



# Avaliação tecno-financeira de alternativas para atendimento da demanda de energia elétrica

## Techno-financial evaluation of alternatives to meet the demand of electric energy

Eduardo Christiano CECONE [1](#); Júlio Francisco Blumetti FACÓ [2](#); Douglas Alves CASSIANO [3](#)

Recibido: 10/01/2017 • Aprobado: 03/02/2017

### Conteúdo

[1. Introdução](#)

[2. Metodologia](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusão](#)

[Agradecimentos](#)

[Anexos](#)

[Referencias Bibliograficas](#)

### RESUMO:

In view of the increase in the value of electric energy pricing, the use of diesel generator groups (GMG) has been considered as an alternative to the concessionaires' electricity supply. For this use it is necessary to consider the technical, environmental and financial aspects. The present work had the objective of analyzing this viability in a Higher Education Institution, using computational simulation by Homer Energy Software involving the use of the diesel generator groups operating with diesel, biodiesel and fuel mixtures B5, B7, B10 and B20 at the Santo André campus of the Federal University of ABC Foundation.

**Palavras-chave:** C

### ABSTRACT:

Diante do crescimento do valor da tarifação de energia elétrica, tem-se considerado o emprego de grupos moto geradores (GMG) diesel como alternativa ao fornecimento de energia elétrica por parte das concessionárias. Para esta utilização se faz necessário considerar os aspectos: técnico, ambiental e financeiro. O presente trabalho teve por objetivo a análise desta viabilidade em uma Instituição de Ensino Superior (IES), fazendo uso de simulação computacional utilizando o Software Homer Energy envolvendo o emprego do grupo moto gerador operando com diesel, biodiesel e misturas combustível B5, B7, B10 e B20 no campus Santo André da Fundação Universidade Federal do ABC.

**Keywords:** A

## 1. Introdução

Dados os significativos aumentos da tarifação de energia elétrica, no Brasil acumulados em 58,37% ao longo de 2015 segundo o DIEESE (2015), estudos de diversos autores como Abaide et al. (2013), Debastani et al. (2014) e Masseroni e Oliveira (2012), apontam que o mercado e a população tem considerado o emprego de fontes alternativas de energia elétrica que não exclusivamente a fornecida através da rede pública de distribuição que possam não somente oferecer condições financeiras mais competitivas no horário de ponta, mas também que assegurem o atendimento à demanda e a não interrupção do abastecimento. Nesse sentido, uma alternativa proposta pelos autores é o uso de geradores diesel, por serem equipamentos que permitem o atendimento da demanda de energia elétrica em horário de ponta e atuação automática em caso de instabilidade ou queda do abastecimento por parte da concessionária. Os

estudos efetuados pelos pesquisadores sinalizam a viabilidade tanto do ponto de vista técnico como econômico desta aplicação.

No Brasil, as concessionárias de distribuição de energia elétrica permitem a conexão de geradores diesel em várias faixas de nível de tensão, desde que atendam às normas específicas de instalação, sendo que esta prática é efetuada para fins de economia de energia elétrica durante os horários de pico no Brasil desde os anos 1990 (DEVIENNE FILHO, 2011).

O presente trabalho visou analisar tecno-financeiramente a utilização do grupo moto gerador diesel em atendimento à demanda de energia elétrica do Bloco B, campus Santo André da UFABC, bem como as consequências desta prática.

---

## 2. Metodologia

O trabalho ora apresentado desenvolveu-se por meio simulações e modelagem computacionais para os quais utilizou-se *Software Homer Energy*®, versão 3.4.3.

Devido às múltiplas possibilidades de geração de energia elétrica, de origem renovável ou fóssil, a análise de viabilidade técnico-econômica de sistemas híbridos é bastante complexa e requer exaustiva análise para a eficiente utilização dos recursos energéticos envolvidos, o que requer a utilização de *softwares* para projetar, analisar, otimizar, e investigar a viabilidade técnica e econômica dos possíveis sistemas. Considerados 19 *softwares* destinados a este fim com suas principais características e funcionalidades, verificou-se que o *Homer Energy*® é o mais amplamente utilizado por permitir maior combinação de componentes e variáveis nos sistemas, executar otimização e análise de sensibilidade das variáveis e dos resultados e tornar mais fácil e rápida a avaliação das muitas configurações possíveis de sistema (CHANDEL, 2014).

Para a realização das simulações definiram-se as variáveis de entrada ou *inputs*, por meio do levantamento e estudo de uma grande quantidade de dados e informações reais, com as quais buscou-se conferir acuracidade e confiabilidade aos resultados e conclusões obtidos.

A definição das variáveis de entrada contemplou parâmetros técnicos, ambientais e financeiros, enquanto as variáveis de saída resultantes das simulações realizadas são apresentadas em tabelas e gráficos na seção dos resultados.

Considerou-se a operação dos grupos moto geradores em horário de ponta e fora do horário de ponta, atendendo a demanda energética em associação à rede pública de distribuição de energia elétrica e sem esta associação, custo de tarifação da energia para aquisição junto à concessionária e custo de geração de energia por meio do GMG.

Selecionaram-se as variáveis de sensibilidade e variáveis de saída com base na análise das influências técnicas e financeiras resultantes da simulação.

Para visualização das tendências gerais da simulação, do comportamento das variáveis de sensibilidade e das variáveis de saída, utilizaram-se tabelas de otimização e sensibilidade gerados pelo *Homer Energy*®.

### Variáveis de Entrada

O estudo e as simulações realizadas consideraram os dados das instalações da UFABC, campus Santo André, torre B e, adotando-se como variáveis de entrada do modelo:

Demanda Energética UFABC – Campus Santo André – Bloco B:

- Período de medição;
- Instrumento de medição utilizado;
- Tratamento e análise dos dados obtidos;

Período diferenciado horo-sazonal – custo da energia:

- Parâmetros e tarifa horo-sazonal;

Grupo moto gerador:

- Identificação, dados, características e especificações técnicas;

Custos de operação do grupo moto gerador:

- Custo mensal com manutenção;
- Custo mensal com combustível;

Combustíveis considerados:

Diesel comercial convencional D100, biodiesel B5, B7, B10, B20 e B100

Especificações técnicas dos combustíveis considerados;

Emissões típicas dos combustíveis considerados;

Custo de aquisição dos combustíveis considerados;

No que se refere à arquitetura do sistema para atendimento à demanda de energia elétrica consideraram-se as alternativas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Arquitetura do sistema para atendimento à demanda de energia elétrica.

QUANTO A REDE	QUANTO AO HORÁRIO
Operação do grupo moto gerador integrado a rede pública de distribuição de energia elétrica.	Grupo moto gerador operando no horário de ponta
	Grupo moto gerador operando fora do horário de ponta
	Grupo moto gerador operando continuamente
Operação do grupo moto gerador não integrado a rede pública de distribuição de energia elétrica	Grupo moto gerador operando no horário de ponta
	Grupo moto gerador operando fora do horário de ponta
	Grupo moto gerador operando continuamente

Fonte: O autor (2016).

## **Demanda de Energia Elétrica da UFABC – Campus Santo André – Bloco B**

O perfil de demanda de energia elétrica considerado para o desenvolvimento do presente trabalho tem por base os dados obtidos por meio de medição realizada nas instalações da Fundação Universidade Federal do ABC, campus Santo André, torre B ao longo do período compreendido entre as 15:30h da quinta-feira dia 24 de setembro de 2015 e as 15:30h da quinta-feira dia 08 de outubro de 2015, totalizando um período de medição de 15 dias ininterruptos, com leituras registrada a intervalos periódicos de 10 minutos.

A medição foi realizada fazendo uso de um aparelho *Three-Phase Power Quality Analyzer*, modelo *PowerPad® 8335* da marca *AEMC® Instruments*, de especificações e características técnicas e operacionais descritas no manual do fabricante.

Considerando-se que as leituras foram realizadas e apresentadas com periodicidade de 10 minutos, na fase de tratamento de dados, primeiramente calculou-se a média dos seis valores obtidos ao longo de cada hora de medição para a obtenção da demanda horária. Identificadas as demandas horárias do período de medição, calculou-se a média entre os valores de demanda obtidos na primeira e na segunda semana de medição, respeitando-se e mantendo-se a correspondência tanto de faixa horária quanto de dia da semana, obtendo-se os valores apresentados nos Anexos 1 e 2.

## **Período Diferenciado Horo-sazonal – Custo da Energia Elétrica**

A tarifa horo-sazonal refere-se a um preço diferenciado praticado pelas concessionárias de distribuição. Este horário é composto por um período de três horas consecutivas que é adotado entre as 17h e 22h, incluindo feriados, com exceção aos sábados e domingos. Na área sob concessão da AES Eletropaulo, o horário de ponta vigora das 17h30 às 20h30, situação em que se enquadra a Fundação Universidade Federal do ABC, campus Santo André.

A tarifação de energia elétrica praticada pela concessionária AES Eletropaulo é composta por tarifas de

energia (TE) e tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD), em horário de ponta e fora dele, além de adicional do adicional por bandeira tarifária. Os valores destas componentes vigentes para consumidores do subgrupo A4 (2,3 a 25kV), situação em que se enquadra a UFABC, no período de 16 de setembro de 2015 a 16 de outubro de 2015 são apresentados no Anexo 3 (Tarifação da AES Eletropaulo) e transcritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Tarifação da energia elétrica – AES Eletropaulo.

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>TARIFA (R\$/kWh)</b>
Em horário de ponta (TUSD)	0,36024
Em horário de ponta (TE)	0,07763
Custo em horário de ponta (TUSD + TE)	0,43787
Custo em horário de ponta (TUSD + TE + Adicional bandeira vermelha)	<b>0,48287</b>
Fora de ponta (TUSD)	0,22596
Fora de ponta (TE)	0,07763
Custo fora de ponta (TUSD + TE)	0,30359
Custo fora de ponta (TUSD + TE + Adicional bandeira vermelha)	<b>0,34859</b>
Adicional bandeira vermelha	0,04500

Fonte: O autor (2016).

## Grupo Moto Gerador

O bloco B do campus Santo André da Fundação Universidade Federal do ABC é atendido pelo Grupo Moto Gerador: GMG HEIMER - MOTOR: DOASAN DAEWOO Modelo: P158F, Série nº 700806 / GERADOR: HEIMER(NEGRINI) Modelo: Ated. Série nº 8P0053 - POTÊNCIA: 512kVA - TENSÃO: 220/127V - QD.COMANDO/TIPO: K30.

As especificações e dados técnicos do GMG considerados constam da placa do equipamento, conforme transcritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados de placa do GMG.

<b>OP</b>	8P0005			<b>N. de série</b>	8P0053
<b>TIPO</b>	ATED	<b>Potência</b>	512 kVA	<b>Modelo</b>	40/41
<b>FASES</b>	3	<b>Tensão</b>	220	380	440
<b>COS <math>\phi</math></b>	0,8	<b>Corrente</b>	1344	778	672
<b>Hz</b>	60	<b>Excitação</b>	63	<b>Vcc</b>	3

<b>R.P.M.</b>	1800	<b>Serviço</b>	Stand-by	<b>Peso</b>	1125 kg
<b>Δt°C</b>	100	<b>Cl. Isol.</b>	H	<b>Data</b>	Jan/08

Fonte: O autor (2016).

Considerando-se que o GMG se encontra instalado e operante, o custo de operação do mesmo é dado pela somatória dos custos de manutenção e combustível atuais do equipamento.

A despesa de manutenção mensal com os geradores é de R\$ 2.799,21 (dois mil, setecentos e noventa e nove reais e vinte e um centavos), valor este que conforme descrito no escopo de fornecimento do Contrato N° 62/2014, Processo n°. 23006.000978/2014-21, Cláusula 6, Itens 6.4 e 6.5, da Prefeitura Universitária da UFABC, que contempla os serviços de manutenção e fornecimento de peças. Este valor correspondente à prestação total do serviço de manutenção relativo ao GMG dedicado ao atendimento do Bloco B.

A despesa de manutenção considerada foi, portanto de R\$ 3,88 /hora, dada a despesa de R\$ 2.799,21 por mês, 30 dias de disponibilidade do equipamento a cada mês e 24h por dia.

Ao longo do ano de 2015, a despesa com combustível foi de R\$ 17.681,40 (dezessete mil seiscentos e oitenta e um reais e quarenta centavos) para o atendimento dos sete equipamentos instalados no campus Santo André conforme informado pela Prefeitura Universitária da UFABC. Assim, a despesa mensal com combustível foi de R\$ 210,49 (duzentos e dez reais e quarenta e nove centavos), conforme apresentado nas Equações 1 e 2.

$$Despesa\ Mensal\ com\ Combustível = \frac{\left(\frac{Despesa\ total}{Número\ de\ equipamentos}\right)}{Meses} \quad (1)$$

$$Despesa\ Mensal\ com\ Combustível = \frac{\left(\frac{R\$ 17.681,40}{7\ equipamentos}\right)}{12\ meses} = R\$ 210,49/mês \quad (2)$$

A despesa mensal total para a operação do GMG, no atual regime de *stand-by*, totaliza R\$ 3.009,70 (três mil e nove reais e setenta centavos), conforme Equações 3 e 4.

$$Despesa\ Mensal\ Total = Despesa\ Manutenção + Despesa\ Combustível \quad (3)$$

$$Despesa\ Mensal\ Total = R\$ 2.799,21 + R\$ 210,49 = R\$ 3.009,70 \quad (4)$$

## Combustíveis Considerados

Considerando-se que, a Lei n° 13.033, de 24/09/2014 – D.O.U. 25/09/2014 tornou obrigatória a presença de 7% em volume de biodiesel (B7) no diesel para consumidor final, a partir da publicação no D.O.U., os dados e especificações do biodiesel considerados neste trabalho referem-se ao biodiesel de soja. Esta fonte representa 72,20% do biodiesel produzido no Brasil (ANP, 2015).

Conforme estabelece o MME em seu portal no trecho transcrito abaixo, as misturas diesel-biodiesel são especificadas no formato BXX, onde B representa biodiesel e XX refere-se à porcentagem em volume da quantidade de biodiesel presente na mistura:

*"O biodiesel substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclodiesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções. A mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2 e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100."* (MME, 2016).

## Especificação Técnica dos Combustíveis Considerados

- Diesel comercial convencional D100: Diesel comum sem adição de biodiesel. Combustível puro adotado como parâmetro de referência.

- Biodiesel B5: Mistura Diesel – Biodiesel à proporção de 5% v/v. Mistura anteriormente comercializada no território nacional em atendimento à diretriz da Resolução nº 6, de 16/09/2009.
- Biodiesel B7 : Mistura Diesel – Biodiesel à proporção de 7% v/v. Mistura comercializada no território nacional no período considerado e, em atendimento à diretriz da Lei 13.033/14.
- Biodiesel B10: Mistura Diesel – Biodiesel à proporção de 10% v/v. Mistura selecionada pelo autor com base na Lei 3834/2015 que prevê o aumento gradativo da porcentagem obrigatória de biodiesel no diesel combustível.
- Biodiesel B20: Mistura Diesel – Biodiesel à proporção de 20% v/v. Mistura selecionada pelo autor com base na literatura referenciada.
- Biodiesel B100: Biodiesel puro. Combustível puro adotado como parâmetro de referência.

## Emissões Típicas dos Combustíveis Considerados

As emissões características do diesel apresentados pelo software Homer Energy e considerados neste trabalho são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros técnicos e níveis de emissão por combustível.

<b>EMISSÕES</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>VALORES DO SOFTWARE</b>
Monóxido de carbono (CO)	g/l	6,50*
Hidrocarbonetos não queimados (HC)	g/l	0,72*
Material particulado (MP)	g/l	0,49*
Proporção de enxofre no combustível	g/{0}	2,20**
Oxido de Enxofre (NOX)	g/l	58,00*

- \* NREL Report by Erin Kasoy entitled "Modeling diesel exhaust emissions in diesel retrofits;  
 \*\* EPA document EPA420-P-02-016, dated November 2002, entitled "Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression- Ignition"  
 Fonte: O autor (2016), adaptado do *Software Homer Energy*.

As reduções estimadas nas emissões decorrentes da utilização de diferentes misturas diesel-biodiesel são apresentadas em variações percentuais na Tabela 5 e em valores absolutos na Tabela 6.

Tabela 5 – Redução percentual das emissões estimadas para mistura diesel-biodiesel.

<b>EMISSÕES</b>	<b>D100</b>	<b>B5</b>	<b>B7</b>	<b>B10</b>	<b>B20</b>	<b>B100</b>
Monóxido de carbono (CO)	100,0% 1	-3,1% 3	-3,6% 4	-6,2% 3	-12,0%	-48,0%
Hidrocarbonetos não queimados (HC)	100,0% 1	-5,4% 3	-7,7% 4	-10,0% 3	-20,0%	-67,0%
Material particulado (MP)	100,0% 1	-3,2% 3	-3,3% 4	-6,4% 3	-12,0%	-47,0%
Proporção de enxofre do combustível para converter PM	10,0 <sup>2</sup>	4,8 <sup>5</sup>	4,6 <sup>5</sup>	4,5 <sup>5</sup>	3,0 <sup>4</sup>	0,0 <sup>2</sup>

Óxidos de nitrogênio (NOX)	0,0% <sup>1</sup>	0,5% <sup>3</sup>	0,5% <sup>4</sup>	1,0% <sup>3</sup>	2,0%	10,0%
----------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	------	-------

- 1 NREL Report by Erin Kassoy entitled "Modeling diesel exhaust emissions in diesel retrofits;
- 2 Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions;
- 3 Estimated atmospheric emission from biodiesel;
- 4 Valor obtido por meio de interpolação linear com base nos demais valores tabelados;
- 5 Desempenho de misturas B7.

Fonte: O autor (2016)

-----

Tabela 6 – Redução absoluta das emissões estimadas para mistura diesel-biodiesel

EMISSIONES	UNIDADE	D100	B5	B7	B10	B20	B100
Monóxido de carbono (CO)	g/l	6,50*	6,30	6,27	6,10	5,72	3,38
Hidrocarbonetos não queimados (HC)	g/l	0,72*	0,68	0,68	0,72	0,58	0,24
Material particulado (MP)	g/l	0,49*	0,47	0,47	0,46	0,43	0,26
Proporção de enxofre do combustível para converter PM	g/{0}	10,00**	4,80	4,60	4,50	3,00	0,00
(NOX)	g/l	58,00*	57,71	57,70	57,42	56,84	52,20

\* NREL Report by Erin Kassoy entitled "Modeling diesel exhaust emissions in diesel retrofits;

\*\* EPA document EPA420-P-02-016, dated November 2002, entitled "Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition".

Fonte: O autor (2016)

## Custos de aquisição dos combustíveis considerados

No mercado brasileiro não se pratica venda direta de D100, B100 ou de misturas diesel-biodiesel ao consumidor final, exceto a da mistura B7 vigente conforme determinação da ANP.

A ANP é também a fonte oficial dos preços de venda no produtor do diesel D100 e do biodiesel praticados em setembro de 2015, considerados neste trabalho e verificados na edição 93, de outubro de 2015, do Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis:

*"... preços no produtor de biodiesel (B100) e de diesel, na mesma base de comparação (com PIS/Cofins e CIDE, sem ICMS). Em setembro de 2015, o preço médio do biodiesel no produtor foi de R\$ 2,16, sendo 8,8% superior à média do diesel (R\$ 1,99)" (ANP, outubro de 2015).*

A definição dos custos de aquisição, junto ao produtor, para o diesel (D100) e para o biodiesel (B100) considerados no presente trabalho foram, portanto:

Diesel D100 – R\$ 1,99/l

Biodiesel B100 – R\$ 2,16/l

Considerando-se que os valores de venda no produtor são apresentados em R\$/l e, que as proporções de mistura são dadas em porcentagem volumétrica de teor de biodiesel no diesel, por meio de proporção direta, obtiveram-se os valores estimativos para compra das misturas contempladas neste trabalho conforme demonstrado nas Equações 5 a 7 para B7.

$$\text{Preço da Mistura} = (\%D100 * \text{Preço D100}) + (\%B100 * \text{Preço B100}) \quad (5)$$

$$\text{Preço da Mistura B7} = (93\% * 1,99 \text{ R\$/l}) + (7\% * 2,16 \text{ R\$/l}) \quad (6)$$

$$\text{Preço da Mistura B7} = \text{R\$ 2,00/l} \quad (7)$$

Verificou-se que o preço de venda ao consumidor final do Biodiesel B7 praticado pela UFABC é de R\$/l conforme apresentado nas Equações 8 a 10.

$$\text{Preço praticado pela UFABC} = \frac{\text{Despesa com combustível em 2015}}{\text{Volume de combustível comprado em 2015}} \quad (8)$$

$$\text{Despesa Mensal com Combustível} = \frac{\text{R\$ 17.681,40}}{6000 \text{ l}} \quad (9)$$

$$\text{Despesa Mensal com Combustível} = \text{R\$ 2,9469/l} \quad (10)$$

A análise da diferença entre o valor de venda do biodiesel B7 no produtor e o valor de compra do mesmo combustível pela UFABC evidencia uma diferença de 47,35%, conforme apresentado nas Equações 11 a 13 e considerado para a obtenção dos preços de compra UFABC estimados para as misturas consideradas neste trabalho, também apresentados na Tabela 7.

$$\text{Diferença \%} = \frac{\text{Valor de compra praticado pela UFABC}}{\text{Valor de venda no produtor}} \quad (11)$$

$$\text{Diferença \%} = \frac{\text{R\$ 2,9469/l}}{\text{R\$ 2,0019/l}} \quad (12)$$

$$\text{Diferença \%} = 47,34\% \quad (13)$$

Os preços de compra estimados para cada uma das misturas consideradas neste trabalho são apresentados na Tabela 15.

Tabela 7 - Preços dos combustíveis.

COMBUSTÍVEL	% D100	% B100	PREÇO NO PRODUTOR (R\$/l)	PREÇO DE COMPRA UFABC (R\$/l)
D100	100%	0%	R\$ 1,99	R\$ 2,93
B5	95%	5%	R\$ 2,00	R\$ 2,94
B7	93%	7%	R\$ 2,00	R\$ 2,95
B10	90%	10%	R\$ 2,01	R\$ 2,96
B20	80%	20%	R\$ 2,02	R\$ 2,98



B100	0%	100%	R\$	2,16	R\$	3,18
------	----	------	-----	------	-----	------

Fonte: O autor (2016).

## 3. Resultados

### 3.1. Resultado da Simulação Quanto à Viabilidade Global

Foram realizadas 21 simulações computacionais, resultando em aproximadamente 3000 iterações, com o auxílio do *Software Homer Energy*. Resultam destas simulações três possibilidades de arquitetura operacional do sistema em atendimento à demanda de energia elétrica, conforme apresentado na Tabela 8.

1 - Sugerida pelo *software* como melhor alternativa considera a utilização da energia elétrica fornecida pela concessionária para o atendimento da demanda.

2 - Admite o atendimento à demanda de energia elétrica por meio de uma arquitetura composta, impondo-se a atuação do GMG instalado em horário de ponta.

3 - Considera o atendimento à demanda de energia elétrica fazendo uso exclusivamente do GMG de modo impositivo.

Tabela 8 – Possibilidades de arquiteturas do sistema.

ARQUITETURA	HEIMER 512 kVA - Diesel			AES Eletropaulo
	Horas	Geração	Consumo de Combustível	Aquisição
	(h)	(kW)	(l)	(kW)
Concessionária	0	0	0	1.837.823
GMG + Concessionária	1.044	133.632	40.089	1.704.191
GMG	8.760	1.837.823	513.829	0

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

### Resultado da Simulação Quanto à Viabilidade Técnica

Com relação à potência do GMG, considerou-se para efeito de simulação a potência ativa de 471,55 kW, calculada a partir da potência de 512 kVA nominal do GMG. A demanda média diária obtida da simulação foi de 209,80 kW, podendo em pico atingir o patamar de 419,99 kW, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Demanda de energia elétrica média e pico.

PARÂMETRO	VALOR
Demanda média (kWh/d)	5.035,10
Demanda média (kW)	209,80
Pico de demanda (kW)	419,99

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

Resulta da análise técnica realizada que, sendo a capacidade do GMG instalado de 471,55kW, este

apresenta plena capacidade de atendimento da demanda de energia elétrica verificada como sendo de 209,80kW em média e 419,99kW em pico de demanda.

## Resultado da Simulação Quanto à Viabilidade Ambiental

Para a avaliação da viabilidade ambiental consideraram-se, as emissões características da geração hidráulica no caso da aquisição de energia elétrica junto a concessionária, e as emissões características de cada um dos combustíveis considerados neste estudo no caso de utilização do GMG.

No que se refere à geração hidráulica, as emissões são consideradas nulas, uma vez que as emissões de gases de efeito estufa são decorrentes da queima de combustível e isso não se aplica à geração hidráulica.

As emissões decorrentes da utilização do GMG em associação à energia adquirida junto à concessionária, operando com as misturas combustíveis considerados no trabalho são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Emissões estimadas GMG – Operação em horário de ponta

EMIÇÃO		D100	B5	B7	B10	B20	B100
Dióxido de Carbono	kg/ano	109.447,00	104.114,00	101.992,00	98.764,00	88.014,00	370,88
Monóxido de Carbono	kg/ano	260,58	260,58	260,58	260,58	260,58	260,58
Hidrocarbonetos não Queimados	kg/ano	28,86	28,86	28,86	28,86	28,86	28,86
Material Particulado	kg/ano	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64
Dióxido de Enxofre	kg/ano	6.659,40	3.201,40	3.070,40	3.005,90	2.010,00	0,00
Oxido de Nitrogênio	kg/ano	2.325,10	2.325,10	2.325,10	2.325,10	2.325,10	2.325,10

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

As emissões decorrentes da utilização do GMG como única fonte de energia elétrica para atendimento da demanda considerada neste trabalho, operando com as misturas combustíveis considerados no trabalho são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Emissões estimadas para uso exclusivo do GMG

EMIÇÃO		D100	B5	B7	B10	B20	B100
Dióxido de Carbono	kg/ano	1.402.190,00	1.334.463,00	1.307.261,00	1.265.892,00	1.128.103,00	4.753,70
Monóxido de Carbono	kg/ano	3.339,90	3.339,90	3.339,90	3.339,90	3.339,90	3.339,90
Hidrocarbonetos não Queimados	kg/ano	369,96	369,96	369,96	369,96	369,96	369,96
Material Particulado	kg/ano	251,78	251,78	251,78	251,78	251,78	251,78
Dióxido de Enxofre	kg/ano	85.355,00	41.033,00	39.354,00	38.527,00	25.763,00	0,00
Oxido de Nitrogênio	kg/ano	29.802,00	29.802,00	29.802,00	29.802,00	29.802,00	29.802,00

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

## Resultado da Simulação Quanto à Viabilidade Financeira

Verificou-se que a aquisição de energia elétrica junto à concessionária é a alternativa recomendada pelo *software*, mesmo considerando a pior condição financeira possível que contempla a tarifação em horário de ponta com simultânea incidência da bandeira tarifária vermelha, conforme dados apresentados na Tabela 7.

Nota-se que com base nas simulações realizadas que, mesmo nestas condições, não se recomenda a utilização exclusiva ou parcial do GMG com vistas aos resultados financeiros decorrentes desta prática, conforme apresentado na tabela 12.

Tabela 12 – Custo de operação com diferentes tarifações - concessionária.

SENSIBILIDADE		ARQUITETURA		CUSTO DE OPERAÇÃO (R\$)	HEIMER 512kva (kW)	AES Eletropaulo (kW)
H. Ponta (R\$/kW)	Fora H. Ponta (R\$/kW)	GMG	Grid			
0,43787	0,30359		X	608.683,00		1.837.823,00
0,43787	0,34859		X	674.381,00		1.837.823,00
0,43787	0,30359		X	625.686,00		1.837.823,00
0,43787	0,34859		X	691.385,00		1.837.823,00

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

As outras duas alternativas, tecnicamente viáveis para o atendimento da demanda, admitem a utilização exclusivamente do GMG ou, a utilização do GMG em horário de ponta associada à aquisição junto à concessionária fora do horário de ponta.

Para a realização das simulações envolvendo a utilização do GMG, com o objetivo de promover uma análise exclusivamente financeira, considerou-se o valor de R\$ 2,93/l de combustível. Este valor corresponde ao preço de compra do Diesel D100, menor preço de aquisição entre os combustíveis considerados neste trabalho.

Resulta das simulações realizadas que, o atendimento à demanda considerada envolvendo a utilização do GMG, em qualquer circunstância, se apresenta mais onerosa que a aquisição de energia elétrica junto à concessionária.

As simulações realizadas admitem a operação do GMG, mas sugerem sempre a menor utilização possível do mesmo, evidenciando o incremento de custo operacional, *Operating Cost*, decorrente desta prática, conforme evidenciado na Tabela 13.

Tabela 13 – Custo de geração de energia elétrica

ARQUITETURA		CUSTO DE OPERAÇÃO (R\$)	HEIMER 512kva (kW)	AES Eletropaulo (kW)
GMG	Grid			
	X	608.683,00		1.837.823,00
X	X	672.428,00	133.632,00	1.704.191,00
X		1.550.000,00	1.848.823,00	

Fonte: O autor (2016), adaptado de: *Homer Energy*.

Verificado que, nas condições atuais de comercialização das misturas combustíveis e tarifações praticadas pela concessionária de energia elétrica, a utilização do GMG é mais onerosa que a aquisição de energia elétrica junto à concessionária, procederam-se novas simulações computacionais a fim de identificar os patamares de valores de compra da mistura combustível que financeiramente viabilizariam a utilização do GMG, mantidas todas as demais condições.

Para a realização destas novas simulações, consideraram-se dois cenários distintos para definição dos valores de tarifação.

1 – Considerou-se a incidência da bandeira tarifária vermelha, assim, os valores de tarifação considerados foram de R\$ 0,48/kW em horário de ponta e R\$ 0,35/kW fora do horário de ponta.

2 – Considerou-se não incidência da bandeira tarifária vermelha, assim, os valores de tarifação considerados foram de R\$ 0,43/kW em horário de ponta e R\$ 0,30/kW fora do horário de ponta. Nas duas situações atribuiu-se à mistura combustível valores entre R\$ 0,25/l e R\$ 3,18/l.

Para os dois cenários atribuiu-se valores hipotéticos de custo de compra da mistura combustível com o objetivo de identificar entre os resultados das simulações os valores de mistura combustível aos quais o *software* sugere a utilização do GMG em associação ao fornecimento por parte da concessionária, bem como o emprego do GMG como única fonte de energia elétrica em atendimento à demanda considerada.

Considerado o primeiro cenário proposto, verificou-se a partir das simulações que, praticando-se os valores

de tarifação de energia elétrica de R\$ 0,48/kW em horário de ponta e R\$ 0,35/kW fora do horário de ponta, se o custo de aquisição da mistura combustível atingisse valor igual ou inferior a R\$1,72/l seria financeiramente viável a utilização do GMG em associação ao fornecimento por parte da concessionária, enquanto sua utilização como única fonte de energia elétrica seria financeiramente viável se a mistura combustível atingisse custo de aquisição igual ou inferior a R\$ 0,40/l.

Considerado o segundo cenário proposto, verificou-se a partir das simulações que, praticando-se os valores de tarifação de energia elétrica de R\$ 0,44/kW em horário de ponta e R\$ 0,30/kW fora do horário de ponta, se o custo de aquisição da mistura combustível atingisse valor igual ou inferior a R\$1,55/l seria financeiramente viável a utilização do GMG em associação ao fornecimento por parte da concessionária, enquanto sua utilização como única fonte de energia elétrica seria financeiramente viável se a mistura combustível atingisse custo de aquisição igual ou inferior a R\$ 0,34/l.

---

## 4. Conclusão

Concluiu-se que o atendimento à demanda de energia elétrica é tecnicamente possível tendo como única fonte o GMG.

Em relação à viabilidade ambiental, consideradas as emissões decorrentes da operação do GMG com diesel D100 e misturas diesel-biodiesel B5, B7, B10, B20 e B100, concluiu-se que, em qualquer dos casos, as emissões decorrentes da utilização do GMG seriam superiores às emissões decorrentes do fornecimento por parte da concessionária, pois a energia fornecida pela concessionária provem de geração hidráulica e esta não se caracteriza pela emissão de GEE.

Verificou-se que o aumento da proporção de biodiesel na mistura combustível empregada ocasiona a diminuição das emissões de GEE. Esta redução pode ser da ordem de 48% em monóxido de carbono e 47% em materiais particulados, quando da utilização do biodiesel puro B100 em substituição ao diesel puro D100.

No que se refere à viabilidade financeira, considerando-se o cenário atual, constatou-se que a operação do grupo gerador seria mais onerosa que a aquisição junto à concessionária. Mantidas as demais condições e a incidência da bandeira tarifária vermelha, se o preço de compra da mistura combustível atingir valor igual ou inferior à R\$ 1,72/l a utilização do GMG seria viável em associação ao fornecimento da rede pública e, se o valor atingir valor igual ou inferior à R\$ 0,40/l haveria viabilidade financeira sua utilização como fonte exclusiva de energia elétrica, enquanto considerando-se a não incidência da bandeira tarifária vermelha, se o preço de compra da mistura combustível atingir valor igual ou inferior à R\$ 1,55/l a utilização do GMG seria viável em associação ao fornecimento da rede pública e, se o valor atingir valor igual ou inferior à R\$ 0,34/l haveria viabilidade financeira sua utilização como fonte exclusiva de energia elétrica.

Assim, nas condições consideradas no presente estudo, o atendimento à demanda de energia elétrica fazendo uso do fornecimento da rede pública se apresenta como sendo a alternativa mais adequada.

Cabe salientar que, em se tratando da aplicação em IES, o não atendimento à demanda de energia elétrica tende a ocasionar prejuízos e transtornos intangíveis e, nesse sentido, a existência e disponibilidade de um GMG, ainda que operando em regime de *stand by*, se faz necessária.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos senhores Dr. Walter Ignácio Rosa, prefeito universitário e ao Eng. Lucas Ribeiro Torin, ambos da Prefeitura Universitária da UFABC, pelo apoio e disponibilização de dados e informações fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

---

## Anexos

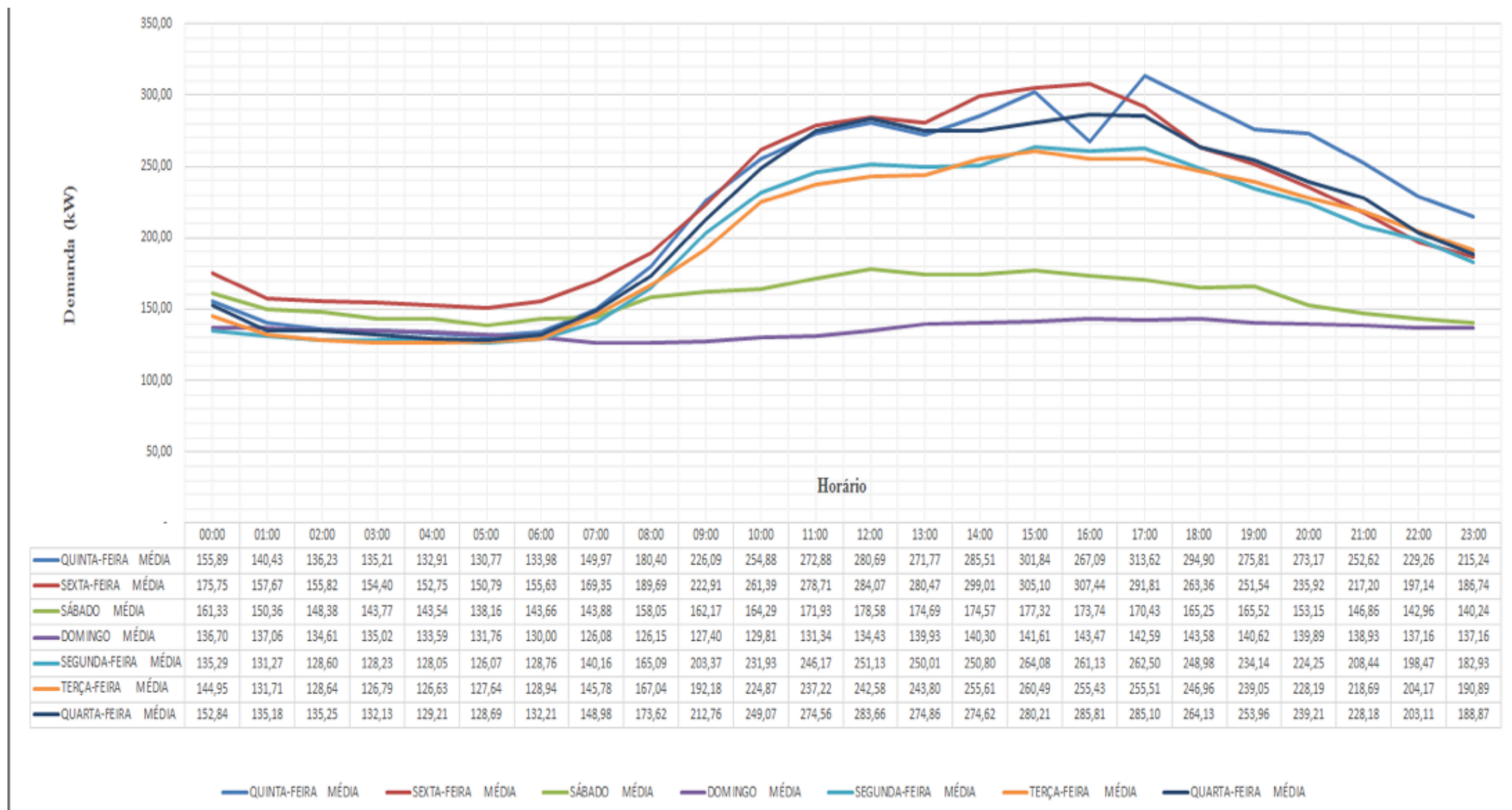
Anexo 1 - Demanda Horária do Bloco B (kW).

Dia da semana	Data	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
quinta-feira (2015)	24/09/2015																		366,27	335,49	310,95	309,42	274,12	242,03	225,80
quinta-feira (2015)	01/10/2015	154,31	143,10	139,00	137,51	134,38	131,27	135,49	151,42	180,05	219,18	243,77	250,35	252,44	252,77	272,37	275,10	267,09	260,96	254,30	240,67	236,91	231,13	216,50	204,68
quinta-feira (2015)	08/10/2015	157,46	137,76	133,45	132,90	131,45	130,28	132,48	148,52	180,75	232,99	265,99	295,41	308,94	290,77	298,64	328,59								
QUINTA-FEIRA	MÉDIA	155,89	140,43	136,23	135,21	132,91	130,77	133,98	149,97	180,40	226,09	254,88	272,88	280,69	271,77	285,51	301,84	267,09	313,62	294,90	275,81	273,17	252,62	229,26	215,24
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		-2,00%	3,88%	4,16%	3,46%	2,22%	0,76%	2,28%	1,95%	-0,39%	-5,93%	-8,36%	-15,25%	-18,29%	-13,07%	-8,80%	-16,28%	0,00%	40,35%	31,93%	29,20%	30,61%	18,60%	11,79%	10,32%
sexta-feira (2015)	25/09/2015	182,00	165,83	162,57	159,88	159,00	155,76	165,36	180,11	193,01	226,37	269,61	286,31	288,11	267,53	272,00	299,44	299,61	288,13	264,95	255,59	234,53	215,17	194,15	188,21
sexta-feira (2015)	02/10/2015	169,51	149,52	149,07	148,93	146,49	145,82	145,91	158,60	186,37	219,46	253,18	271,11	280,03	293,40	326,02	310,75	315,27	295,49	261,77	247,48	237,32	219,24	200,12	185,27
SEXTA-FEIRA	MÉDIA	175,75	157,67	155,82	154,40	152,75	150,79	155,63	169,35	189,69	222,91	261,39	278,71	284,07	280,47	299,01	305,10	307,44	291,81	263,36	251,54	235,92	217,20	197,14	186,74
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		7,37%	10,91%	9,06%	7,35%	8,55%	6,81%	13,33%	13,56%	3,56%	3,15%	6,49%	5,61%	2,88%	-8,81%	-16,57%	-3,64%	-4,97%	-2,49%	1,22%	3,28%	-1,18%	-1,86%	-2,98%	1,59%
sábado (2015)	26/09/2015	166,71	154,26	155,74	150,19	148,92	145,54	147,52	144,37	157,68	155,66	144,11	151,81	163,43	162,14	169,45	177,08	171,74	171,29	164,19	164,40	155,01	147,75	143,75	138,96
sábado (2015)	03/10/2015	155,94	146,47	141,02	137,36	138,16	130,77	139,79	143,39	158,42	168,69	184,47	192,06	193,73	187,24	179,70	177,56	175,73	169,57	166,32	166,64	151,29	145,96	142,18	141,53
SÁBADO	MÉDIA	161,33	150,36	148,38	143,77	143,54	138,16	143,66	143,88	158,05	162,17	164,29	171,93	178,58	174,69	174,57	177,32	173,74	170,43	165,25	165,52	153,15	146,86	142,96	140,24
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		6,91%	5,32%	10,43%	9,34%	7,79%	11,29%	5,52%	0,68%	-0,47%	-7,73%	-21,87%	-20,96%	-15,64%	-13,40%	-5,70%	-0,27%	-2,27%	1,02%	-1,28%	-1,35%	2,46%	1,22%	1,10%	-1,82%
domingo (2015)	27/09/2015	132,35	133,48	129,95	132,33	130,08	129,14	128,57	121,59	123,35	125,05	127,86	131,32	135,83	141,82	142,58	146,24	148,97	144,79	148,31	141,99	140,03	138,57	143,97	142,80
domingo (2015)	04/10/2015	141,04	140,63	139,27	137,71	137,10	134,39	131,42	130,58	128,94	129,75	131,77	131,36	133,03	138,04	138,01	136,97	137,98	140,39	138,85	139,26	139,76	139,29	130,35	131,52
DOMINGO	MÉDIA	136,70	137,06	134,61	135,02	133,59	131,76	130,00	126,08	126,15	127,40	129,81	131,34	134,43	139,93	140,30	141,61	143,47	142,59	143,58	140,62	139,89	138,93	137,16	137,16
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		-6,17%	-5,08%	-6,69%	-3,91%	-5,12%	-3,91%	-2,17%	-6,88%	-4,33%	-3,62%	-2,97%	-0,03%	2,10%	2,74%	3,31%	6,77%	7,97%	3,14%	6,81%	1,96%	0,19%	-0,52%	10,45%	8,57%
segunda-feira (2015)	28/09/2015	138,97	133,87	130,54	130,44	129,43	125,73	128,26	142,55	168,16	206,78	236,71	253,10	263,82	265,79	254,56	276,35	273,18	283,23	269,76	255,85	246,38	224,95	209,12	192,37
segunda-feira (2015)	05/10/2015	131,62	128,68	126,66	126,02	126,67	126,40	129,25	137,77	162,03	199,95	227,15	239,24	238,44	234,22	247,03	251,80	249,08	241,77	228,20	212,43	202,12	191,92	187,81	173,49
SEGUNDA-FEIRA	MÉDIA	135,29	131,27	128,60	128,23	128,05	126,07	128,76	140,16	165,09	203,37	231,93	246,17	251,13	250,01	250,80	264,08	261,13	262,50	248,98	234,14	224,25	208,44	198,47	182,93
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		5,58%	4,03%	3,07%	3,51%	2,18%	-0,53%	-0,77%	3,47%	3,78%	3,42%	4,21%	5,79%	10,64%	13,48%	3,05%	9,75%	9,68%	17,15%	18,21%	20,44%	21,90%	17,21%	11,35%	10,89%
terça-feira (2015)	29/09/2015	154,21	138,17	134,82	132,97	133,82	135,60	138,50	153,74	175,26	205,46	244,44	253,78	256,96	266,29	284,85	293,44	277,64	274,22	261,84	254,72	242,84	230,93	219,28	204,18
terça-feira (2015)	06/10/2015	135,68	125,24	122,47	120,62	119,45	119,68	119,38	137,82	158,82	178,89	205,30	220,65	228,19	221,31	226,38	227,54	233,23	236,80	232,08	223,39	213,54	206,45	189,06	177,60
TERÇA-FEIRA	MÉDIA	144,95	131,71	128,64	126,79	126,63	127,64	128,94	145,78	167,04	192,18	224,87	237,22	242,58	243,80	255,61	260,49	255,43	255,51	246,96	239,05	228,19	218,69	204,17	190,89
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		13,65%	10,32%	10,08%	10,23%	12,02%	13,30%	16,01%	11,55%	10,35%	14,85%	19,06%	15,02%	12,61%	20,32%	25,83%	28,96%	19,04%	15,80%	12,82%	14,03%	13,72%	11,86%	15,99%	14,97%
quarta-feira (2015)	30/09/2015	166,31	145,80	148,34	142,50	138,86	137,34	138,51	153,15	178,56	226,21	260,38	286,79	299,31	286,69	274,51	279,17	282,57	282,72	257,75	258,11	237,70	228,47	201,33	187,44
quarta-feira (2015)	07/10/2015	139,38	124,56	122,17	121,76	119,56	120,04	125,92	144,82	168,68	199,31	237,76	262,34	268,00	263,02	274,74	281,25	289,04	287,48	270,51	249,80	240,73	227,90	204,88	190,29
QUARTA-FEIRA	MÉDIA	152,84	135,18	135,25	132,13	129,21	128,69	132,21	148,98	173,62	212,76	249,07	274,56	283,66	274,86	274,62	280,21	285,81	285,10	264,13	253,96	239,21	228,18	203,11	188,87
VARIÇÃO % ENTRE AS MEDIÇÕES		19,32%	17,06%	21,42%	17,04%	16,15%	14,41%	10,00%	5,75%	5,86%	13,50%	9,51%	9,32%	11,68%	9,00%	-0,08%	-0,74%	-2,24%	-1,66%	-4,72%	3,33%	-1,26%	0,25%	-1,73%	-1,50%
DIAS DA SEMANA	MÉDIA	152,94	139,25	136,91	135,35	133,91	132,79	135,91	150,85	175,17	211,46	244,43	261,91	268,43	264,18	273,11	282,34	275,38	281,71	263,66	250,90	240,15	225,03	206,43	192,93
MÉDIA DAS VARIÇÕES % ENTRE OS DIAS		8,78%	9,24%	9,56%	8,32%	8,22%	6,95%	8,17%	7,26%	4,63%	5,80%	6,18%	4,10%	3,91%	4,18%	0,69%	3,61%	4,30%	13,83%	11,89%	14,05%	12,76%	9,21%	6,88%	7,25%
FINAIS DE SEMANA	MÉDIA	149,01	143,71	141,50	139,40	138,57	134,96	136,83	134,98	142,10	144,79	147,05	151,64	156,50	157,31	157,43	159,46	158,61	156,51	154,42	153,07	146,52	142,89	140,06	138,70
MÉDIA DAS VARIÇÕES % ENTRE OS DIAS		0,37%	0,12%	1,87%	2,71%	1,33%	3,69%	1,68%	-3,10%	-2,40%	-5,68%	-12,42%	-10,49%	-6,77%	-5,33%	-1,20%	3,25%	2,85%	2,08%	2,76%	0,30%	1,32%	0,35%	5,77%	3,38%

Fonte: O autor (2016).

-----

Anexo 2 - Demanda Horária do Bloco B (kW).



Tarifas aplicadas a clientes em Alta e Média Tensão de fornecimento - Grupo A						
MODALIDADE TARIFÁRIA	SUBGRUPOS					
	A4 (2,3 a 25kV)			AS (Subterrâneo)		
	Tarifa de uso do Sistema de Distribuição (TUSD)		Tarifa Energia (TE)	Tarifa de uso do Sistema de Distribuição (TUSD)		Tarifa de Energia (TE)
	Demanda (R\$/kW)	Energia (R\$/kWh)	Energia (R\$/kWh)	Demanda (R\$/kW)	Energia (R\$/kWh)	Energia (R\$/kWh)
<b>TARIFA HORÁRIA AZUL</b>						
PONTA	12,38	0,07763	0,36024	25,33	0,09521	0,36024
FORA PONTA	7,74	0,07763	0,22596	15,83	0,09521	0,22596
ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA PONTA	24,76	-	-	50,66	-	-
ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA FORA PONTA	15,48	-	-	31,66	-	-
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE	-	-	0,23715	-	-	0,23715
<b>TARIFA HORÁRIA VERDE</b>						
PONTA	7,74	0,37784	0,36024	15,83	0,70965	0,36024
FORA PONTA		0,07763	0,22596		0,09521	0,22596
ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA	15,48	-	-	31,66	-	-
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE	-	-	0,23715	-	-	0,23715
<b>TARIFA CONVENCIONAL BINÔMIA</b>						
INTEGRAL	-	-	-	-	-	-
ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA	-	-	-	-	-	-
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE	-	-	0,23715	-	-	0,23715
<b>BANDEIRAS TARIFÁRIAS – clique aqui e saiba mais</b>						
<b>BANDEIRA VERDE</b>	<b>BANDEIRA AMARELA</b>		<b>BANDEIRA VERMELHA</b>			
Sem acréscimo na tarifa	Acréscimo de R\$0,025 a cada 1 kw/h consumido		Acréscimo de R\$0,045 a cada 1 kw/h consumido			
<b>ATENÇÃO:</b> Esclarecemos que o acionamento da bandeira vigente no mês não é uma multa e (verde, amarela ou vermelha) independe do seu consumo individual. Ela é definida pela ANEEL, com base no custo de geração de energia elétrica do país e aplicada para todos os clientes do território nacional.						

Fonte: AES Eletropaulo (2015).

## Referencias Bibliograficas

ABAIDE A. R. *et al.* Impact of new policies of microgeneration and electricity tariff for residential consumers in LV Network. In: **IEEE PES Conference On Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LA)**, 7 p., 2013.

AES Eletropaulo. **Tarifa de energia Elétrica**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.aeseletropaulo.com.br/cliente-corporativo/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2015.

ANP - Superintendência de Refino, Processamento de Gás Natural e Produção de Biocombustíveis. Boletim Mensal do Biodiesel. **Boletins ANP**. Brasília, Out. 2015, 13 p.

BRASIL. **Lei n. 13.033**, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. **D.O.U.** de 25/09/2014, 3 p.

CHANDEL, S.S. Review of software tools for hybrid renewable energy systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 32, p. 192-205, 2014.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétrica**. Ed. Pearson Education do Brasil, 2009, 486 p.

DEBASTANI *et al.* Auditoria energética em uma agroindústria de laticínios. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 194-202, 2014.

DEBASTANI *et al.* Auditoria energética em uma agroindústria de laticínios. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 194-202, 2014.

DEVIENNE FILHO, R. **Estudo sobre o Mercado de Energia Elétrica Focando a Geração Distribuída**. Publicação do Programa de Energia Brasil-Alemanha, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 33p., 2011

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconomicos. **Comportamento das Tarifas de Energia Elétrica no Brasil – Nota Técnica 147**. Brasília, Ago. 2015, 20 p.

MASSERONI, J.; OLIVEIRA C. M. Utilização de grupos geradores diesel em horário de ponta”. **Revista Modelos**, v. 2, n.2, p. 52, ago. 2012.

MME. **Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/perguntas.html> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

---

1. Engenheiro de Materiais (Centro Universitário Fundação Santo André), Especialista em Qualidade e Produtividade (UNIP), Engenheiro de Segurança do Trabalho (Unisant´anna), Especialista em Gestão de Projetos (Uniban), Mestre em Energia (UFABC) e Doutorando em Energia (UFABC), atualmente, bolsista de doutorado CNPq, dedica-se exclusivamente aos trabalhos relacionados ao doutoramento desenvolvidos nos Campus da UFABC e nas instalações industriais da Zeppelin Latin América, empresa acolhedora do projeto de doutoramento junto a UFABC na modalidade DAI - Doutorado Acadêmico Industrial. Universidade Federal do ABC – UFABC. Brasil. Email: [eduardo.christiano@ufabc.edu.br](mailto:eduardo.christiano@ufabc.edu.br)

2. Possui graduação em Engenharia pelo Instituto Mauá de Tecnologia (1999), pós-graduação em Marketing pela ESPM (2002), Mestrado em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas - SP (2006) e Doutorado em Administração de Empresas com ênfase em Inovação em Cadeia de Suprimentos e Operações pela Fundação Getúlio Vargas - SP (2009). Atualmente é professor da UFABC (Universidade Federal do ABC) vinculado aos Programas de Graduação em Engenharia de Gestão e Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação. Tem experiência e atuação nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão além de ter coordenado e participado de diversos projetos de pesquisa, de desenvolvimento tecnológico, de extensão e de inovação em organizações públicas e privadas. Suas principais áreas de atuação são: Inovação & Capacidade de inovação organizacional; Políticas Públicas para promoção da inovação; Desenvolvimento de novos produtos e serviços; Operations e Supply Chain Management; Estratégias de Gestão Ambiental. Universidade Federal do ABC – UFABC. Brasil. Email: [julio.faco@ufabc.edu.br](mailto:julio.faco@ufabc.edu.br)

3. Possui graduação em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Industrial (1993), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1999) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Atualmente é professor Adjunto IV da Universidade Federal do ABC, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem e simulação, otimização matemática, projeto de engenharia e integração de sistemas energéticos. Universidade Federal do ABC – UFABC. Brasil. Email: [douglas.cassiano@ufabc.edu.br](mailto:douglas.cassiano@ufabc.edu.br)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 29) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados