

9

Metodologia para análise da viabilidade econômica da utilização do óleo de dendê como combustível para geração de energia elétrica

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para análise da viabilidade econômica da utilização do óleo de dendê *in natura* na geração de energia elétrica, em comparação ao óleo diesel utilizado hoje.

No intuito de se fazer uma comparação entre os dois combustíveis a serem utilizados no experimento, fez-se uma opção por um cenário bem determinado. Neste cenário o período de operação diária é de 8 (oito) horas, com o motor rodando todos os dias do ano.

O grupo gerador utilizado neste experimento é de 2,4 kW. Esta potência é capaz de produzir energia suficiente para a utilização de 16 (dezesesseis) lâmpadas de 150 watts. Estas lâmpadas seriam capazes de iluminar 16 casas pequenas ou serem utilizadas de outras maneiras, como, por exemplo, iluminar uma escola. Outra maneira de utilizar esta potência gerada é colocar em funcionamento uma máquina elétrica ou térmica.

Para a realização do cálculo dos custos de geração de energia elétrica utilizando diesel e dendê como combustível, foi utilizada a média das potências máximas medidas com ambos os combustíveis, isto é, com uma carga de 100%.

O custo final de geração é composto por três parcelas distintas, que estão mostradas na equação (19):

$$C_g = C_{comb} + C_c + C_{O\&M} \quad (19)$$

Onde: C_g = Custo da geração; [R\$/ano]

C_{comb} = Custo de combustível; [R\$/ano]

C_c = Custo do capital; [R\$/ano]

$C_{O\&M}$ = Custo de operação e manutenção. [R\$/ano]

Para o cálculo da viabilidade econômica, foi adotado um fator de capacidade de 100%, o que equivale a 8 horas diárias de operação, ou 2.920 horas/ano. Acredita-se que este tempo seja suficiente para prover a iluminação durante a noite e ainda permitir o uso de equipamentos que utilizem energia elétrica, tais como bombas de água, rádios, televisão, talvez a produção de gelo para conservação de alimentos, etc.

Além disso, serão também utilizados os dados de potência e consumo específico coletados durante o experimento realizado com o grupo gerador utilizando 100% de óleo de dendê *in natura* como combustível.

9.1

Gasto anual com combustível

O gasto anual com combustível é o produto entre a energia gerada, o preço do combustível e o consumo específico de combustível, equação (20). Como isso, os custos finais com combustíveis no ano, com a utilização de óleo diesel e óleo de dendê *in natura* são:

$$C_{comb} = \sum_j EG_j \times Pc_j \times CEC_j \quad (20)$$

Onde: C_{comb} – Custo do combustível [R\$/ano]

EG – Energia gerada no ano [kWh/ano]

P_c – Preço do combustível [R\$/l]

CEC – Consumo específico de combustível [l/kWh]

O índice j é o indicador dos combustíveis utilizados no experimento, a saber: diesel e dendê.

9.2

Custo de geração

Para se calcular a energia gerada basta multiplicar a potência média medida pelo tempo de operação do grupo gerador, neste caso 2.920 horas no ano.

No caso da geração utilizar o óleo diesel como combustível, é necessária a multiplicação da potência que o grupo gera pelo tempo de operação, 2.920 horas no ano.

Para se utilizar o óleo de dendê como combustível num motor diesel, que compõem o grupo gerador em questão, é necessário dar a partida com o óleo diesel e deixá-lo funcionando com este combustível durante trinta minutos após esse tempo o dendê será o combustível da operação. É necessário, para fins de limpeza do motor, nos trinta minutos finais de operação, utilizar novamente o diesel como combustível. Com essa medida preventiva, o tempo de operação diária com utilização do dendê

será de sete horas com dendê e uma hora com diesel. Logo a energia final gerada com o óleo de dendê será a soma da energia com dendê mais a energia com diesel

$$EG = \sum_j \bar{P}_c \times t$$

(21)

Onde: EG - Energia gerada [kWh]

\bar{P}_c - Potência média medida [kW]

t - Tempo de operação [horas]

O índice j é o indicador dos combustíveis utilizados no experimento, a saber: diesel e dendê.

9.3

Consumo específico de combustível

O cálculo do consumo específico de combustível foi realizado medindo-se a variação do volume do combustível utilizado em uma bureta calibrada e medindo a energia gerada ao longo do tempo de leitura da variação do volume contido da bureta. Mede-se um volume inicial na bureta e, decorrido um certo tempo, mede-se o volume final da bureta, e a energia gerada neste período através do FUKOGAWA. Assim pode-se calcular o consumo específico de cada combustível na unidade litros por kWh medido. O consumo específico de combustível para a carga de 100%.

- Diesel: 0,5477 l/kWh

- Dendê: 0,6970 l/kWh

Como o óleo de dendê possui um menor poder calorífico em comparação ao do óleo diesel, seu consumo específico, isto é, a quantidade de litros para gerar a mesma quantidade de energia é maior que o consumo específico do óleo diesel.

9.4

Preço do combustível

O preço do óleo diesel foi retirado do site da Petrobras (<http://www2.petrobras.com.br> acessado em 6 de dezembro de 2006) e o valor é de R\$1,789 por litro. O preço do óleo de dendê foi baseado no preço pago pelos 400 litros de dendê comprados para o projeto.

Com isso temos os preços dos combustíveis:

- Diesel: 1,789 R\$/l
- Dendê: 0,875 R\$/l

9.5

Custo de combustível

Como visto anteriormente, para rodar com o óleo de dendê é necessário antes partir o motor com diesel utilizando este combustível durante meia hora. Assim foi calculada a geração e, por conseguinte, também será calculado o custo

9.6

Custo do capital para a geração.

Os custos de capital para a geração de diesel e dendê são semelhantes. O dendê tem um investimento um pouco maior devido ao tanque extra para o diesel e o sistema de pré-aquecimento do combustível o qual pode ser constituído de resistências de imersão.

Neste estudo foram utilizadas duas resistências de imersão de 2 kW cada de 110 volts a um custo de R\$ 20,00 cada. O tanque extra necessário para o armazenamento do diesel teve um custo de R\$ 800,00. Com estes parâmetros, o custo de investimento inicial para a geração com dendê é igual ao custo inicial de geração com o diesel acrescido de R\$ 840,00. Como o grupo gerador teve um custo de R\$ 5.899,00 e o tanque de diesel teve um valor de R\$ 800,00, o valor inicial do investimento será de R\$ 6.699,00 para o diesel.

Assim, o custo de investimento será:

- Diesel: R\$6.699,00
- Dendê: R\$ 7.539,00

Para o cálculo do custo de capital (C_c) será utilizada a metodologia apresentada por Braga, 2006, como:

$$C_c = \frac{\text{Investimento} \times FRC}{t \times FC} \quad (22)$$

Na equação (22) t representa tempo de operação do grupo gerador no ano. No caso deste estudo esse tempo é horas de funcionamento no ano. O fator de capacidade (FC), também citado na equação (22), será considerado como unitário neste caso.

O fator de recuperação de capital (FRC) da equação (22) é definido como:

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (23)$$

Onde i é a taxa de desconto e n é o tempo de operação do grupo gerador ou vida útil do equipamento, em anos.

9.7

Custo de operação e manutenção para geração de energia utilizando dendê e diesel como combustível

Este provavelmente é o custo mais difícil de se definir nesta análise econômica. A dificuldade é saber qual o valor do custo de operação e manutenção, para o dendê. Em um estudo apresentado por Soares, 2000, o custo de manutenção típico para o grupo gerador operando com diesel é de US\$0,34/hora e utilizando o dendê o custo aumenta para US\$2,36/hora. Isso significa que o custo de O&M para o dendê é 6,94 vezes maior que o do diesel. Em um outro estudo, Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - Cepel, 2001, o valor de O&M estimado para o dendê é 50 % maior que para o diesel. Um terceiro estudo, Pimentel, 2002 mostra que com a utilização do dendê a manutenção é feita após o motor operar metade do tempo em relação ao diesel, deste modo o custo de operação é o dobro do dendê em relação ao diesel. Assim, de acordo com a literatura atual, o custo de O&M do dendê será adotado como o dobro do custo do diesel.

Os custos de O&M são calculados, normalmente, em dólares por hora de operação ou dólares por quilowatt-hora gerado. Neste estudo usaremos o valor do custo de O&M

em reais por ano. Como a potência do grupo gerador com diesel é bem próxima da potência com o dendê, estima-se que o custo final de O&M para o dendê seja o dobro do custo de O&M do diesel. O custo de manutenção foi fornecido pela Tramontini, fornecedor do grupo gerado adquirido para o projeto. Como o custo foi dado em reais e de acordo com o fornecedor, é necessária a manutenção a cada 500 horas de funcionamento. Em posse desses dados calculou-se quanto de energia é gerada em 500 horas e posteriormente calculou-se o custo de O&M em reais por quilowatt-hora gerado

Custo de O&M calculado com os dados fornecidos pela empresa Tramontini para o grupo gerador utilizando diesel:

- Diesel: R\$ 0,145 /kWh
- Dendê: R\$ 0,290 /kWh (valor calculado a partir da suposição que o custo de O&M com dendê será o dobro do custo do O&M com diesel)

9.8

Custo final

Após detalhar todas as parcelas que compõem o custo final para geração da energia elétrica utilizando o óleo de dendê *in natura* em comparação ao diesel, foi feita uma simulação para analisar a possível economia utilizando o óleo vegetal. Os custos finais foram simulados em uma planilha e os resultados comparativos podem ser observados na Figura 11. Nota-se que os custos de O&M e Capital não oscilam em função da carga. Com isso a conclusão é que o custo de combustível é o fator predominante no custo final da geração, como era esperado.

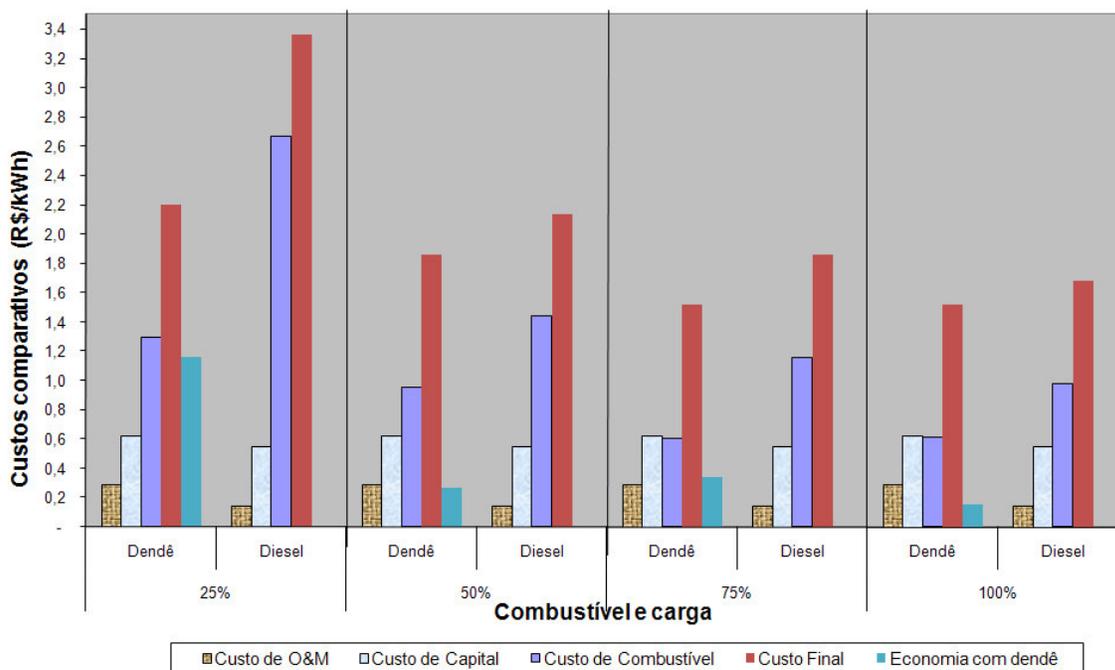


Figura 11 Análise comparativa dos custos de geração

Como o custo de combustível é o único fator que oscila no custo final da geração, foi elaborada uma simulação da variação percentual do preço do combustível em função do preço final da geração. Esta simulação pode ser observada na Figura 12

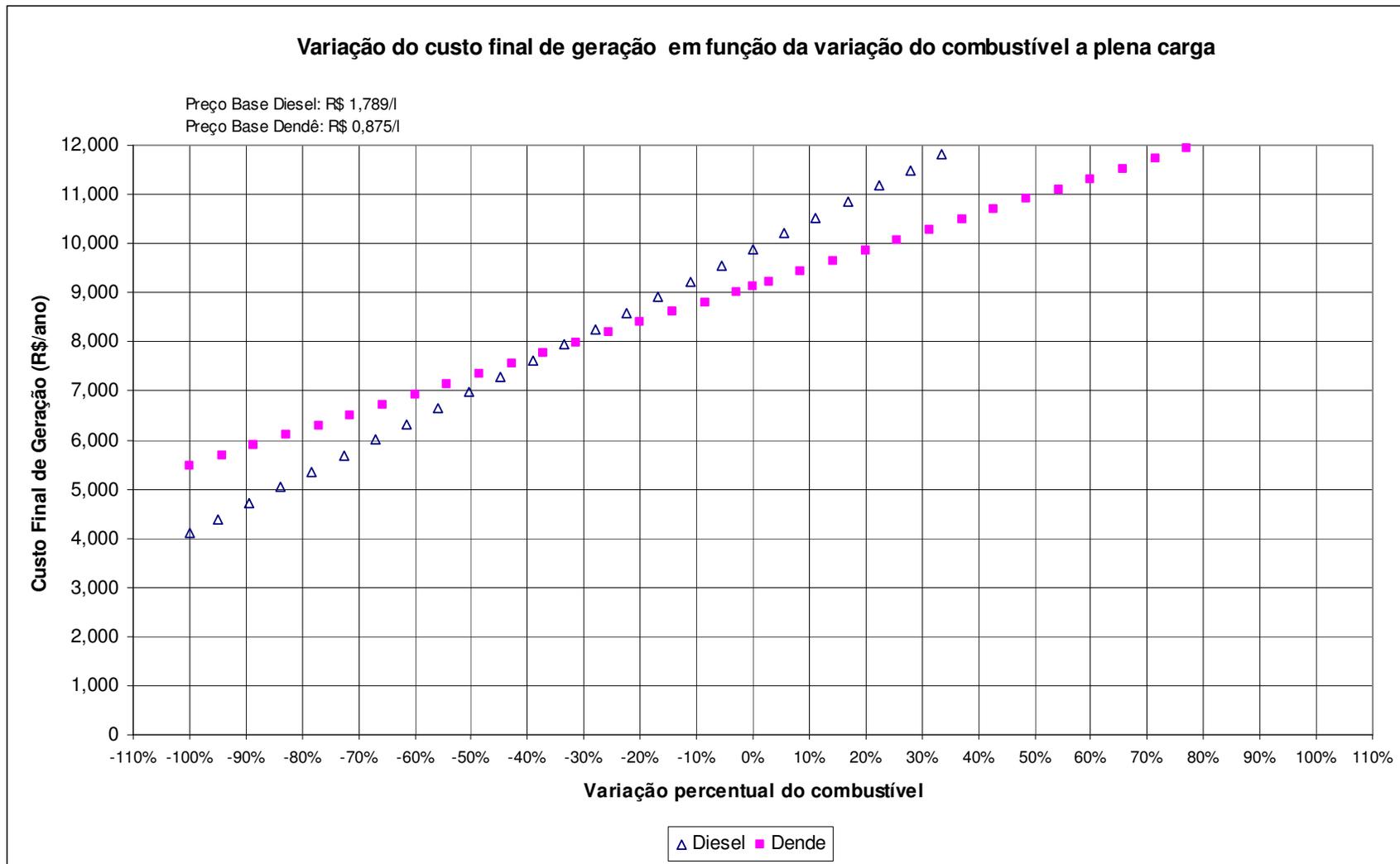


Figura 12 Variação percentual de combustível

9.9

Análise econômica

No sentido de se fazer uma análise econômica simples, alguns fatores foram pré-determinados, tais como a vida útil do grupo gerador e a taxa mínima de atratividade (TMA).

Com uma vida útil de 20 anos para o grupo gerador e a TMA de 12% a.a. foram realizados os cálculos de obtenção da TIR.