

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO MISTURAS DE DIESEL E DE COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO OBTIDO A PARTIR DO PROCESSO DE CONVERSÃO A BAIXA TEMPERATURA APLICADO À RESÍDUO PETROQUÍMICO

Roberto Guimarães Pereira¹, Gilberto Alves Romeiro², Daniel Lisboa Taveira Fernandes¹, Paulo Maurício de Albuquerque Senra³

¹Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Mecânica e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica,
Rua Passo da Pátria 156, Niterói, RJ, Brasil, CEP 24210-240,
tel.: (55)(21)2629-5418, fax: (55)(21)2629-5417, e.mail: temrobe@vm.uff.br

²Universidade Federal Fluminense, Departamento de Química Orgânica e Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica, gilbertoromeiro@ig.com.br

³Light Serviços de Eletricidade S. A., Gerência de Estudos e Gestão de Geração,
paulo.senra@light.com.br

Resumo

O presente trabalho refere-se à caracterização e aplicação de combustível alternativo obtido através do Processo de Conversão a Baixa Temperatura aplicado a resíduo industrial gerado em estação de tratamento de efluente de indústria petroquímica.

Desenvolvida a partir de estudos sobre a viabilidade da produção de biodiesel a partir de lodo de estações de tratamento de esgotos na Alemanha na década de 80, a técnica de Conversão a Baixa Temperatura (*Low Temperature Conversion* – LTC) é um processo termoquímico, cujo principal objetivo é o de ampliar o ciclo de vida de passivos ambientais. A LTC vem sendo aplicada a diversas biomassas de origem urbana, industrial e agrícola, procurando-se por meio da conversão térmica transformá-los em produtos de potencial valor comercial. Dependendo do tipo de biomassa empregada no processo, são obtidas uma fração lipofílica (óleo) e um resíduo carbonáceo sólido (carvão) em proporções variáveis, além de uma fração hidrofílica e gases de conversão. O óleo é direcionada para estudos sobre a viabilidade de sua aplicação como combustível ou outros compostos de possível aplicação comercial (como graxas, lubrificantes, resinas, etc) enquanto o carvão é direcionado a estudos de sua ativação para que possa ser empregado como carvão ativo, além da possível utilização direta como energético.

Utilizou-se, no presente trabalho, misturas de diesel e de combustível alternativo no acionamento de um grupo motor-gerador, em diferentes regimes de operação. Os

parâmetros físico-químicos: viscosidade; massa específica; poder calorífico; ponto de fulgor; ponto de fluidez; teor de cinzas; teor de enxofre e índice de cetano, foram avaliados para o diesel e para o combustível alternativo. Os resultados mostram a viabilidade de se utilizar misturas diesel-combustível alternativo no acionamento de grupo motor-gerador.

Introdução

Projetos de conversão de biomassas em diesel e carvão ativado podem ser uma das soluções alternativas de parte dos problemas ambiental, energético e econômico do Brasil e de vários países. O investimento neste tipo de tecnologia é ecologicamente sustentável, proporciona retorno econômico, devido à geração de carvão ativado e de biodiesel.

Em relação ao reaproveitamento energético de lodos, esgotos, resíduos industriais e agrícolas, a Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura – LTC (*Low Temperature Conversion*) vêm se estabelecendo como uma alternativa para este tipo de problemática.

Desta forma, é proposta uma solução alternativa para o problema da geração de energia, utilizando-se da LTC a partir de lodos e resíduos industriais, gerando-se um óleo com características que possam enquadrá-lo como um combustível para aplicação direta. Além disso, contribui-se para a redução do impacto ambiental proveniente das atividades do setor industrial, na medida que os resíduos tornam-se matéria para esse tipo processo.

Fundamentação

Conversão a Baixa Temperatura

Desenvolvida a partir de estudos sobre a viabilidade da produção de biodiesel a partir de lodo de estações de tratamento de esgotos na Alemanha na década de 80, a Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura (*Low Temperature Conversion* – LTC) é um processo termoquímico, cujo principal objetivo é o de ampliar o ciclo de vida de passivos ambientais. A LTC vem sendo aplicada a diversas biomassas de origem urbana, industrial e agrícola, procurando-se por meio da conversão térmica transformá-los em produtos de potencial valor comercial. Dependendo do tipo de biomassa e resíduo empregado no processo, são obtidos uma fração lipofílica (óleo) e um resíduo carbonáceo sólido (carvão) em proporções variáveis, além de uma fração hidrofílica e gases de conversão. O óleo é direcionado para estudos sobre a viabilidade de sua aplicação como combustível ou outros compostos de possível aplicação comercial (como graxas, lubrificantes, resinas etc) enquanto o carvão é direcionado para estudos de sua ativação para que possa ser empregado como carvão ativo, além da possível utilização direta como energético [1].

Diversas pesquisas vem sendo realizadas na Universidade Federal Fluminense, relativas à aplicação da Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura e ao aproveitamento energético de biomassas e resíduos [2-27].

Material e Métodos

Amostras Utilizadas

O resíduo petroquímico (lodo de estação de tratamento de efluente de indústria petroquímica) utilizado no processo de conversão a baixa temperatura foi proveniente da Indústria Plastimassa localizada no município de Magé no Estado do Rio de Janeiro.

Utilizou-se, também, óleo diesel adquirido em posto comercial no Município de Resende no Estado do Rio de Janeiro. Este óleo diesel serviu de base para comparação com o óleo obtido no processo de conversão a baixa temperatura (combustível alternativo).

Reator

A Conversão a Baixa Temperatura foi realizada em um reator termoelétrico tipo batelada consistindo de um forno marca Haerus com controlador de temperatura. O processo ocorre a 380°C, no interior de um leito fixo de vidro tipo boro-silicato marca Pirex de juntas esmerilhadas e dimensões 1,40m x 0,10m (tubo conversor), acoplado a um sistema para coleta de líquidos condensáveis. Este sistema é composto por um condensador de 0,30 m e um funil de decantação de 500 mL acoplados ao tubo conversor por peças de vidro. A Figura 1 mostra esquematicamente o processo.

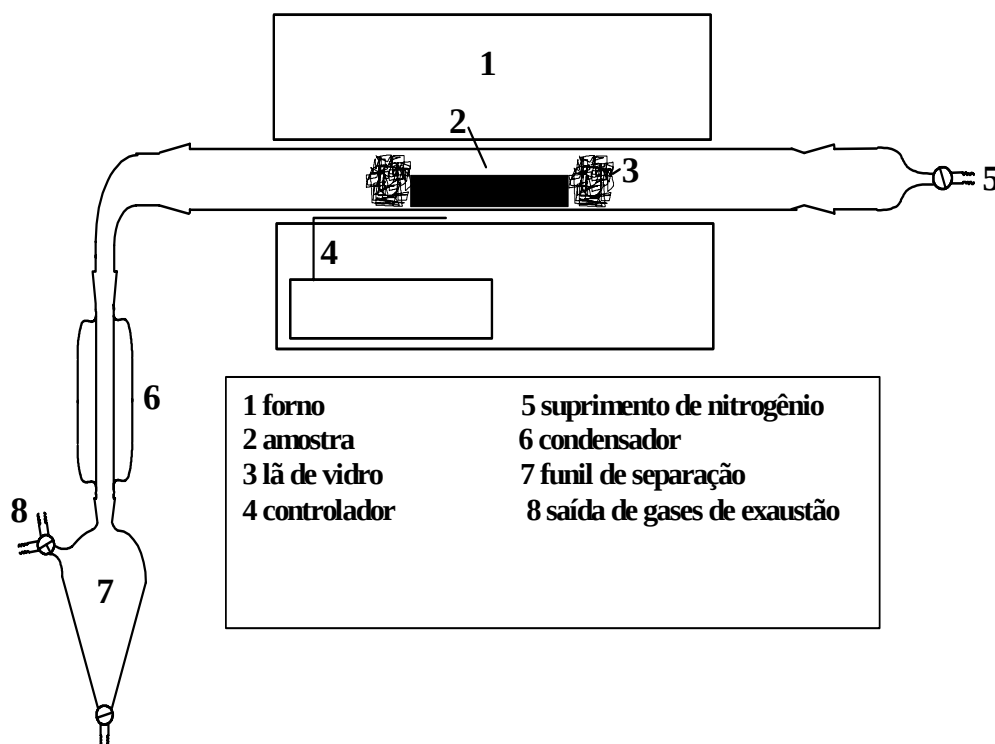


Figura 1 – Esquema de funcionamento do conversor térmico (reator)

Inicialmente, efetua-se uma purga no interior do reator com um fluxo constante de nitrogênio, durante cerca de 15 min. Regula-se o controlador para a temperatura de processo e as frações (óleo e carvão) são recolhidas após três horas de processamento, sendo, então, encaminhadas para análise. Durante toda a conversão, o fluxo de nitrogênio é mantido, procurando-se conseguir no meio reacional uma atmosfera inerte.

Utilizou-se, em cada conversão, como matéria prima para o processo 0,3 kg de resíduo petroquímico previamente seco.

Caracterização Físico–Química

Foram realizados os seguintes ensaios no combustível alternativo e no óleo diesel: ASTM 3286-6 (Poder Calorífico); ASTM D 4052 (Massa Específica); ASTM D 4294 (Teor de Enxofre); ASTM D 93 (Ponto de Fulgor); ASTM D 445 (Viscosidade); ASTM D 97 (Ponto de Fluidez); ASTM D 86 (Destilação); ASTM D 976 (Índice de Cetano) e ASTM D 482 (Teor de Cinzas).

Misturas diesel-combustível alternativo

O combustível alternativo (CA) foi misturado com o diesel, para a realização de testes no grupo motor-gerador, nas seguintes proporções em volume: 5%, 10% e 15%. Estes percentuais foram escolhidos, tendo em vista, a futura tendência no Brasil de se permitir misturar no diesel, percentuais de combustível alternativo (biodiesel, biocombustível) da ordem de 5% para comercialização.

A seguinte nomenclatura foi utilizada: CA5: 5%vol. de CA e 95%vol. de diesel; CA10: 10% vol. de CA e 90%vol. de diesel e CA15: 15% vol. de CA e 85%vol. de diesel.

Geração de energia elétrica

As misturas diesel-CA foram testadas em um grupo motor-gerador cujas características encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações do grupo motor-gerador

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Modelo	BD-2500
Velocidade	3600 rpm
Combustível	Diesel
Tipo	Quatro tempos, injeção direta
Número de cilindros	1
Sistema de arrefecimento	Ar
Cilindrada	0,211 L
Potência Máxima	2,0 kW
Potência Nominal	1,8 kW
Capacidade do tanque de combustível	2,5 L
Peso	47 kg

Foi usado um painel de carga constituído de oito lâmpadas de 200 W e 127 V cada. Cada mistura de combustível foi testada por 2,5 horas com esta carga..

As propriedades elétricas foram medidas e armazenadas utilizando-se um equipamento digital fabricado pela CCK, modelo CCK 4300. A comunicação com este medidor foi feita através de um conversor RS485, também fornecido pela CCK.

Através da comunicação foi possível monitorar instantaneamente, em uma tela de supervisão, os parâmetros elétricos: tensão; potência; energia fornecida, entre outros.

Resultados

Caracterização Físico-Química

O percentual de óleo (combustível alternativo) obtido aplicando-se a Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura ao resíduo petroquímico foi de 37%.

Os resultados dos ensaios físico-químicos realizados no combustível alternativo e no óleo diesel são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades do combustível alternativo (CA) e do óleo diesel

PROPRIEDADES	CA	DIESEL
Massa específica a 15°C (kg/L)	0,8800	0,8523
Viscosidade a 40°C (mm ² /s)	4,5	3,6
Poder calorífico superior (kJ/kg)	41000	45000
Destilação - 50% recuperados (°C)	300	270
Índice de Cetano	44,2	47,1
Ponto de fulgor (°C)	73	76
Ponto de fluidez (°C)	-11	-3
Enxofre (% massa)	0,2	0,3
Cinzas (% massa)	0,04	0,005

Conforme mostra a Tabela 1, o combustível alternativo (CA) apresentou propriedades com valores próximos às propriedades do óleo diesel.

O valor obtido para o teor de cinzas no CA, maior que o do óleo diesel, reflete a possível existência de pequenas quantidades da fração sólida pulverizada na amostra

ensaiada, decorrente da aplicação da Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura ao resíduo industrial petroquímico.

Em relação ao teor de enxofre encontrado no CA, sabe-se que geralmente resíduos petroquímicos e borras de petróleo apresentam teores de enxofre elevados como consequência dos processos de refino e produção das frações utilizáveis do petróleo. De certa forma, os valores concordam com o tipo de matéria-prima utilizado para aplicação desta tecnologia que é adequada ao reaproveitamento de resíduos.

O valor obtido para o ponto de fulgor do CA é comparável ao do óleo diesel. Esta propriedade é importante para o manuseio, armazenamento e transporte do produto.

O valor encontrado para a viscosidade do CA, um pouco acima do valor obtido para o óleo diesel, revela um dado importante, o aumento da lubricidade. Este fator pode influenciar na elevação da vida útil de alguns componentes de um motor.

Em relação à massa específica do CA, o valor encontrado é próximo ao do óleo diesel.

Outro dado importante refere-se ao valor encontrado para o ponto de fluidez do CA. Sob o ponto de vista de escoamento, o combustível alternativo apresenta uma probabilidade menor de causar entupimentos nos bicos injetores de um motor a combustão no caso de regiões com baixas temperaturas.

As propriedades do combustível alternativo, também, se mostram compatíveis com as propriedades de outros combustíveis reportados na literatura [28-34].

Geração de energia elétrica

A Tabela 3 mostra as propriedades obtidas nos testes de geração de energia elétrica utilizando como combustível misturas diesel-CA.

Tabela 3. Valores médios obtidos nos testes com o grupo motor-gerador

	DIESEL	CA5	CA10	CA15
Tensão (V)	111,2	110,3	111,2	110,1
Potência gerada (W)	1221	1209	1221	1199
Frequência (Hz)	59,4	59,2	59,2	58,9
Energia gerada (Wh)	3052	3022	3052	2998

De acordo com a Tabela 3, pode-se dizer que:

- Ocorreu uma pequena variação na frequência elétrica e, conseqüentemente, na tensão, comparando com os dados obtidos para o óleo diesel, mais notadamente com o combustível CA15;

- No caso do combustível CA15, para o ajuste da frequência elétrica seria necessário que se aumentasse a velocidade do motor. Esse procedimento poderá ser realizado, ajustando a aceleração do mesmo, o que deve aumentar o consumo de combustível;
- Durante a operação do grupo motor-gerador com os combustíveis alternativos CA5, CA10 e CA15 não houve nenhum tipo de ocorrência de pane ou funcionamento anormal do grupo motor-gerador.

Conclusões

Com base nos resultados dos ensaios realizados, pode-se concluir a viabilidade de utilização de misturas diesel-combustível alternativo no acionamento de motores.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se, ainda, que melhorias podem ser feitas no processo de produção do combustível alternativo a partir da aplicação da Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura a resíduo industrial petroquímico, principalmente no que se refere ao processo de separação das fases sólida, líquida e gasosa obtidos durante o processo.

Por fim, destaca-se o fato que a obtenção de combustível alternativo a partir de resíduo petroquímico e sua utilização na geração de energia aponta para o modelo de desenvolvimento sustentável. Utiliza-se, assim, de uma matéria-prima (resíduo industrial) de baixo valor comercial e elevada problemática de deposição em aterros, para produzir uma espécie (combustível alternativo) com alto valor comercial agregado a sua intrínseca capacidade energética.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ e à Light - Serviços de Eletricidade S. A. pelo apoio financeiro prestado.

Referências Bibliográficas

1. E. Bayer e M. Kutubuddin, "Thermocatalytic Conversion of Lipid-Rich Biomass to Oleochemical and Fuel" in: A. V. Bridgewater e J. I. Kuester, editors. Elsevier Applied Science, 518-530 (1988)
2. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, L. A. P. Fernandes Junior, P. M. A. Senra, M.C.D.E Pereira, "Characterization and Application of Oil and Coal Obtained through Low Temperature Conversion Process Applied to Biomass and Residues", *Proceedings, World Climate & Energy Event – Rio 5*, pp. 277-282, Rio de Janeiro (2005)

3. E.C Salgado, "Conversão a Baixa Temperatura de Borra de Café Solúvel", Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói (2005)
4. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, P. M. A. Senra, "Fuel Oil Production through Low Temperature Conversion of Residual Biomass", *Proceedings, IEEE Latin America Transaction, T&D Latin America*, pp. 123-125, São Paulo (2004)
5. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, P. M. A. Senra, "Obtenção de Óleo Combustível e Carvão a partir de Resíduo Industrial utilizando o Processo de Conversão a Baixa Temperatura", *Anais (CD-ROM), Congresso de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável - ICTR*, Florianópolis (2004)
6. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, L. A. P. Fernandes Junior, M.C.D.E Pereira, R.B. Melo, "Obtenção de Carvão e Óleo partir da Biomassa Residual da Planta Aquática Eicchornia Crassipes utilizando o Processo de Conversão a Baixa Temperatura", *Anais (CD-ROM), Congresso de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável - ICTR*, Florianópolis (2004)
7. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, L.R. Cinelli, P. M. A. Senra, "Obtenção de Óleo Combustível a partir da Conversão a Baixa Temperatura de Biomassa Residual", *Anais (CD-ROM), IV Congreso Latino Americano y del Caribe de Gas y Eletricidad - 4 LACGEC*, Rio de Janeiro (2004)
8. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, P. M. A. Senra, "Obtenção de Biocombustível em Unidade Piloto utilizando a Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura", *Anais, X Congresso Brasileiro de Energia - X CBE*, **1**, 368-374, Rio de Janeiro (2004)
9. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, J.L. Oliveira, J. Fernandes Filho, "Misturas de Combustíveis e sua Aplicação na Geração de Energia", *Anais (CD-ROM), IV Congreso Latino Americano y del Caribe de Gas y Eletricidad - 4 LACGEC*, Rio de Janeiro (2004)
10. L.R. Cinelli, "Estudo do Aproveitamento da Fração Líquido-Orgânica obtida a partir da Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura (LTC) aplicada à Biomassa Residual", Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói (2004)
11. G.E.G. Vieira, "Fontes Alternativas de Energia - Processo Aperfeiçoado de Conversão Térmica", Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói (2004)
12. R. G. Pereira, G. A. Romeiro, R. N. Damasceno, P. M. A. Senra, "Geração de Energia Elétrica a partir de Biomassas e Resíduos", *Anais, Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica - CITENEL*, Bahia (2003)

13. R.N. Damasceno, G.A. Romeiro, E. Bayer, M. Kutubuddin, R.G. Pereira, "Low Temperature Conversion: Accomplishments and Perspectives of a 7 years German-Brazilian Joint Project", *Deutsch-Brasilianisches Symposium*, p. 54, Tübingen, Alemanha (2003)
14. R.N. Damasceno, G.A. Romeiro, R.G. Pereira, G.E.G. Vieira, "Low temperature Conversion - an alternative to treat petrochemical sludge", *Deutsch-Brasilianisches Symposium*, p. 117, Tübingen, Alemanha (2003)
15. J.L. Oliveira, "Caracterização Físico-Química de Misturas de Combustíveis", Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói (2003)
16. R.G. Pereira, C.C da Costa, J.L. Oliveira, G.A. Romeiro, C.A.M. Filho, "Determinação de Propriedades Reológicas e Físico-Químicas de Óleo de Casca de Coco" , *Anais (CD-ROM), II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM* (2002)
17. R.G. Pereira, C.C da Costa, J.L. Oliveira, G.A. Romeiro, "Aproveitamento Energético e Determinação de Propriedades Físico-Químicas e Reológicas de Óleo de Casca de Coco", *Anais (CD-ROM), IX Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas - ENCIT* (2002)
18. R.G. Pereira, L.R. Cinelli, C.C. da Costa, G.A. Romeiro, G.E.G. Vieira, "Estudo Reológico e Físico-Químico do Óleo Pirolítico obtido através do e Processo de Conversão a Baixa Temperatura - LTC", *Anais (CD-ROM), IX Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas - ENCIT* (2002)
19. I.R. Rangel, R.G. Pereira, "Caracterização Reológica e Físico-Química de Misturas de Combustíveis e Análise de Desempenho em Motores", *Anais (CD-ROM), IX Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas - ENCIT* (2002)
20. I.R. Rangel, R.G. Pereira, "Análise da Variação dos Parâmetros de Desempenho de um Motor de Ignição por Compressão utilizando Misturas", *Anais (CD-ROM), IV Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER* (2002)
21. R.G. Pereira, C.C da Costa, J.L. Oliveira, G.A. Romeiro, "Aproveitamento Energético e Caracterização de Óleo de Casca de Coco obtido por Processo de Conversão a Baixa Temperatura", *Anais (CD-ROM), IV Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER* (2002)
22. R.G. Pereira, L.R. Cinelli, C.C. da Costa, G.A. Romeiro, G.E.G. Vieira, " Tecnologia de Conversão a Baixa Temperatura aplicada a Resíduo Industrial e Caracterização do Óleo obtido", *Anais (CD-ROM), IV Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER* (2002)
23. E.C. Salgado, G.A. Romeiro, R.N. Damasceno, R.G. Pereira, " Estudos da Viabilidade de Resíduos Sólidos (Borra de Café Solúvel) pelo Processo de LTC", *Livro de Resumos do Congresso Brasileiro de Química*, p. 151, Rio de Janeiro, (2002)

24. G.E.G. Vieira, G.A. Romeiro, R.G. Pereira, A. Pickler, R. Pinheiro, R.V.S. Gomes, "Conversão a Baixa Temperatura (LTC) de Lodo Residual - Estudo de Classificação do Óleo obtido no Processo", *Livro de Resumos do Congresso Brasileiro de Química*, p.181, Rio de Janeiro (2002)
25. I.R. Rangel, "Caracterização Reológica e Físico-Química de Misturas de Combustíveis e Análise de desempenho em Motores", Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói (2002)
26. G A. Romeiro, G E G. Vieira, F E C. Teixeira, R N. Damasceno, M S. Santos, C N. Kunigami, H. Lutz, E. Bayer, M. Kutubuddin,. "Low Temperature Conversion of Beverage Industry Residues - GC/MS Evaluation, *Adv. Food Sci.* **22**, No. 5/6, 170 – 177 (2000)
27. H. Lutz, G A. Romeiro, R N. Damasceno, M. Kutubuddin, E. Bayer, "Low Temperature Conversion of some Brazilian municipal and industrial sludges", *Bioresource Technology* **74**, 103-107 (2000)
28. X. Li, X. Qiao, L. Zhang, J. Fang, Z. Huang, H. Xia, "Combustion and Emission Characteristics of a Two-Stroke Diesel Engine Operating on Alcohol", *Renewable Energy*, in press, available online at www.sciencedirect.com (2005)
29. O M I. Nwafor, "Emission Characteristics of Diesel Engine Running on Vegetable Oil with Elevated Fuel Inlet Temperature", *Biomass and Bioenergy* **27**, 507-511 (2004)
30. C. Carraretto, A. Macor, A. Mirandola, A. Stoppato A, S. Tonon, "Biodiesel as Alternative Fuel: Experimental Analysis and Energetic Evaluations", *Energy* **29**, 2195-2211 (2004)
31. B K. Barnwal, M P. Sharma, "Prospects of Biodiesel Production from Vegetable Oils in India", *Renewable & Sustainable Energy Reviews* **9**, 363-378 (2005)
32. A. Demirbas, "A Direct Route to the Calculation of Heating Values of Liquid Fuels by Using their Density and Viscosity Measurements", *Energy Conversion & Management* **41**, 1609-1614 (2000)
33. S. Kalligeros, F. Zannikos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Ch. Teas, F. Sakellaropoulos, "An Investigation of Using Biodiesel/Marine Diesel Blends on the Performance of a Stationary Diesel Engine", *Biomass and Bioenergy* **24**, 141-149 (2003)
34. B.Q. He, S.J. Shuai, J.X. Wang, H. He, "The Effect of Ethanol Blended Diesel Fuels on Emissions from a Diesel Engine", *Atmospheric Environment* **37**, 4965 – 4971 (2003)

Currículo Resumido dos Autores

Roberto Guimarães Pereira:

Formação: Engenheiro Mecânico, Mestre em Ciências em Engenharia Mecânica, Doutor em Ciências em Engenharia Mecânica.

Atuação Profissional: Professor Adjunto 4 no Departamento de Engenharia Mecânica e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal Fluminense

Linhas de Pesquisa: Energia e Reologia

Gilberto Alves Romeiro

Formação: Mestre em Química e Doutor em Química

Atuação Profissional: Professor Adjunto 4 no Instituto de Química e no Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica, na Universidade Federal Fluminense

Linhas de Pesquisa: Síntese Orgânica e Química Ambiental

Daniel Lisboa Taveira Fernandes

Formação: Engenheiro Mecânico

Atuação Profissional: Universidade Federal Fluminense

Paulo Maurício de Albuquerque Senra

Formação: Engenheiro, Mestre em Ciências.

Atuação Profissional: Gerência de Estudos e Gestão de Geração, na Light Serviços de Eletricidade S. A.