Reis
Bragança, Portugal
glaucotvn@hotmail.com

Ronney Arismel Mancebo Boloy
Grupo de Empreendedorismo,
Energia, Meio Ambiente e
Tecnologia (GEEMAT)
CEFET/RJ Campus Angra dos Reis
Angra dos Reis, Brasil
ronney.boloy@cefet-rj.br

Orlando Manuel Soares
Departamento de Eletrotécnica
Escola Superior de Tecnologia e
Gestão
Instituto Politécnico de Bragança
Bragança, Portugal
osoares@ipb.pt

Abstract— The steady increase in energy use across the globe forces society to seek alternatives to traditional sources of energy, since these are not only considered to be finite but also have a significant environmental impact. In this context, alternative forms of fuels that are renewable and ecologically sustainable are gaining notoriety. In this way, the article aims to present the raw material and products generated in a hydrogen and biodiesel production plant and, in addition, demonstrate how a cogeneration process has the potential to make this production even more sustainable and economical.

Keywords—Biodiesel, Hydrogen, Cogeneration

I. INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério de Minas e Energias [1], no ano de 2015 apenas 14,3% da matriz energética mundial era composta por fontes renováveis. No Brasil o índice era de 41,2% e nos países membros da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) o índice ficava em torno de 9,4%.

Em 2013, 80% da energia mundial era proveniente do petróleo, sendo que estimativas demonstram que no ano de 2030 o mundo será mais dependente de tal matéria prima do que é hoje [2].

A queima de combustíveis derivados do petróleo em máquinas térmicas e em veículos emite monóxido e dióxido de carbono na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa e o aquecimento global [3]. Outro fato que pesa contra o uso de petróleo como combustível é a sua utilização em produtos de uso diário como o plástico [4].

O setor de transportes é um dos que mais contribui para os gases de efeito de estufa, devido justamente à queima de combustíveis fósseis, sendo necessário, desta forma se pensar em alternativas para este combustível. Assim, uma das apostas mais promissoras é o biodiesel [4], [5].

O biodiesel vem-se tornando um biocombustível alternativo aos combustíveis fósseis, trazendo benefícios ambientais, incentivando a produção agrícola e melhorando a vida das pessoas no campo através da geração de empregos [4], [6], [7].

As matérias primas para a produção de biodiesel podem ser de origem animal, vegetal ou biomassa. Entre todos estes, a canola é um dos mais utilizados na produção do biodiesel, sendo o mais utilizado na União Europeia [5], [8], [9].

Na produção do biodiesel é obtido um subproduto chamado de glicerina, cuja produção toma em conta de 10% do volume de biodiesel produzido [4], [10], [11]. A glicerina, por sua vez, pode ser aproveitada com fins energéticos, sendo um deles usado para produzir hidrogênio, possibilitando, de forma, agregar um valor energético a este subproduto [10].

Para aumentar a participações de energias alternativas nas matrizes energéticas também é necessário melhorar as formas de armazenamento das mesmas. Neste critério, o hidrogênio se destaca por permitir o armazenamento de grandes quantidades de energia que não se perde ao longo do tempo, uma vez que dispensa a utilização de baterias [12].

O hidrogênio, por liberar apenas água em seu processo de combustão é apontado como um vetor energético alternativo aos combustíveis fósseis. No entanto, as dificuldades na sua obtenção e armazenamento o tornam uma alternativa pouco viável [13]. No sentido de tornar viável a sua produção, processos como fermentação de matéria-prima [13] e reforma a vapor da glicerina têm sido estudados [14], [15].

Para se otimizar a produção de uma planta de biodiesel e hidrogênio pode-se utilizar a cogeração. A cogeração é o aproveitamento de energia térmica gerada pela queima de um combustível na produção de energia elétrica. Como principais vantagens da cogeração temos menores custos de produção de energia elétrica e térmica, evita custos de distribuição e transmissão de energia elétrica, maior eficiência energética e menor emissão de poluentes [16].

II. ÓLEO DE CANOLA

A canola é uma planta com capacidade de crescer em temperaturas relativamente baixas [17]. O óleo extraído da semente da canola recebe o nome de óleo de canola possuindo grande quantidade de Ômega 3 e pode ser considerado um dos mais saudáveis do mundo, sendo amplamente indicado por nutricionistas [18], [19].

Este óleo pode ser a principal matéria prima de uma planta de produção de biodiesel. A sua reação com o metanol e um catalisador dá origem ao biodiesel, como produto principal e a glicerina, como subproduto [4], [14].

Apesar de algumas dificuldades climáticas, em análises sobre o balanço energético, o óleo de canola se demonstra mais favorável que o óleo de girassol, mamona ou mesmo que o milho estadunidense [20].

No Brasil, num estudo realizado no Rio Grande do Sul, o óleo de canola apresentou-se menos lucrativo e eficiente que o óleo de soja, uma vez que o óleo de soja apresenta um lucro que varia entre 19 e 43% maior que o óleo de soja. Tal distância se deve principalmente à tecnologia implicada na cadeia de produção da soja, além da sua maior produtividade por m², mas ainda assim o óleo de canola apresenta lucro privado e social [21].

III. BIODIESEL

A necessidade crescente da utilização de energia em diversas formas, associada ao fato dos combustíveis fósseis

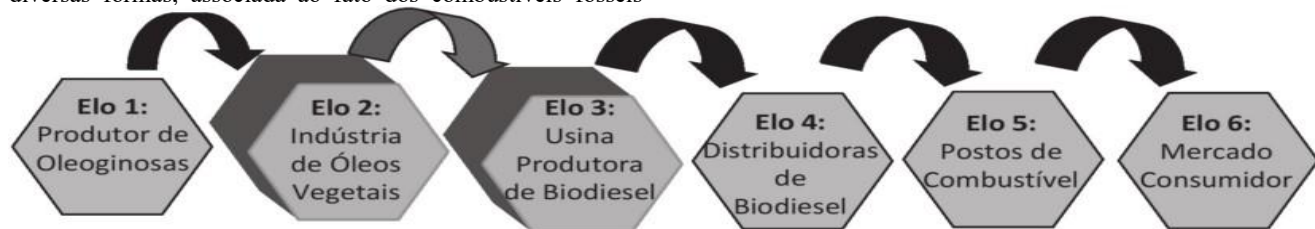


Fig. 1. Cadeia Produtiva do Biodiesel [22]

Apesar de envolver uma longa cadeia de produção, sendo um dos fortes produtos na indústria agrícola e proporcionando melhores condições de vida no campo, o biodiesel recebe críticas por ocupar áreas para produção de alimentos, além de poder contribuir para o desmatamento [6]. Este problema pode ser contornado utilizando óleo residual de frituras que, após passar por um processo de filtragem, pode ser utilizado para produzir biodiesel, apresentando características gerais semelhantes às apresentadas pelos óleos que não tiveram utilização prévia, podendo ser até mesmo mais viáveis economicamente e evitar que sejam despejado no esgoto, [26] a [29].

O biodiesel pode ser utilizado na produção de bioeletricidade [22], podendo, desta forma, uma parte de sua produção ser destinada para abastecer sua própria planta de produção. Este processo evitaria as perdas na transmissão de energia e evitaria que fosse consumida energia de uma fonte não renovável [16].

serem finitos e prejudiciais ao meio ambiente levou a sociedade ao desenvolvimento de novas tecnologias, estimuladas por políticas públicas, que resultaram no acréscimo, de forma contundente do biodiesel na matriz energética [22].

O biodiesel é conhecido como o “Diesel Natural” podendo ser o substituto do diesel em parcelas ou mesmo totalmente. O biodiesel pode ser obtido através da reação entre triglicerídeos e etanol ou metanol, na presença de um catalisador [4], [14], [22]. Devido a essa característica, o diesel comum no Brasil e em 19 países da União Europeia possui uma adição percentual de biodiesel [23].

Num estudo com diversas porcentagens de biodiesel adicionado ao diesel marítimo em motor diesel, realizado por Souza *et al* [24], demonstrou-se o benefício da adição de biodiesel: melhorou o desempenho do motor além de ser vantajoso em questões ambientais.

Oliveira [25], por sua vez, verificou os resultados do diesel S500 e o diesel S1800 com o biodiesel de soja e de murumuru num trator agrícola para lavragem do solo. Os resultados apresentados demonstraram que a utilização de biodiesel não compromete o funcionamento do motor, mas aumenta o consumo, em maior ou menor grau, dependendo da rotação.

A cadeia produtiva do biodiesel pode ser observada na Fig. 1:

IV. GLICERINA

Segundo Mota [4], a glicerina é o produto químico comercial com pelo menos 95% de glicerol. O subproduto gerado na produção de biodiesel é a “glicerina loira” que apresenta cerca de 80% de glicerol.

Alimentos, produtos de higiene, fumo, cosméticos, medicamentos, explosivos, aditivos de combustíveis, solventes e até mesmo a indústria do papel são alguns dos exemplos dos produtos que contam com a utilização da glicerina [4].

Com aumento da produção do biodiesel, ocorreu, conseqüentemente um aumento na produção da glicerina, fazendo baixar consideravelmente o seu preço e levar à procura de novos produtos derivados da mesma ou ainda, novas aplicações [11], [30].

Uma das alternativas mais interessantes para glicerina produzida em uma planta de produção de biodiesel é a reforma

a vapor, gerando hidrogênio (H₂) e gás carbônico (CO₂) como gases principais [15].

V. HIDROGÊNIO

O hidrogênio é um gás incolor, insípido, inodoro e apresenta grande poder de inflamação, sendo o elemento mais abundante no universo e considerado o combustível do futuro [31].

Para ser considerado um combustível limpo, o hidrogênio deve ser produzido por meios renováveis, apesar de na sua combustão resultar essencialmente água, uma vez que sua produção requer o uso de grande quantidade de energia para dissociá-lo de outros elementos [13], [32].

O hidrogênio pode ser utilizado em célula de combustível para fontes de energia elétrica ou meios de transporte e ainda no motor de combustão interna nos meios de transporte. Jatos e foguetes são consumidores recorrentes deste tipo de combustível devido a sua grande densidade energética e, também, por ser leve [33].

O gás hidrogênio pode ser utilizado sendo misturado ao combustível fóssil, reduzindo desta forma o consumo do mesmo e a emissão de gases poluentes, sem necessariamente causar danos ao motor de combustão, [32], [34], [35]. No estudo de Barbosa [35] foi instalada uma célula de hidrogênio num carro 1.0 com 16 válvulas e 77 cavalos de potência. O gás gerado a partir da eletrólise foi misturado à gasolina num motor de ciclo Otto, reduzindo desta forma o consumo em 53%.

É importante ressaltar também que o hidrogênio, apesar de ser mais energético que os demais combustíveis, apresenta uma densidade muito baixa, ou seja, o mesmo volume de hidrogênio apresenta menos energia que combustíveis comuns [38].

Deve-se atentar que a forma de armazenamento do hidrogênio é delicada, uma vez que, por ser um gás muito energético, é suscetível a explosões [32], [36].

Faro [32] determina que cerca de 30% da energia do hidrogênio é utilizada apenas para o seu armazenamento em estado líquido, enquanto De Araújo [12] coloca uma variação de 4,2 a 7,7% da energia quando armazenado entre 20 e 70MPa.

Nos últimos anos, diversas pesquisas vêm sendo feitas com o objetivo de viabilizar a utilização de hidrogênio no estado gasoso como forma de combustível para automóveis [12], [39].

A reforma a vapor do glicerol líquido pode ser capaz de gerar gases com uma concentração de hidrogênio próxima a 60% [33].

VI. COGERAÇÃO

Cogeração de energia é o processo de aproveitamento do calor rejeitado na queima de combustíveis, tornando o sistema mais eficiente [40]. Os combustíveis fósseis são os mais utilizados nos processos de cogeração, mas, recentemente o processo vem sendo utilizado em outros processos, como a biomassa do bagaço da cana-de-açúcar, entre outros [40], [41].

A cogeração busca economizar recursos energéticos frente a uma configuração tradicional que produza a mesma quantidade de energia mecânica ou elétrica através da eliminação do desperdício com o objetivo de reduzir o consumo de combustível e assim uma redução de custos [42].

A cogeração pode ser utilizada tanto em edifícios habitacionais, de comércio, indústrias ou área agrícola [42].

No sistema de cogeração pode-se utilizar uma turbina a gás que gera energia eletromecânica e ainda a energia térmica associada a queima do combustível [42]. Numa planta de produção de biodiesel e hidrogênio, pode-se utilizar parte da produção de biodiesel para alimentar a turbina e diminuir ou mesmo anular o consumo de energia elétrica da rede, além de se utilizar a energia térmica para auxiliar na reforma a vapor do glicerol que produz o hidrogênio.

VII. CONCLUSÃO

Como visto anteriormente, é cada dia mais urgente a substituição de fontes fósseis de energia, não só por sua característica finita, mas também por seu grande impacto causado ao meio ambiente devido a sua combustão. O biodiesel é um dos combustíveis com grande capacidade de substituir parcialmente os combustíveis fósseis, apresentando grande evolução ao longo dos anos.

Ainda que promissor, são necessárias melhorias na produção do biodiesel. Tornar não só o combustível em si, mas todo o seu processo de produção ecológica e economicamente viáveis é o próximo passo para tornar este tipo de energia mais atrativo. A possibilidade de tornar uma planta de produção de biodiesel e hidrogênio sustentável do ponto de vista da energia elétrica e térmica será um grande passo nesta direção.

REFERENCIAS

- [1] Ministério de Minas e Energia, "Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2015," 2016.
- [2] R. Moreira, F. M. S. De Carvalho, V. S. Bergamaschi, and R. Politano, "Patentes depositadas em âmbito nacional como indicador de desenvolvimento das tecnologias de produção de hidrogênio," *Quim. Nova*, vol. 36, no. 5, 2013, pp. 748–751.
- [3] F. C. Drumm, A. E. Gerhardt, G. D. Fernandes, P. Chagas, M. S. Sucolotti, and P. D. D. C. Kemerich, "Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores," *Reget*, vol. 18, 2013, pp. 66–78.
- [4] C. J. A. Mota, C. X. A. da Silva, and V. L. C. Gonçalves, "Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel," *Quim. Nova*, vol. 32, no. 3, 2009, pp. 639–648.
- [5] L. F. Mattei, "Programa Nacional Para Produção E Uso Do Biodiesel No Brasil (Pnpb): Trajetória, Situação Atual E Desafios," *BNB. Doc. Técnicos Científicos*, vol. 41, 2010, p. 10.
- [6] V. H. A. De Souza, L. T. Dos Santos, A. F. Campos, and J. Carolino, "Um Panorama Do Biodiesel No Brasil E No Mundo : Esforços Para a Ampliação Do Setor E Desafios," *Revista Augustus*, vol. 21, 2016, pp. 117–130.
- [7] P. C. R. Lima, "O Biodiesel e a Inclusão Social," *Brasil*, 2004, p. 33.
- [8] I. Lôbo, S. Ferreira, and R. Cruz, "biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos," *Quim. Nova*, vol. 32, no. 6, 2009, pp. 1596–1608.

- [9] M. Osaki and M. O. Batalha, "Produção de Biodiesel e Óleo Vegetal No Brasil: Realidade e Desafio," *Organizações Rurais e Agroindustriais*, vol. 13, no. 2, 2011, pp. 227–242.
- [10] R. A. M. Boloy, M. E. Silva, A. E. Valle, J. L. Silveira, and C. E. Tuna, "Thermoeconomic analysis of hydrogen incorporation in a biodiesel plant," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 113, 2017, pp. 519–528.
- [11] C. M. Quintella and M. Castro, "Glicerina Bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em coproduto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio," *Bahia Análise e Dados*, vol.18, no 4, 2009, pp. 635–646.
- [12] F. H. M. De Araújo, "Análise Técnica e Econômica do Armazenamento de Hidrogênio Por Processo de Combustão" Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho," 2016.
- [13] B. C. Fonseca, "Produção de hidrogênio por fermentação por um novo isolado de *Clostridium beijerinckii*," Universidade de São Paulo, 2016.
- [14] R. A. M. Boloy, "Análise Termoeconômica e Ecológica da Incorporação do Processo de Produção de Hidrogênio em Uma Planta de Produção de Biodiesel," Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, 2014.
- [15] R. L. Manfro, N. F. P. Ribeiro, and M. M. V. M. Souza, "Produção De Hidrogênio A Partir Da Reforma A Vapor Do Glicerol Utilizando Catalisadores De Nicu Obtidos A Partir De Precursores Tipo-Hidrotalcita," *Engvista*, vol. 15, no. 3, 2013, pp. 226–234.
- [16] EDP, "Cogeração." [Online]. Available: <https://www.edpsu.pt/pt/PRE/cogeracao/Pages/Cogeracao.aspx>. [Accessed: 16-May-2017].
- [17] EMBRAPA, "Origem e usos da Canola." [Online]. Available: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149_2.htm. [Accessed: 16-May-2017].
- [18] EMBRAPA, "Definição e histórico de Canola." [Online]. Available: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm>. [Accessed: 16-May-2017].
- [19] G. O. Tomm, "Canola: Planta que traz muitos benefícios à saúde humana, e cresce em importância no Brasil e no Mundo," 2006, pp. 46–47.
- [20] D. L. Gazzoni, J. L. B. Borges, M. T. de Ávila, and P. H. N. Felici, "Balanço energético da cultura da canola para a produção de biodiesel Canola energy balance for biodiesel production," *Espaço Energ.*, vol. 1, no. 11, 2009, pp. 25–28.
- [21] C. E. A. de Castro, "Produção De Biodiesel Pelas Cadeias Produtivas De Soja, Canola E Girassol No Rio Grande Do Sul," Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- [22] V. L. Costa, J. L. Kovaleski, P. P. de A. Junior, D. L. Costa, and E. L. Morschel, "A introdução do Biodiesel na matriz energética brasileira: contextualização histórica, cadeia produtiva e processo produtivo," *Revista ADMpg*, vol. 5, no.1, 2012, pp. 43-51.
- [23] F. M. Fernandes, M. S. Silva, A. M. F. Lima, A. M. Rocha, P. M. Soares, F. Konishi, "Biodiesel no Mundo e no Brasil: Situação Atual e Cenários Futuros," In: *X AGRENER GD 2015*, 2015, São Paulo. Anais do X AGRENER GD 2015, 2015.
- [24] L. S. A. Souza, L. L. N. Guarieiro, A. A. B. SANTOS, "Avaliação Experimental do Desempenho de Motores do Ciclo Diesel Utilizando Misturas Biodiesel/Diesel Marítimo," *Revista Virtual de Química*, vol. 8, no. 4, 2016, pp. 1192-1203.
- [25] M. C. De OLIVEIRA, "Diesel e biodiesel de murumuru e de soja: desempenho operacional de trator agrícola no preparo do solo," Universidade Estadual Paulista- Campos de Jabotical. 2016
- [26] F. H. Djb, "Biodiesel E Proporções De Mistura Em Um Moto-Gerador," Universidade Paulista júlio de Mesquita Filho, 2010, p. 118.
- [27] P. Christoff, "Produção De Biodiesel a Partir Do Óleo Residual De Fritura," Instituto de Tecnologia do Paraná, 2006, p. 83.
- [28] C. A. de Souza, "Sistemas Catalíticos Na Produção De Biodiesel Por Meio De Óleo Residual," UNIFEI, 2006, p. 11.
- [29] R. K. M. Fernandes, J. M. B. Pinto, O. M. de Medeiros, and C. de A. Pereira, "Biodiesel a Partir De Óleo Residual De Fritura : Alternativa Energética E Desenvolvimento Sócio-Ambiental," XXVIII Encontro Nac. Eng. Produção, 2008, p.10.
- [30] D. B. Mendes and J. C. V. Serra, "Glicerina : uma abordagem sobre a produção e o tratamento," *Rev. Lib.*, vol. 13, no. 20, 2012, pp. 1–9.
- [31] "Hidrogênio." [Online]. Available: http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/001_hidrogenio.html. [Accessed: 16-May-2017].
- [32] T. M. da C. Faro, "Nanoestruturas de Carbono para o Armazenamento de Hidrogênio: Estudos Computacionais," Unicamp, 2015, p.177.
- [33] I. A. da Silva, "Hidrogênio: Combustível do Futuro," *Ensaios e Ciência C. Biológicas, Agrárias e da Saúde*, vol. 20, no. 2, 2016, pp. 122–126.
- [34] J. M. Júnior, M. E. Pereira, M. B. Ribeiro, F. F. Lara, D. C. Barbosa, A. S. Almeida, R. D. Ximenes, P. Ricardo, and D. F. L. V Zeneratto, "O uso do hidrogênio como combustível para motores de combustão interna com o auxílio de uma célula de oxi- hidrogênio," *Anais do I Simpósio Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [SInTE] – IFSP Câmpus Boituva*, 2015, pp. 263–266.
- [35] C. H. Barbosa, "Redução de consumo de combustível convencional pela adição de gás hidrogênio," *Caleidoscópio*, vol. 1, no, 8, 2016, p. 12.
- [36] J. A. R. Da Silva Filho, M. O. R. T. Da Silva, Y. C. Rodrigues, L. H. F. B. Junior, and G. S. Da Silva, "Automóveis movidos a base de água, através da célula produtora de combustível hidrogênio," *Ciências exatas e tecnológicas*, vol. 3, 2016, pp. 65–72.
- [37] G. S. Prass, "Análise Termodinâmica Da Injeção De Hidrogênio Em Motores De Combustão Interna Operando Com Etanol," Universidade Federal de Santa Catarina, 2014, p. 54.
- [38] R. S. Pérez, "Produção de hidrogênio a partir da reforma em fase líquida do glicerol:Avaliação econômica e logística," *Tese – Univ. Fed. do Rio Janeiro. Programa Pós-Graduação Pós-graduação em Tecnol. Process. Químicos e Bioquímicos*, 2014, p. 166.
- [39] A. O. Menezes, M. T. Rodrigues, A. Zimmaro, L. E. P. Borges, and M. A. Fraga, "Production of renewable hydrogen from aqueous-phase reforming of glycerol over Pt catalysts supported on different oxides," *Renew. Energy*, vol. 36, no. 2, 2011, pp. 595–599.
- [40] S. O. de O. Moraes, "Cogeração no Setor Sucroalcooleiro a Partir do Reaproveitamento Energético da Biomassa do Bagaço de Cana," Universidade Federal da Paraíba, 2015, p.42.
- [41] R. F. L. Delgado, "Estudo e Implementação de Um Sistema de Cogeração," Universidade do Porto, 2016, p. 223.
- [42] G. D. J. A. Barja, "A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico," Universidade de Brasília, 2006, p. 171.