

4

Resultados

4.1.

Casos estudados

Os casos estudados para o grupo moto-gerador em questão foram realizados levando em consideração os 4 OC's descritos e 5 tipos de Biodiesel: de mamona e dendê produzidos por rota etílica e de soja, e girassol e colza (canola) por rota metílica.

Como, por hipótese, a usina simulada se encontra em operação, alguns dados não podem ser alterados, como por exemplo, a potência total da UTE, que é disponibilizada ao sistema nacional. Adicionalmente, o modelo será consolidado para um dos combustíveis. E com isto alguns dados deste modelo serão usados como condição de contorno para as simulações seguintes com o objetivo de se fixar algumas variáveis e deixar outras livres para serem comparadas.

4.2.

Resultados

Para a simulação descrita neste trabalho, foi utilizado o OCA1 como combustível. Com isto o resultado do balanço é apresentado abaixo:

$$\dot{E}_{cb,e,m} = 3.6071,00 \text{ [kW]}$$

$$\alpha_{ex,s,m} = 27,28\% \Rightarrow \dot{E}_{ex,s,m} = 9.841,00 \text{ [kW]}$$

$$\alpha_{fa,s,m} = 9,81\% \Rightarrow \dot{E}_{fa,s,m} = 3.538,00 \text{ [kW]}$$

$$\alpha_{mec,s,m} = 47,34\% \Rightarrow \dot{E}_{ei,s,m} = 17.076,00 \text{ [kW]}$$

$$\alpha_{perdas,s,m} = 15,57\% \Rightarrow \dot{E}_{perdas,s,m} = 5.617,00 \text{ [kW]}$$

$$\dot{m}_{cb,e,a} = \dot{m}_{cb,e,m} = 0,8909 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_{ex,s,m} = 30,89 \text{ [kg/s]}$$

$$T_{ag,s,a} = 164 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$T_{ag,s,c} = 166 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

4.3.

Compilação dos resultados

Como pode ser verificado pelos resultados acima, da quantidade de energia que entra no motor carregada pelo combustível, 47,34% são aproveitados como trabalho de eixo; valor muito próximo ao informado pelo fabricante (46,9%) (Wärtsilä, 2004). As outras parcelas, referentes a perdas pela exaustão, pelo fluido de arrefecimento e outras perdas, parecem traduzir a realidade (Lora e Nascimento, 2004). Os valores encontrados foram respectivamente, 27,28%; 9,81% e 15,57%.

Pela impossibilidade de se calcular o consumo para diferentes solicitações com o modelo utilizado, neste trabalho será considerada apenas carga total nos moto-geradores.

O consumo de combustível OCA1 foi calculado em 0,8909 [kg/s]. Esta será a grandeza principal de comparação, conforme tabela abaixo:

Tabela 14 - Comparação entre os consumos de combustível

Combustível	PCI (kJ/kg)	Consumo (kg/s)	$r_c^{(1)}$
OCA1	40.488	0.8909	1,00
OCA2	40.023	0.9013	1,01
OCB1	41.221	0.8751	0,98
OCB2	41.142	0.8767	0,98
Biodiesel de Canola, Rota metílica	37.300	0.9210	1,03
Biodiesel de Soja, Rota metílica	37.372	0.9192	1,03
Biodiesel de Girassol, Rota metílica	38.472	0.8929	1,00
Biodiesel de Dendê, Rota etílica	39.070	0.8793	0,99
Biodiesel de Mamona, Rota etílica	39.600	0.8673	0,97

Nota (1): O combustível de referência é o OCA1

Os resultados desta tabela mostram que a razão entre o consumo específico do Biodiesel sobre o consumo específico do OCA1, situa-se em uma faixa de 0,97 até 1,03. Valores muito próximos dos obtidos por Laforgia e Ardito (1994) quando comparando o Biodiesel com o Diesel, a baixas rotações. O fato de, no modelo, ter-se obtido valores inferiores à unidade, apesar do menor poder calorífico do Biodiesel, deve-se a diferentes eficiências térmicas encontradas em testes de motores operando com diferentes combustíveis (Laforgia e Ardito, 1994).

Com os dados de consumo, pode-se prever quais os consumos diários, mensais e anuais para se comparar valores e ainda verificar a necessidade de ampliação do parque de estocagem ou não da UTE. Para esta próxima análise foram consideradas uma taxa média de indisponibilidade forçada de 15% e uma taxa média de indisponibilidade programada de 11%, como sugerido pelo ONS (2005). A taxa de indisponibilidade é uma boa medida para identificar o nível de desempenho de uma UTE que esteja operando, pois para seu cálculo, considera-se a relação entre o total de horas paradas da UTE para receber manutenção e o total de horas em serviço.

Multiplicando-se a vazão de combustível, pela quantidade de horas que operaria por dia, pode-se calcular consumo diário por grupo moto-gerador. O resultado pode ser representado pelo gráfico da figura 19.

Os cálculos do consumo mensal (C_m), considerando um mês de 30 dias, e do consumo anual (C_a), considerando o ano com 365 dias, pode ser feito a partir das equações abaixo:

$$C_m = C_d \cdot 30 \text{ [kg/mês]} \quad (1)$$

$$C_a = C_d \cdot 365 \text{ [kg/ano]} \quad (2)$$

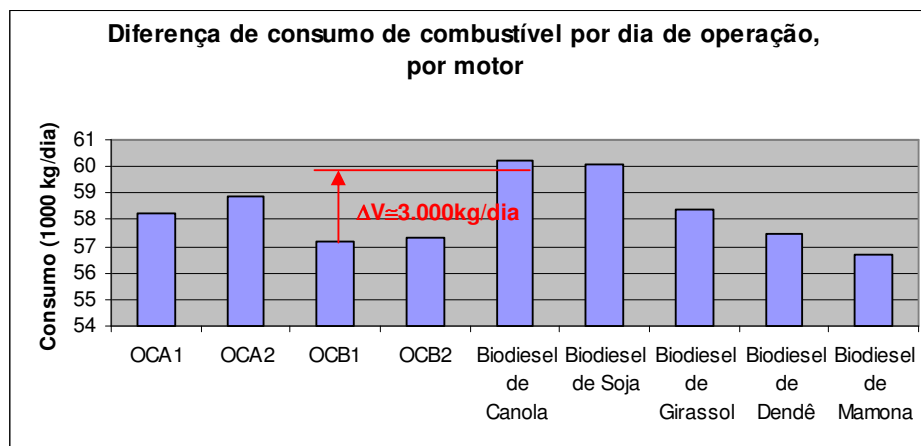


Figura 19: Diferença de consumo de combustível por dia de operação considerando apenas Um grupo moto-gerador operando.

Este gráfico representa a diferença de consumo de diferentes combustíveis por dia de operação para um único motor. O gráfico representa indiretamente os investimentos iniciais de uma planta nova ou a necessidade de expansão de uma já existente. A estocagem de combustível típica de uma UTE deste tipo é para dois dias de operação contínua, ou seja, para o caso de uma usina projetada para operar com OCB2 ou OCB1 a tancagem seria insuficiente para atender Biodiesel de canola ou de soja. A diferença, no entanto, para se atender estes dois dias de operação, algo em torno de um volume de 6.000kg por grupo moto-gerador, além dos gastos para manutenção do mesmo e manutenção térmica do combustível, pode ser contornada e este não deve ser motivo para a inibição de um investimento desta natureza.

Um aspecto que parece ser mais preocupante, quando comparado ao aspecto de estocagem, é quanto aos custos referentes ao consumo mensal e anual, pois, obviamente, a diferença absoluta tende a aumentar.

Semelhantemente ao que foi feito para o cálculo do consumo diário, os consumos mensal e anual podem ser calculados. Os resultados podem ser vistos a seguir, nas figuras 20 e 21.

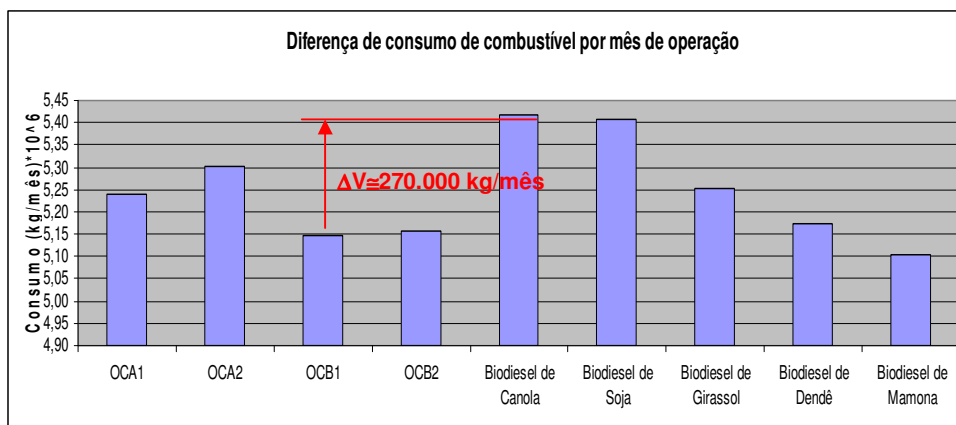


Figura 20: Diferença de consumo de combustível por mês de operação.

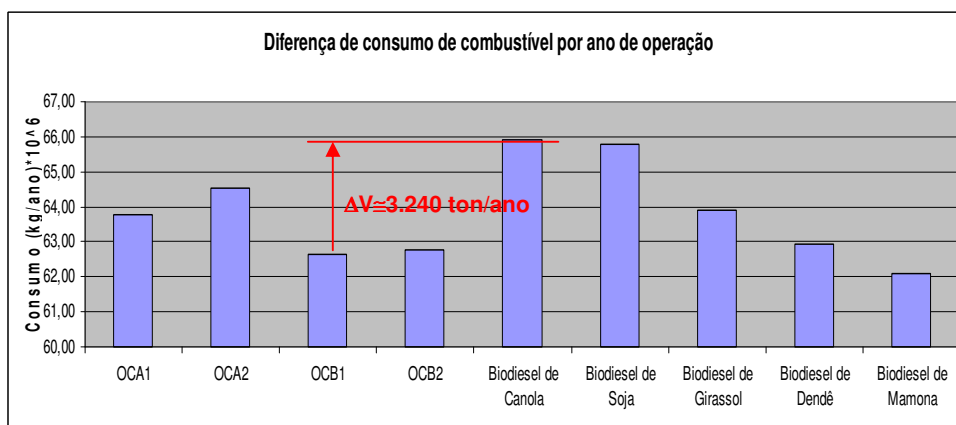


Figura 21: Diferença de consumo de combustível por ano de operação.

Os resultados consideram que a UTE teria 3 grupos moto-geradores operando. Com isto a diferença mensal cresce para, aproximadamente, 270 toneladas e, anualmente, para aproximadamente 3.240 toneladas, quando se compara o Biodiesel de óleo de canola ou de soja com o óleo combustível de referência. Entretanto, vale lembrar que o programa do Biodiesel no Brasil não está fundamentado para utilização de B100, principalmente em máquinas deste porte; talvez tal medida seja possível, em equipamentos menores e apenas em comunidades isoladas. Adicionalmente, vale destacar que, em curto prazo, não se teria uma região no Brasil capaz de atender à demanda requerida por esta UTE.

Considerando apenas os custos de aquisição de Biodiesel, tendo como referência o 3^o Leilão de Compra de Biodiesel (ANP, 2006), onde o preço médio

atingiu o valor de R\$ 1.753,79/m³ de Biodiesel e considerando o preço do óleo combustível de R\$ 0,792/kg (Torres, 2005), pode-se fazer uma estimativa dos custos mensais de aquisição para ambos os combustíveis, conforme a figura 22.

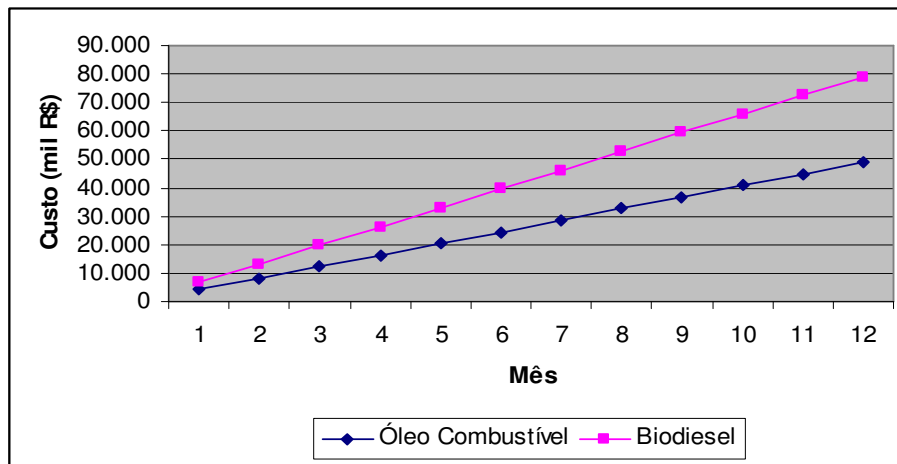


Figura 22: Diferença de custo de aquisição combustível por mês de operação.

Para elaboração deste gráfico foi considerado o peso específico do Biodiesel igual a 875 kg/m³, por ser o valor médio entre os limites inferior e superior especificado pela Norma EN 14214 (DIN, 2003). Foi também considerada, a equação para a determinação do custo, abaixo:

$$C_{mensal} = \dot{m}_{mensal} C_{unitário} \left[\frac{R\$}{mês} \right] \quad (3)$$

onde $\dot{m}_{mensal} \left[\frac{kg}{mês} \right]$ é a quantidade de combustível consumida em um mês de

operação e $C_{unitário} \left[\frac{R\$}{kg} \right]$ é o preço do combustível analisado.

Pôde-se, então, verificar que, em um mês de operação, os custos de aquisição de Biodiesel (R\$ 6.587,49 mil) e de óleo combustível (R\$ 4.077,07 mil) uma diferença de R\$ 2.510,43 mil, que representam uma desvantagem para a utilização de Biodiesel. Uma vez extrapolada esta diferença para um ano de operação, a diferença representa uma expressiva desvantagem competitiva para este combustível, uma vez que, em doze meses, a diferença de custo de aquisição de sobe para aproximadamente R\$ 30 milhões, como pode ser verificado pela figura 22.