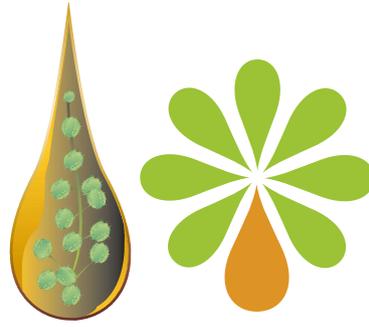


ISBN 978-85-65615-02-0



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



VOLUME 2
ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS
2016



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL:
10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL
Anais - Trabalhos Científicos

Editores:

Pedro Castro Neto

Antônio Carlos Fraga

Rafael Silva Menezes

Gustavo de Lima Ramos

Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016

Rio Grande do Norte - Brasil

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto
Presidente do Congresso

Professor Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Rafael Silva Menezes
**Coordenador de ações de
desenvolvimento
energético RBTB-MCTIC**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto
**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes
**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos
Secretário-Geral

Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Juliana Espada Lichston
Presidente da Comissão Local da UFRN

Rafael Peron Castro
Anderson Lopes Fontes
Secretários Comissão Local da UFRN

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) - Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) - Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) - Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) - Secretário

MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margaretta Plentz Meneghetti (UFAL)

COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Lucas Ambrosano (UEM)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) – Presidente
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)
Antônio Carlos Fraga
Arnon de Castro oliveira
Bárbara Lemes
Camilla Freitas Maia
Camilo José Rodrigues Dal Bó
Carlos Henrique Santos Fonseca
Carlúcio Queiroz Santos
Clara de Almeida Filippo
Daniel Augusto de Souza Borges
Danilo da Silva Souza
Diego Flausino Brasileiro
Erika Tokuda
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza
Gabriel Dlouhy Alcon
Gabriele de Faria Castro
Geovani Marques Laurindo
Gilson Miranda Júnior
Guilherme de Oliveira Martins
Gustavo de Almeida Adolpho
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior
Henrique Fidencio
Jaime Daniel Corrêa Mendes
Janice Alvarenga Santos Fraga
João Paulo de Araújo
Julia Andrade de Ávila
Juliana de Xisto Silva
Maraiza Assis Mattar Silva
Marcela Santos Moreira
Matheus Sterzo Nilsson
Paulo Rogério Ribeiro Pereira
Pedro Henrique Barcelos Mota
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira
Rafael Peron Castro
Rodrigo Martins Santos
Sandra Regina Peron Castro
Sandro Freire de Araújo
Saulo Kirchmaier Teixeira
Stênio Carvalho
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves
Thiago Matiulli
Vitor Favareto Silva

REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado pelos professores Antônio Carlos Fraga



do Departamento de Agricultura e Pedro Castro Neto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, desde 2006 promove a

produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.



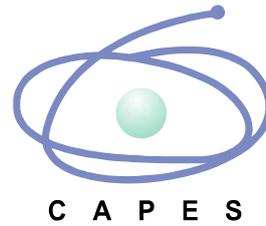
REALIZAÇÃO

SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



APOIO





6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Produção de biodiesel com óleo de fritura através da tecnologia de plasma

Marina de Medeiros Machado (PPGEA/UFSC), marina.machado@hotmail.com), Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto (PPGEA/UFSC, catia.carvalho@ufsc.br), Anelise Leal Vieira Cubas (UNA/UNISUL, anelisecubas@gmail.com), Elisa Helena Siegel Moecke (ENGSANIT/UNISUL, smoecke@unisul.br), João Marco Kretzer Gelsleichter (ENGSANIT/UNISUL, joaomarcokg@hotmail.com), Bruno Matheus David Antunes Pacheco (ENGSANIT/UNISUL, brunomatheus.pacheco@gmail.com), Carlos Eduardo Espindula (ENGSANIT/UNISUL, dadospindula2@gmail.com), Carlos Roberto de Oliveira Junior (ENGSANIT/UNISUL, carlos_roj_@hotmail.com)

Palavras Chave: óleo residual de fritura, biodiesel, plasma

1 - Introdução

O biodiesel é uma mistura de mono-álquil ésteres obtidos a partir de óleos vegetais que são processados de modo a adquirir propriedades (viscosidade e volatilidade) semelhantes ao dos combustíveis fósseis, podendo, desta forma, ser utilizado diretamente nos motores a diesel disponíveis (ANP, 2012). A transesterificação é o método convencional mais usado para produzir biodiesel, ele pode ser realizado de diversas maneiras (Guo Feng, 2012): usando catalisador alcalino, catalisador ácido, biocatalisador (enzimas), catalisador heterogêneo ou álcoois em seu estado supercrítico.

Diante deste contexto, ressalta-se a importância da minimização dos resíduos por meio de práticas economicamente vantajosas, às quais oferecem possibilidade de controle ambiental. Desta maneira, este presente trabalho tem o objetivo de avaliar os impactos ambientais decorrentes da utilização de óleos vegetais, de forma a aplicar a tecnologia do plasma para o tratamento desses resíduos e produção de biodiesel, como forma de fonte renovável de energia.

O plasma é formado pela aplicação de um campo elétrico intenso, que provoca a formação de uma auto-propagação elétrica dentro do volume de gás. Uma vez gerado o gás ionizado, os elétrons colidem com as moléculas, criando espécies quimicamente ativas conhecidas como radicais. Uma vez formada, ela pode substituir os catalisadores químicos durante as reações de transesterificação que facilitam a separação de biodiesel formado (Istadi, 2006; Istadi et al., 2009; Kogelschatz, 2003).

2 - Material e Métodos

Preparação da matéria prima: Antes de iniciar os experimentos para obtenção do biodiesel, a matéria prima foi caracterizada através de métodos químicos, como determinação do índice de acidez, umidade, índice de iodo, índice de saponificação, índice de peróxido e composição em ácidos graxos. Foram utilizados 48 ml de óleo residual de fritura e 12 ml de álcool metílico (1:6).

Reator descarga corona: O reator foi cilíndrico do tipo híbrido gás-líquido em pressão atmosférica, a geometria empregada foi de ponta-plano em relação aos eletrodos metálicos. Uma fonte corrente contínua (CC) de alta tensão foi empregada para gerar o plasma (Figura 01).

Foi realizada uma bateria de ensaios, na qual os seguintes parâmetros sofreram variações: tempo de permanência da amostra no reator de plasma (20-371 seg); adição de água

na mistura (0-1,25) e vazão do gás (3-5 L.min⁻¹). Os ensaios foram realizados em triplicata.



Figura 1. Esboço do Reator de plasma de descarga corona.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Processo de obtenção do biodiesel: Na produção do biodiesel utilizando a tecnologia de plasma, a reação de transesterificação ocorre dentro do reator de plasma após a mistura da matéria prima com o álcool de cadeia curta.

Análises após o tratamento por plasma: A composição do biodiesel formado foi analisado utilizando a técnica de cromatografia de camada delgada (Macherey-Nagel Alugram® SIL G/UV₂₅₄) e um cromatógrafo a gás (ThermoFinnigan Gas Chromatograph, model Trace GC Ultra, Milan, Italy) acoplado a um espectrômetro de massa (Finnigan Polaris Q mass spectrometer).

3 - Resultados e Discussão

O óleo residual de fritura utilizado foi caracterizado através das seguintes análises: índice de acidez, densidade relativa, peróxidos e índice de saponificação. A tabela 1 apresenta a caracterização do óleo e fritura utilizado na bateria de amostras para produção de biodiesel através da tecnologia de plasma.

Tabela 1. Caracterização do óleo residual de fritura.

Análises	Resultado
Índice de acidez (g)	0,1121
Densidade Relativa (g.cm ⁻³)	0,4314
Peróxido (meq.kg ⁻¹)	48,803
Índice de Saponificação (mg KOH.g ⁻¹)	186,84
Índice de Iodo (g _{iodo} . 100g _{amostra} ⁻¹)	106,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

O índice de peróxidos (48,803 meq.kg⁻¹) demonstra a transformação das características do óleo em decorrência de sua utilização. O óleo residual de fritura não pode ser mais utilizado quando o teor de ácidos graxos ultrapassa 0.9% (Brasil, 2004). Yuan et al. (2008) recomenda que o teor de ácidos graxos para produção de metil e etil ésteres (biodiesel) com catalisador químico deve ser menor que 2%. O índice de saponificação (186,84 mg KOH.g⁻¹) é um indicador relativo da quantidade de ácidos graxos de baixo e alto peso molecular presentes na composição do óleo. O índice de iodo (106,03 g_{iodo}. 100g

amostra⁻¹) é relacionado a quantidade de ácidos graxos presente que indica a quantidade de ácidos graxos insaturados.

Após a caracterização do óleo in natura, o mesmo foi submetido ao tratamento por plasma para a produção de biodiesel. A reação entre o óleo residual de fritura e o álcool adicionado (metanol) ocorrida no interior do reator de plasma foi monitorada da técnica de cromatografia de camada delgada, sendo obtido o fator de retenção (Rf) para demonstração da possível formação dos ésteres metílicos. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos através da análise por cromatografia de camada delgada.

Tabela 2. Resultados obtidos na técnica de cromatografia de camada delgada para a bateria de ensaios realizada para produção de biodiesel através da tecnologia de plasma.

Ensaios	Tempo (seg)	Adição de água (mL)	Vazão do gás (L.min ⁻¹)	Rf (média)
1	20	0,62	5	0,61
2	91	0,25	3	0,61
3	91	0,25	5	0,59
4	91	1,0	3	0,83
5	91	1,0	5	0,59
6	195	0,0	4	0,60
7	195	0,62	4	0,64
8	195	0,62	5,68	0,68
9	195	0,62	3	0,57
10	195	0,62	2,32	0,49
11	195	0,62	4	0,46
12	195	1,0	4	0,60
13	195	1,25	4	0,58
14	300	0,25	3	0,56
15	300	0,25	3	0,51
16	300	1,0	5	0,54
17	371	0,62	4	0,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o padrão de metil éster, os fatores de retenção (Rf) que se encontram na faixa de 0,61 a 0,65 demonstram uma possível formação do processo de esterificação dos ácidos metílicos. Desta forma, os melhores resultados foram encontrados nos ensaios 1, 2 e 7, onde as condições de trabalho foram com variações de tempos de 20 a 195 segundos, adição de água de 0,25 a 0,62 mL e vazão do gás entre 3 a 5 L.min⁻¹.

Após esse resultado, os ensaios foram submetidos à análise de cromatografia gasosa. A Figura 2 apresenta o cromatograma do ensaio 1 (Rf igual a 0,61), onde é possível observar os picos de ésteres formados.

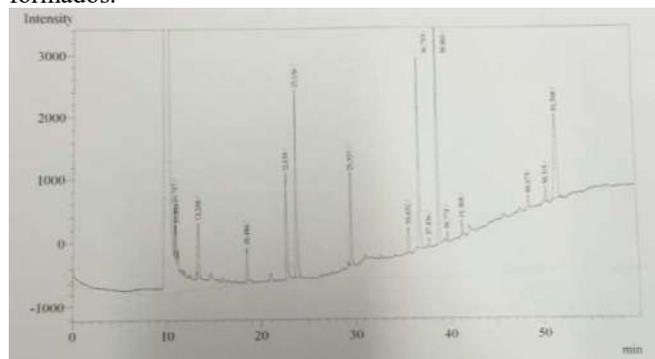


Figura 2. Cromatograma da amostra do ensaio 1 após o processo de esterificação pelo reator plasmático.

O processo de plasma promove a reação de transesterificação, onde a alta energia do plasma estimula a

formação dos ésteres metílicos (biodiesel) na ausência de catalisadores químicos.

Não foram encontrados trabalhos específicos na literatura que abordem a produção de biodiesel através da tecnologia de plasma, fato que dificulta a descrição exata do mecanismo de formação ésteres metílicos no interior do reator. Porém, há estudos que demonstram as possíveis reações ocorridas com a utilização de plasma não-térmico (Debacher et al., 2015) que sugerem que a alta atmosfera formada pelo plasma facilita a quebra de duplas ligações dos grupos hidroxilas, o que permite concluir que além da formação de ésteres metílicos, há a formação de água presente em pequenos percentuais de metanol que não reagem com os triglicerídeos, e, portanto, aparecem com o biodiesel formado no final do processo.

Na reação com compostos orgânicos a reação é formada por três mecanismos básicos: abstração de hidrogênio, instauração da reação eletrofílica e a transferência de elétrons (Jiang et al., 2014). No caso de compostos contendo hidrocarbonetos alifáticos, como o óleo residual de fritura, a abstração de hidrogênio é o mecanismo primário de produção de ésteres metílicos e água (Jiang et al., 2014).

4 – Conclusões

Baseados nos resultados deste estudo é possível concluir que pode-se produzir biodiesel utilizando óleo residual de fritura (saturado) por meio da tecnologia de plasma. A análise de cromatografia gasosa foi utilizada para verificar a conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos.

Esse estudo mostra que a tecnologia de plasma é promissora, principalmente em decorrência de suas vantagens: baixo tempo de reação, não utilização de catalisadores e não formação de subprodutos. Desta forma, o uso de óleo residual de fritura como matéria prima para produção de biodiesel através do reator de plasma se mostra como uma forma inovadora e ambientalmente segura.

5 – Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Fundação de apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

6 - Bibliografia

- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2014. Regulamento Técnico da Agência Nacional do Petróleo - ANP n^o 3/2014 da Resolução n^o 45, de 25 de agosto de 2014.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA. 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Petróleo. Resolução ANP n^o 42 de 24 de novembro de 2004. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 09/12/2004. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/legis_qualidade.asp>. Acesso em: 25/08/2016.
- Debacher, N.A.; Fouodjou, M.; Laminsi, S.; Kamgang, G.Y.; Mengue, M.T.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2015**, *26*, 3, 411–419.
- Guo Feng.; *Fuel*; **2012**, *93*, 468–472.
- Istadi, N.A.S.A.; *Fuel*; **2006**, *85*, 577–592.
- Jiang, B.; Zheng, J.; Qiu, S.; Wu, M.; Zhang, Q.; Yan, Z.; Xue, Q.; *Chem. Eng. J.*; **2014**; *236*, 348–368.
- Kogelschatz, U.; *Plasma Chem. Plasma P*; **2003**; *23*, 1–46.
- Yuan, X.; Liu, J.; Zeng, G.; Shi, J.; Tong, J.; Huang, G.; *Renew. Energ.*; **2008**; *33*, 1678–1684.