

12

Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Panorama do Potencial de Biomassa no Brasil. Projeto BRA/00/029 – Capacitação do Setor Elétrico Brasileiro em Relação à Mudança Global do Clima, 2002.

Agência Nacional do Petróleo. Portaria Nº 310, de 27 de dezembro de 2001.

Almeida, S. C. A. A., Belchior, C. R., Nascimento, M. V. G., Vieira, L. dos S. R., Fleury, G., Performance of a diesel generator fuelled with palm oil, Fuel 2002, Vol 81; pp 2097-2102.

Altin, R., Çetinkaya S., Yücesu, H. S. The potential of using vegetable oil fuels for diesel engines – Energy Conversion and Management 2001, Vol 42; pp 529 – 538

Amba Prasad Rao, G., Rama Mohan, P. Effect of supercharging on the performance of a DI diesel engine with cotton seed oil – Energy Conversion and Management 2003, Vol 44; pp 937 – 944

ANEEL, BIG - Banco de Informações de Geração, disponível em www.aneel.gov.br, acessado em 11 de agosto de 2006

Bari, S., Lim, T. H., Yu, C. W. Effects of preheating of crude oil (CPO) on injection system, performance and emission of a diesel engine – Renewable Energy 2002, Vol 27; pp 339 – 351

Belchior, C. R. P., Pimentel, V. S. B., The use of palm oil in diesel engine, 18th International Congress of Mechanical Engineering 2005, Ouro Preto – MG – Brasil.

Bhattacharyya, S., Reddy C. S., Vegetable Oils as Fuels for Internal Combustion Engines: A Review, J. agri. Engng Res. 1994, Vol 57; pp 157-166.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Seminário Álcool – Potencial Gerador de Diversas e Empregos, 2003, Rio de Janeiro – Brasil.

Bozbas, K. Bio Diesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2005.

Braga, S. L. do Val L. G. Siqueira C. E. R. Ferreira S. B. Estudo de Mercado no Brasil para Centrais termelétricas com turbina a gás com capacidade de até 6 MW. 2006.

Canakci, M., Erdil, A., Arcaklioglu, E., Performance and exhaust emissions of a biodiesel engine – Applied Energy 2006, Vol 83; pp 594 – 605

Cavaliero, C. K. N., da Silva, E. P. Estudo de viabilidade da introdução do uso de óleos vegetais na geração de energia elétrica nos sistemas isolados. Encontro de Energia no Meio Rural, Ano 3; Setembro 2000.

CENBIO. Implantação e Testes de uma unidade de demonstração de utilização energética de óleos vegetais – Provegam, São Paulo – São Paulo – Brasil.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Estado da Arte e Tendências das Tecnologias para Energia – CTEnreg, janeiro de 2003

Cepel. Estudo Comparativo de Microsistemas de Geração Baseados em combustíveis. – Relatório Técnico DDP/PER – 1165/01, Dezembro 2001

Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. Biodiesel e Inclusão Social – Centro de Documentação e Informação – Coordenação de Publicações, 2004 – Brasília – Brasil.

da Silva, O. C. Experiência da Utilização energética de óleo vegetal *in natura* em comunidades isoladas da Amazônia. 1º Fórum Brasil – Alemanha de Biocombustíveis. CENBIO, 2004

de Almeida, S. C. A., Belchior, C. R., Nascimento, M. V. G., Vieira, L.dos S. R., Fleury, G. Performance of a diesel generator fuelled with palm oil – Fuel 2002, Vol 81; pp 2097 – 2102

Domschke, A. G., Negri, J. C. e Barillari, S. N. Geração Termoelétrica A Partir de Motores de Combustão Interna. Seminário Nacional de Produção e transmissão de energia elétrica, 21 a 26 de Outubro de 2001 – Campinas – São Paulo – Brasil.

Forson, F. K., Oduro, E. K., Hammond-Donkoh, E., Performance of jatropha oil blends in a diesel engine – Renewable Energy 2004, Vol 29; pp 1135 – 1145

Fulton, L. Biofuels for transport: a viable alternative? – International Energy Agency 2005

Garcia, J. L. A., Gomes, C. S., Costa, D. Avaliação de motores utilizando óleo vegetal como combustível para geração de eletricidade e acionamento de sistema de irrigação - Seminário Nacional de Produção e transmissão de energia elétrica, 1997 – Belém – Pará – Brasil.

Grupo de Trabalho Interministerial. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a Viabilidade de Utilização de óleo vegetal – Biodiesel como fonte alternativa de Energia. Dezembro 2003, Brasília – Brasil.

Grupo de Trabalho Interministerial. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a Viabilidade de Utilização de óleo vegetal – Biodiesel como fonte alternativa de Energia, Anexo III. Dezembro 2003, Brasília – Brasil.

Heywood, J. B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill International Editions, 1988

http://www2.petrobras.com.br/portal/frame.asp?pagina=/produtos_servicos/port/Composicao.asp&lang=pt&area=apetrobras acessado em 06 de dezembro de 2006

Huzayyin, A. S., Bawady, A. H., Rady, M. A., Dawood, A. Experimental evaluation of diesel engine performance and emission using blends of jojoba oil and diesel fuel – Energy Conversion and Management 2004, Vol 45; pp 2093 – 2112

International Standard, Internal combustion engines – Determination and method for the measurement of engine power – General requirements. ISO 15550, first edition 2002-05-01

Jones, S., Peterson, C. L. Using Unmodified Vegetable Oils as a diesel Fuel Extender – A Literature Review,

Kalam, M.A., Masjuki, H.H., Emissions and deposit characteristics of a small diesel engine when operated on preheated crud palm oil – Biomass and Bioenergy 2004, vol 27, pp 289-297.

Karaosmanoglu, F., Kurt, G., Özaktas, T. Long term CI engine test of sunflower oil – Renewable Energy 2000, Vol 19; pp 219 – 221.

Meirelles, F. de S. Biodiesel, Setembro de 20003 – Brasília – Brasil.

Miranda, R.de M., Moura, R. D. Óleo de Dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia. Encontro de Energia no Meio Rural, Ano 3; Setembro 2000.

Nahas, D. R., Neto, D. M. Estudo da Obtenção de Biodiesel com o Dimensionamento de Uma Planta e sua Respectiva Análise Econômica,

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - Caderno NAE Processo estratégicos de Longo Prazo – Número 2, 2005 – Biocombustíveis

Nwafor, O. M. I. Emission characteristics of diesel engine running on vegetable oil with elevated fuel inlet temperatura – Biomass and Bioenergy 2004, Vol 27; pp 507-511

Nwafor, O. M. I., Rice, G., Ogbonna, A. I., Effect of advanced injection timing on the performance of rapeseed oil in diesel engines, Renewable Energy 2000, Vol 21; pp 433-444.

Nwafor, O. M. I., Rice, G., Performance of Rapeseed Oil Blends in a diesel Engine, Applied Energy 1996, Vol 54, No 4; pp 345-354.

O Diesel e o Motor Caterpillar, Artigo Técnico Disponível em www.sotreq.com.br Acesso em 6 de setembro de 2005.

Oliveira, L. B., da Costa, A. O. Biodiesel Uma experiência de desenvolvimento Sustentável.

Parente, E. J. de S. Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado, 2003 – Fortaleza - Ceará – Brasil.

Pereira, J. C. Motores e Geradores: Princípio de Funcionamento, instalação, operação e manutenção de Grupos Diesel Geradores. Disponível em www.joseclaudio.eng.br Acesso em 6 de setembro de 2005

Pesquisa exclusiva aprova qualidade do Diesel no Brasil, Artigo Técnico Disponível em www.sotreq.com.br Acesso em 6 de setembro de 2005.

Pimentel, V. S. de B. Análise e Diagnose de Diesel – Geradores operando com óleo de dendê “in natura”. Tese, UFRJ, 2002, Rio de Janeiro – Brasil.

Pramanik, K. Properties and use of jatropha curcas oil and Diesel fuel blends in compression ignition engine – Renewable Energy 2003, Vol 28; pp 239 – 248

Prateepchaikul, G., Apichato, T. Palm Oil as a Fuel for Agricultural Diesel Engines: Comparative Testing against Diesel Oil – Songklanakarin Journal of Science and Technology 2003, Vol 25; No 3

Programa Brasileiro de Biocombustíveis, Rede Brasileira de Biocombustíveis. Probiodiesel.

Promar International. Evaluation and Analysis of Vegetable Oil Markets: The Implications of increased demand for industrial uses on markets and USB strategy. 2005, Alexandria – VA – USA

Pruzaesky. F. C. Analise de um Sistema de Produção Simultânea de Eletricidade, Frio e Calor. Tese, PUC-Rio, 2005, Rio de Janeiro – Brasil

Pugazhvadivu, M., Jeyachandran, K., Investigations on the performance and exhaust emissions of a Diesel engine using preheated waste frying oil as fuel – Renewable Energy 2005, Vol 30; pp 2189 – 2202

Rahde, S. B., Motores de Combustão Interna. Apostila da PUC-RS Departamento de Engenharia Mecânica.

Rakopoulos, C. D., Antonopoulos, K. A., Rakopoulos, D. C., Hountalas, D. T., Giakoumis, E. G. Comparative performance and emissions study of a direct injection Diesel engine using blends of Diesel fuel with vegetables oils or bio-Diesels of various origins – Energy Conversion and Management, 2006

Ramadhas, A.S., Jayaraj, S., Muraleedharan, C., Use of vegetables oils as I.C. engine fuels – A review” - Renewable Energy 2004, Vol 29; pp 727-742.

Rao, G. A. P., Mohan, P. R., Effect of supercharging on the performance of a DI Diesel engine with cotton seed oil, Energy Conversion and Management 2003, Vol 44; pp 937-944.

Reddy, J. N., Ramesh, A. Parametric studies for improving the performance of a Jatropha oil-fuelled compression ignition engine – Renewable Energy , 2005

Senthil Kumar, M., Ramesh, A., Nagalingam, B. Use of hydrogen to enhance the performance of a vegetable oil fuelled compression ignition engine – International Journal of Hydrogen Energy 2003, Vol 28; pp 1143 – 1154

Soares, G. F. W., Vieira, L. S. R., Nascimento, M. V. G. Operação de um grupo gerador Diesel utilizando óleo vegetal bruto como combustível. Encontro de Energia no Meio Rural, Ano 3, Setembro 2000.

Soares, G. F. W., Vieira, L. S., do Nascimento, M. V. G. Avaliação prática do emprego de óleos vegetais *in natura* em substituição ao Diesel em grupos geradores - Seminário Nacional de Produção e transmissão de energia elétrica, 21 a 26 de Outubro de 2001 – Campinas – São Paulo – Brasil.

Souza, R. C. R., dos Santos, E. C. S. Estudo de viabilidade da substituição do óleo Diesel por óleo vegetal nos sistemas elétricos isolados da Amazônia, a luz dos créditos de carbono – Seminário Nacional de Produção e transmissão de energia elétrica, 19 a 24 outubro de 2003 Uberlândia – Minas Gerais – Brasil.

Suframa. Potencialidades Regionais Estudos de Viabilidade Econômica Dendê Sumário Executivo, 2003.

Taymaz, I. An experimental study of energy balance in low heat rejection Diesel engine. Energy 2006, Vol. 31; pp 364-371

Torres, E. A. Avaliação de um motor do ciclo Diesel operando com óleo de dendê para suprimento energético em comunidades rurais. Encontro de Energia no Meio Rural, Ano 3 Setembro 2000.

Wang, Y. D., Al-Shemmeri, T., Eames, P., McMullan, J., Hewitt, N., Huang, Y., Rezvani, S. An experimental investigation of the performance and gaseous exhaust emission of a Diesel engine using blends of a vegetable oil. Applied Thermal Engineering 2006, Vol. 26; pp 1684-1691

Anexo 1

Análise da propagação das incertezas das medidas

Todos os dados experimentais devem ser analisados para se descobrir possíveis erros de medição.

O erro pode ser caracterizado como a diferença entre o valor medido e o verdadeiro valor. O problema é descobrir qual é o verdadeiro valor, normalmente desconhecido. Com isso o conceito de erro não pode ser aplicado. Neste caso o melhor conceito a ser utilizado é o conceito da incerteza. A incerteza experimental é a determinação de uma faixa de valores, onde o possível valor verdadeiro possa ser encontrado.

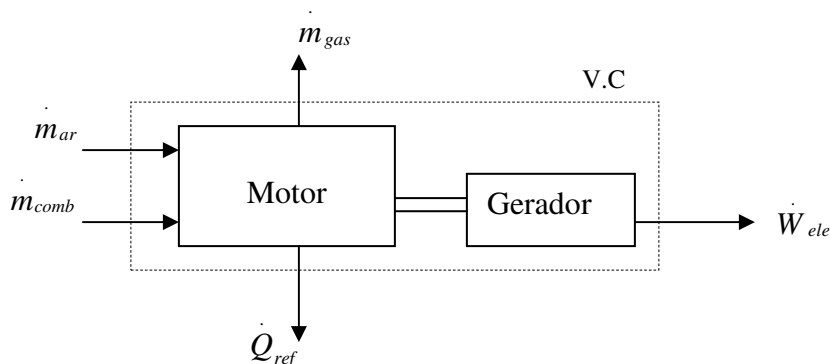


Figura 23 Balanço energético do motor

Propagação das incertezas

Supondo que o valor obtido na medição seja representado por uma função com n variáveis independentes como mostrada na equação (24)

$$F = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (24)$$

A incerteza quadrada do valor será representada pela soma do produto das derivadas parciais de F por cada variável com a incerteza de cada variável ao quadrado, em outras palavras o valor da incerteza será:

$$\delta F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \cdot \delta x_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \cdot \delta x_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_3} \cdot \delta x_3 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_n} \cdot \delta x_n \right)^2 \quad (25)$$

A expressão utilizada para o cálculo da potência elétrica do gerador é dada pela equação (26):

$$P_{ele} = V_{ele} \times I_{ele} \quad (26)$$

Baseada na equação da potência pode-se calcular a incerteza da medição através da equação (27):

$$\delta P_{ele}^2 = \left(\frac{\partial P}{\partial V} \cdot \delta V \right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial I} \cdot \delta I \right)^2 \quad (27)$$

Desenvolvendo a equação (27) chega-se na equação (28) onde se pode calcular o valor da incerteza da potência.

$$\delta P_{ele} = \sqrt{(I_{ele} \cdot \delta V_{ele})^2 + (V_{ele} \cdot \delta I_{ele})^2} \quad (28)$$

O valor da incerteza da medição para o tensão é de 0,2% da tensão medida e o valor da incerteza da medição da corrente é de 0,2% da corrente medida.

O valor da incerteza da potência medida é de 5,86W, o que representa 0,28% de potência medida.

Com isso a potência medida foi igual a:

$$P_{ele} = 2.071 \pm 5,86 \text{ W} \quad (29)$$

A incerteza da eficiência térmica é calculada a partir da sua função. A equação que representa a eficiência é (30)

$$\eta_{ter} = \frac{P_{ele}}{cec \times PCI}$$

(30)

Onde : P_{ele} é a potência elétrica medida

cec é o consumo específico medido

PCI é o poder calorífico inferior do combustível

De acordo com a função da eficiência, a fórmula da incerteza é dada pela equação

(31)

$$\delta\eta_{ter} = \sqrt{\left(\frac{\delta\eta}{\delta P} \cdot \delta P\right)^2 + \left(\frac{\delta\eta}{\delta cec} \cdot \delta cec\right)^2} \quad (31)$$

Como a incerteza da eficiência depende da incerteza do cálculo do consumo específico de combustível, primeiramente será calculada essa incerteza. O consumo específico de combustível é dado pela equação (32):

$$cec = \frac{\rho \times V}{t} \quad (32)$$

Onde ρ é a densidade do combustível

V é o volume de combustível medido

t é o tempo de medição

A incerteza do consumo específico de combustível é dada pela equação (33):

$$\delta cec = \sqrt{\left(\frac{\delta cec}{\delta V} \cdot \delta V\right)^2 + \left(\frac{\delta cec}{\delta t} \cdot \delta t\right)^2} \quad (33)$$

O cálculo das incertezas foi realizado em uma planilha e os dados são mostrados abaixo na Tabela 8.

Tabela 8 Incerteza de consumo específico e eficiência térmica

Carga (%)	Incerteza do cec (g/s)		Incerteza da eficiência (%)	
	dendê	diesel	dendê	diesel
100	1,00E-04	3,46E-06	4,48E-02	1,85E-02
75	1,15E-05	3,32E-06	2,02E-02	2,00E-02
50	1,12E-05	3,03E-06	1,83E-02	2,34E-02
25	1,39E-05	2,73E-06	2,60E-02	2,44E-02

Anexos 2

Certificado

CERTIFICADO DE TESTE

OBJETO: ACVP500W - AMPLIFICADOR DE CONSTATO PORTATIL

MODELO: 5510R - P14 / W16 / B N° DE SÉRIE: 774

CLIENTE: FLK N° DE ORDEM: 16728

ENTRADA NOMINAL: 110 ou 220V / 20A FREQUÊNCIA: 50/60Hz

CAMPO DE MEDIÇÃO: TENSÃO 90 a 250 V CORRENTE 0 a 20 A

POTÊNCIA 0 a 2500 VA (110V) 0 a 5000 VA (220V)

TESTE DE EXATIDÃO

ENTRADA Exatidão $\pm (2\% \text{ leitura} + 2\% \text{ de } 220\text{V})$				ENTRADA Exatidão $\pm (2\% \text{ leitura} + 2\% \text{ de } 20\text{A})$			
(V)	VALOR ESPERADO (V)	VALOR MEDIDO (V)	ERRO (%)	(A)	VALOR ESPERADO (A)	VALOR MEDIDO (A)	ERRO (%)
90	90,0	89,9	-0,05	0,00	0,00	0,020	0,10
110	110,0	110,0	0,00	5,00	5,00	4,983	-0,09
132	132,0	131,8	-0,09	10,00	10,00	9,996	-0,02
176	176,0	176,1	0,05	15,00	15,00	14,98	-0,10
220	220,0	220,1	0,05	20,00	20,00	20,00	0,00
250	250,0	249,9	-0,05				

ENTRADA Exatidão $\pm (2\% \text{ leitura} + 2\% \text{ de } 4,4\text{kW})$				ENTRADA Exatidão $\pm (2\% \text{ leitura} + 2\% \text{ de } 4,4\text{kW})$			
V=110V (kW)	VALOR ESPERADO (kW)	VALOR MEDIDO (kW)	ERRO (%)	V=220V (kW)	VALOR ESPERADO (kW)	VALOR MEDIDO (kW)	ERRO (%)
0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00
1,100	1,100	1,096	-0,09	2,200	2,200	2,196	-0,09
2,200	2,200	2,196	-0,09	4,400	4,400	4,398	-0,05
Φ	V=110 V I=20 A			Φ	V=220 V I=20 A		
40°	1,100	1,096	-0,09	40°	2,200	2,196	-0,09

MODULO UTILIZADO: MODELO: 2885 20 N° DE SÉRIE: 26GU0058P

MODELO: HP34401A N° DE SÉRIE: U536029139

MODELO: _____ N° DE SÉRIE: _____

MODELO: _____ N° DE SÉRIE: _____

OBSERVAÇÕES: 60 Hz

Timer 0 - 99:59h

DATA: 22/05/2002 TEMP E UMID DO AMBIENTE: 23 °C / 65 % UR

INSPECTOR: SILVIA APROVADO POR: [Assinatura]

YOKOGAWA 

Praça Aragoas nº11 Jardim Paulista
CEP 04675-190 São Paulo - SP - Brasil
Tel.: 55-011-3111-2488
Fax: 55-011-3111-2471

Figura 24 Teste de exatidão da potência e corrente elétrica