

# ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE GRUPO GERADOR

Vagner Romero da Rocha Ribeiro<sup>1</sup>

Antônia Ferreira dos Santos Cruz<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de grupo gerador numa grande unidade consumidora, com intuito de atuar no horário de maior consumo de energia elétrica, conhecido como “horário de ponta”, onde o custo da tarifa é substancialmente mais elevado, no caso dessa unidade é de 572% a mais do que o horário fora ponta. Inicialmente foi feito a coleta de dados na fatura de energia para identificar o perfil de consumo da unidade e desenvolver a melhor solução para esse problema. Com essa ação, estudos apontaram para o uso do gerador à diesel, devido a sua atratividade financeira e facilidade de manutenção. Conseqüentemente, espera-se alcançar uma redução em torno de 16% nos custos com energia elétrica após a instalação desse sistema próprio de geração, além do aumento da confiabilidade desse sistema.

**Palavras-chaves:** Eficiência Energética; Gerador à Diesel; Horário de Ponta; Redução de Consumo.

## ABSTRACT

This article presents a technical and economic feasibility study for the implantation of generator set in a large consumer unit, with the intention to act in the schedule of greater consumption of electric energy, known as "rush hour", where the cost of the tariff is substantially higher, In the case of this unit is 572% more than the time off tip. Initially data collection was done on the energy bill to identify the consumption profile of the unit and to develop the best solution for this problem. With this action, studies pointed to the use of diesel generator, due to its financial attractiveness and ease of maintenance. Consequently, it is expected to achieve a reduction of around 16% in electricity costs after the installation of this own generation system, in addition to increasing the reliability of this system.

**Keyword:** Energy Efficiency; Diesel Generator Consumers; End Times; Consumption Reduction.

## 1 INTRODUÇÃO

A crise energética brasileira dos últimos anos, provocada principalmente pelos baixos níveis de água nos reservatórios das usinas hidroelétricas, trouxe uma grande preocupação no que diz respeito à capacidade de fornecimento de energia elétrica do país. Como o Brasil possui a energia hidroelétrica como base da sua matriz energética (cerca de 62%, de acordo com o Banco de Informação de Geração da ANEEL), para continuar suprindo a demanda solicitada ao sistema, usinas termoelétricas tiveram de ser acionadas, gerando uma taxa de acréscimo na tarifa de energia, as famosas bandeiras tarifárias, que, segundo a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL (2017), mostram ao consumidor o preço real da energia e as condições de fornecimento do sistema.

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de engenharia elétrica da. E-mail: vagner\_romero@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente da Escola de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação. Mestre em Energia. E-mail: antonia.cruz@unifacs.br

Outro fator preocupante é o aumento significativo do consumo energético do país, que de acordo com a EPE (Empresa Nacional de Pesquisa Energética) totalizou 39.308 GWh (Gigawatts-hora) no mês de janeiro de 2017, que corresponde a 2,8% a mais quando comparado ao mesmo mês do ano anterior. Isso é resultado da ampla oferta tecnológica, seja a nível residencial ou industrial, pedindo aos setores responsáveis, ações de controle do sistema a fim de evitar um blackout, também chamado de “apagão”. Logo umas das ações tomadas por parte das concessionárias, com autorização da ANEEL, foram multas para consumidores que ultrapassam a demanda contratada e altos valores cobrados pela energia utilizada no horário de ponta.

Para evitar os altos custos com energia elétrica uma alternativa que tem sido apresentada e tem tido boa atratividade técnica e financeira é a implantação de grupos geradores a óleo diesel nas unidades consumidoras de elevado consumo elétrico, visando substituir totalmente ou parcialmente o consumo de energia no horário de ponta. Essa ação foi incentivada pelas distribuidoras que, apesar de não faturarem no período em que os consumidores são supridos por seus geradores, o mesmo gera um alívio ao sistema, diminuindo as chances de ocorrer qualquer tipo de interrupção no fornecimento de energia, o que influencia diretamente nos indicadores de qualidade de serviço das concessionárias, “O elevado custo da energia no horário de ponta tem como intuito minimizar o consumo em tal horário e resguardar o sistema de geração e transmissão de picos de potência. Compete às concessionárias de distribuição determinar a horário do intervalo das três horas é válido. O custo da energia no horário de ponta é tão elevado que justifica mesmo a autoprodução do Diesel” (ANEEL, 2010).

A escolha do Óleo Diesel como combustível para o grupo motor gerador - GMG se deve ao fato de ele ser o mais utilizado no país, segundo o Ministério de Minas e Energia – 2017, tendo inúmeros postos de distribuição e um baixo custo, se considerado aos demais combustíveis do mercado, como gás natural, que além do preço elevado, a oferta é restrita em várias regiões do país, ou quando dispõem desta fonte para geração de energia, os custos atribuídos ao projeto de implantação acabam inviabilizados.

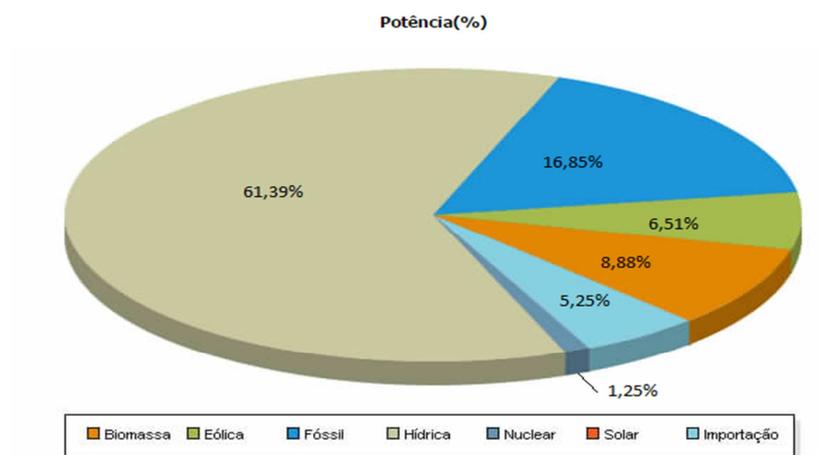
Portanto, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica para a aplicação de grupo gerador para operar em horário de ponta numa unidade consumidora a fim de reduzir o custo da energia elétrica além de trazer confiabilidade ao sistema, suprimindo cargas caso ocorra uma possível interrupção por parte da concessionária.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Geração da Energia Elétrica no Brasil e Crise Energética

O Brasil possui 81 % da sua matriz energética oriundas de fontes renováveis e 18% de não renováveis, que geram em torno de 152.192 MW (megawatts) de energia elétrica, de acordo com o banco de informações de geração da ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica, 2017). Do montante de 4.662 empreendimentos em operação, 219 são usinas hidroelétricas e 2.925 usinas termoeletricas, que as principais fontes de geração de energia, como é visto na Figura 1:

Figura 1 - Participação de Cada Geração na Matriz Energética



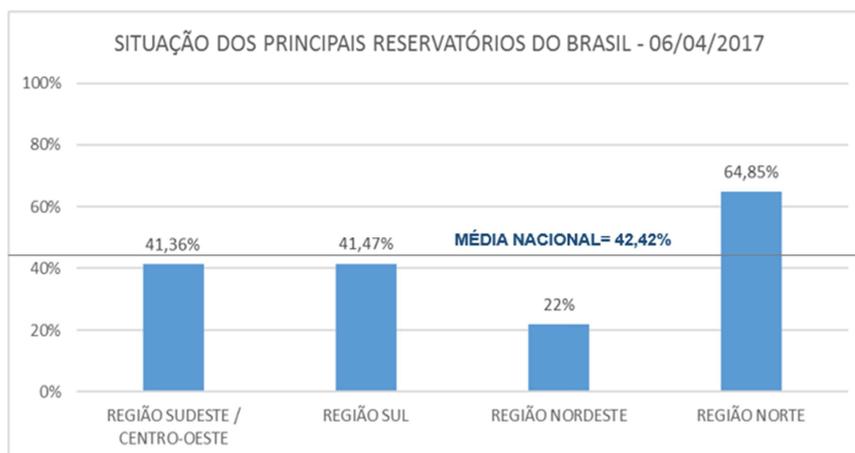
Fonte: ANEEL, 2017

Como observado na Figura 1 acima, as usinas hidroelétricas possuem, aproximadamente, 62% da participação na geração de energia elétrica no Brasil. As usinas termoeletricas seguem em segundo com, aproximadamente 26% nas participações, sendo essenciais na complementação da matriz energética. As outras fontes de energia, como Eólica, Nuclear e a energia importada de outros países compõem com, aproximadamente 12%.

No contexto da utilização da Termoeletrica, devido aos altos custos de operação dessa matriz, ela só é acionada quando as situações dos reservatórios estão abaixo da sua capacidade de geração. E esse cenário é o que tem ocorrido com frequência nos últimos anos. O Brasil, desde 2014 vem passando um preocupante quadro de crise hídrica, acarretado principalmente pela falta de chuvas. Segundo dados obtidos pelo Operador Nacional do Sistema a média da situação dos principais reservatórios do Brasil na primeira semana de abril de 2017 não

chegou a 50%, com destaque para região nordeste, que seus principais reservatórios estão operando abaixo de 25%, conforme Figura 2:

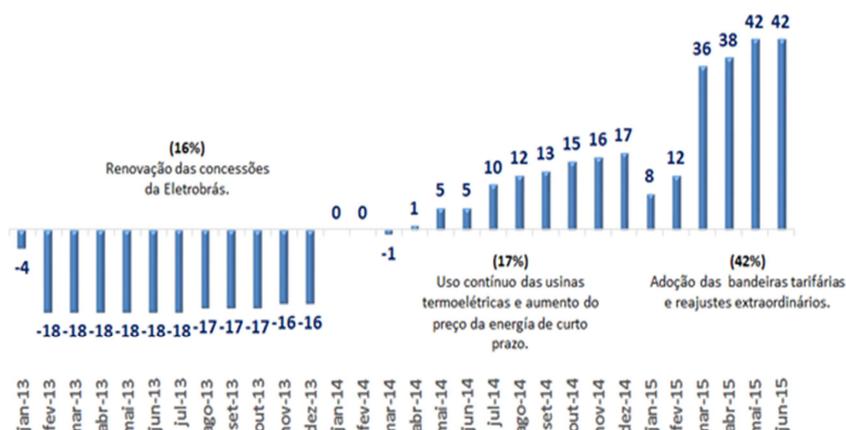
Figura 2 – Situação dos Principais Reservatórios do Brasil-ONS



Fonte: Elaboração Própria, 2017

Devido a essa situação, o governo passou a acionar as usinas térmicas, justamente para suprir a demanda entre as regiões, mas, por ser uma matriz de custos elevados, ocorreram aumentos nos valores das tarifas, reajustes de impostos, além da criação das bandeiras tarifárias. É possível verificar essa elevação nos custos da tarifa elétrica no Figura 3, que mostra o histórico desde antes da crise, em 2013, até a adoção das bandeiras tarifárias nas faturas de energia.

Figura 3 – Evolução da tarifa de energia elétrica, acumulado no ano (em %)



Fonte: DIEESE, 2015

Observa-se na Figura 3 que, o repasse dos valores nas tarifas, desde janeiro de 2014 até junho de 2015 foi, de modo geral, em 42%. Esse aumento é consequência dos investimentos de manutenção na produção de energia, A partir daí, também foi criada as bandeiras tarifárias, como mencionado anteriormente, que foi a maneira encontrada pelo Governo de justificar esses aumentos e repassar aos consumidores.

A composição das cores nas bandeiras tarifárias, segundo o Dieese - 2015, indica se a energia custará mais ou menos em função das condições na geração de eletricidade. A bandeira verde indica condições favoráveis de geração de energia e, nesse caso, a tarifa não sofre acréscimo. Na bandeira amarela, as condições de geração são menos favoráveis e, por isso, a tarifa tem acréscimo de R\$ 2,50 (sem impostos) para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos (e suas frações). Se houver condições mais custosas de geração, a bandeira vermelha é acionada e há um acréscimo de R\$ 5,50 (sem impostos) para cada 100 kWh consumidos - e suas frações.

Com isso, consumidores de grande porte, considerados consumidores do Grupo A, tiveram aumentos expressivos nas suas contas de energia, o que os motivam a entender, de maneira efetiva, sua estrutura tarifária. Para isso ocorra é preciso a compreensão de como é cobrada a energia elétrica e entender os conceitos envolvidos nessas análises.

## **2.2 Conceitos e Definições elétricas**

Segundo o Manual de Tarifação da Energia Elétrica da Eletrobrás, 2011, é necessário conhecer alguns conceitos e definições elétricas. São eles:

- **Consumo de energia elétrica**

Quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kWh). No caso de um equipamento elétrico o valor é obtido através do produto da potência do equipamento pelo seu período de utilização e, em uma instalação residencial, comercial ou industrial, através da soma do produto da demanda medida pelo período de integração.

- **Demanda**

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

- **Demanda contratada**

Demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

- **Demanda de ultrapassagem**

Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).

- **Demanda faturável**

Valor da demanda de potência ativa, identificada de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).

- **Demanda medida**

Maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

- **Energia Elétrica**

Simplificadamente, é o produto da potência elétrica pelo intervalo de tempo de utilização de um equipamento ou de funcionamento de uma instalação (residencial, comercial ou industrial).

- **Horário de ponta**

É o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados.

- **Horário fora de ponta**

Corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam as referentes ao horário de ponta.

- **Período seco**

Período compreendido pelos meses de maio a novembro (7 meses). É, geralmente, um período com poucas chuvas. Em algumas modalidades, as tarifas deste período apresentam valores mais elevados.

- **Período úmido**

Período compreendido pelos meses de dezembro a abril (5 meses). É, geralmente, o período com mais chuvas.

- **Potência**

Quantidade de energia elétrica solicitada na unidade de tempo. A potência vem escrita nos manuais dos aparelhos, sendo expressa em watts (W) ou quilowatts (kW).

- **Tarifa**

Preço da unidade de energia elétrica (R\$/kWh).

- **Tarifa Binômia**

Conjunto de tarifas de fornecimento, constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e à demanda faturável (kW). Esta modalidade é aplicada aos consumidores do Grupo A.

- **Tarifa Monômia**

Tarifa de fornecimento de energia elétrica, constituída por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa (kWh). Esta tarifa é aplicada aos consumidores do Grupo B (baixa tensão).

### 2.3 Modalidades Tarifárias

Segundo a ANEEL, modalidades tarifárias são um conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa, considerando as modalidades Azul, Verde, Convencional Binômia, Convencional Monômia e Branca. Conforme a resolução nº 414/2010 da ANEEL, as unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3kV se enquadra no grupo A caracterizado pela tarifa binômia.

Este grupo de consumidores é dividido em subgrupos, sendo eles:

- **Subgrupo A1** - Tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- **Subgrupo A2** - Tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- **Subgrupo A3** - Tensão de fornecimento de 69 kV;
- **Subgrupo A3a** - Tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- **Subgrupo A4** - Tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- **Subgrupo AS** - Tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

As unidades consumidoras atendidas em tensão abaixo de 2.300 V estão classificadas no Grupo B (Baixa Tensão). Em geral, são residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais e a maioria dos prédios públicos federais, já que, em sua maioria são atendidos nas tensões de 127 ou 220 V.

O Grupo B é dividido em subgrupos, de acordo com a atividade do consumidor, conforme apresentados a seguir:

- **Subgrupo B1** – Residencial e residencial baixa renda;
- **Subgrupo B2** – Rural e cooperativa de eletrificação rural;

- **Subgrupo B3** – Demais classes;
- **Subgrupo B4** – Iluminação pública.

De acordo com a Aneel – 2009, a determinação da estrutura tarifária buscava, além de adequar as tarifas aos custos, melhorar a característica da curva de carga do sistema para otimizar o aproveitamento da capacidade e reduzir os custos relativos a investimentos. Logo, foram definidas tarifas Horo-sazonais para os grandes consumidores, com preços diferenciados para energia consumida nos períodos seco e úmido e para demanda e energia nos horários de ponta e fora de ponta dos sistemas de distribuição, chamados de Tarifa Horo-sazonal Verde e Tarifa Horo-sazonal Azul.

Segundo a Coelba, 2017, a Tarifa Horo-sazonal Verde aplica preços diferenciados para consumo de energia (ponta seca, ponta úmida, fora de ponta seca e fora de ponta úmida), mas pratica preço único para a demanda de potência, assim como na estrutura tarifária convencional. Já a tarifa Horo-sazonal Azul aplica preços diferenciados tanto para consumo de energia (ponta seca, ponta úmida, fora de ponta seca e fora de ponta úmida) quanto para demanda de potência (na ponta e fora de ponta).

A Estrutura Tarifária Horo-sazonal leva em consideração as variações de carga ao longo do dia e a disponibilidade de energia no sistema durante épocas distintas do ano. Essa lógica tarifária tem como principal objetivo dar sinais econômicos ao consumidor para que a curva de carga do sistema possa evoluir de forma a contribuir para um menor custo sistêmico (Empresa de Pesquisa Energética – 2015).

Alguns motivos justificam a aplicação destas tarifas, como estimular o deslocamento de cargas para os horários em que o sistema elétrico estiver menos carregado e orientar o consumo de energia elétrica para períodos do ano em que houver maior disponibilidade de água nos reservatórios das usinas. Isso caracteriza um gerenciamento energético, onde o consumidor busca a redução dos custos com energia elétrica. Há outros, porém, que não conseguem fazer esse tipo de gerenciamento e partem para a geração distribuída, com o mesmo intuito de redução.

## **2.4 Geração distribuída e gerenciamento energético**

De acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), 2017, geração distribuída é a expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próximo do

consumidor, independente da sua potência, tecnologia e fonte de energia. Essa geração pode ser caracterizada da seguinte forma:

- Co-Geradores;
- Geradores que usam como fonte de energia resíduos combustíveis de processo;
- Geradores de emergência;
- Geradores para operação no horário de ponta;
- Painéis fotovoltaicos;
- Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH's.

O conceito envolve, ainda, equipamentos de medida, controle e comando que articulam a operação dos geradores e o eventual controle de cargas (ligamento/desligamento) para que estas se adaptem à oferta de energia.

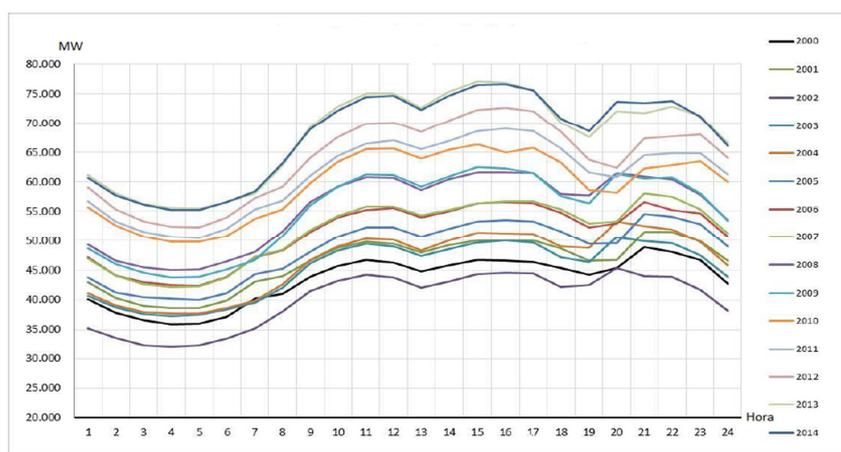
A Geração Distribuída tem vantagem sobre a geração central pois economiza investimentos em transmissão e reduz as perdas nestes sistemas, melhorando a estabilidade do serviço de energia elétrica. Com isso, o interesse nesse tipo de investimento, aliado aos altos custos com o preço da tarifa, que, através da fatura de energia da Coelba em março de 2017 custava R\$ 2,19 na ponta e R\$ 0,38 fora da ponta (572% a mais), fez com que o mercado crescesse.

Segundo a nota técnica DEA (Diretoria de Estudo Econômico – Energéticos e Ambientais) 01/15, do Ministério de Minas e Energia (2015), essa diferença durante muitos anos proporcionou a expansão do mercado de geradores distribuídos, que operam somente no horário de ponta para diminuir a disparidade entre tarifas. Esse fenômeno teve maior intensidade a partir de 2001, ano do racionamento de energia no Brasil, que foi quando o mercado de geradores a diesel aumentou de maneira significativa. Segundo a Revista Brasil Energia (2015), a partir de 01 de dezembro de 2001, o crescimento das aquisições de grupos geradores a diesel, naquele momento, alcançou 220% nas importações, em relação ao período anterior ao racionamento.

Ainda de acordo com a nota técnica DEA 01/15, do Ministério de Minas e Energia (2015), os consumidores brasileiros possuem instalados, de maneira generalizada, uma potência entre 7.000 a 9.000 MW. Isso foi notado após análises da curva de consumo, onde ocorre “afundamento” dessa carga no horário de ponta. Na Figura 4 a seguir, é possível

mostrar o comportamento real desse consumo energético, onde acontece a redução da demanda no horário de ponta, o que pode estar atribuído pela retomada da mesma após esse horário, pode ser atribuído a presença da geração distribuída.

Figura 4 – Evolução da Curva de Carga diária do SIN no verão, de 2000 a 2014



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - 2015

Muito são os fatores podem explicar a mudança do perfil da curva de carga. Entre eles, pode-se destacar o gerenciamento da carga no horário de ponta clássico, alterações no final do expediente no setor comercial e de algumas indústrias, o horário de verão, que afeta a iluminação pública e, claro, o aumento da geração distribuída operando no horário de ponta. Mas não se tem, de concreto, a aferição explícita da quantidade da mesma, pois o que é medido é a alimentação das cargas, que “abate” ou reduz o fornecimento de energia que chega da rede. Essa redução, ao se associar com geração distribuída, pode ser caracterizado com os grupos motogeradores, acionados a gás natural ou a óleo diesel, principalmente o segundo, que cresce de forma significativa.

Segundo EPE – 2015, existe mais de 80 fornecedores de equipamentos desta natureza atuando no mercado nacional de venda, locação e serviços.

As principais decisões de gerenciamento energético usados por consumidores no horário de ponta são os gerenciamentos de carga, ou seja, deslocamento ou desligamento de algumas cargas, eficiência energética, com as quais toda a curva de carga sofre uma redução e a geração de energia no horário da ponta, o que pode acarretar no custo zero de compra de energia (consumo e demanda) durante esse horário.

De acordo com o artigo referente ao 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás – 2005, o elevado custo da energia no horário de ponta tem como intuito minimizar o consumo em tal

horário e resguardar o sistema de geração e transmissão de picos de potência. O custo da energia no horário de ponta é tão elevado que justifica mesmo a autoprodução do Óleo Diesel, que o transforma como o principal combustível para a geração de energia no horário da ponta.

A viabilização no uso do diesel varia de acordo com a região onde se localiza o consumidor final, pois, tanto na tarifa de energia elétrica, que varia de distribuidora para distribuidora, quanto no preço do diesel, a tributação pelo ICMS se apresenta como fator importante.

## **2.5 Gerador à Óleo Diesel**

Grupo Diesel-gerador é um conjunto de motor Diesel e gerador de corrente alternada, convenientemente montados, dotado dos componentes de supervisão e controle necessários ao seu funcionamento autônomo e destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir do consumo de óleo Diesel. Em função dos consumidores de energia elétrica a que se destinam, os grupos geradores são construídos com características especiais que os tornam apropriados para diversas aplicações, desde à aplicação para emergência, como em hospitais, até para geração de energia contínua, onde existe a necessidade de obter energia menos oscilatória.

Segundo Motores e geradores: Princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores, p.1 - 121, maio.2011, de José Pereira, para suprir a necessidade de gerar energia com um menor custo para a empresa é de suma importância a construção de um sistema de produção de eletricidade com grande confiabilidade e primordial que o desempenho do sistema possa gerar pelo menos 30% de economia na tarifa de energia.

Por essa razão, foi escolhido o grupo de gerador diesel, semelhante ao da Figura 5, como maneira eficiente e capaz de solucionar o objeto de estudo desse artigo.

Figura 5 – Modelo de Grupo Gerador



Fonte: STEMAC – 2017

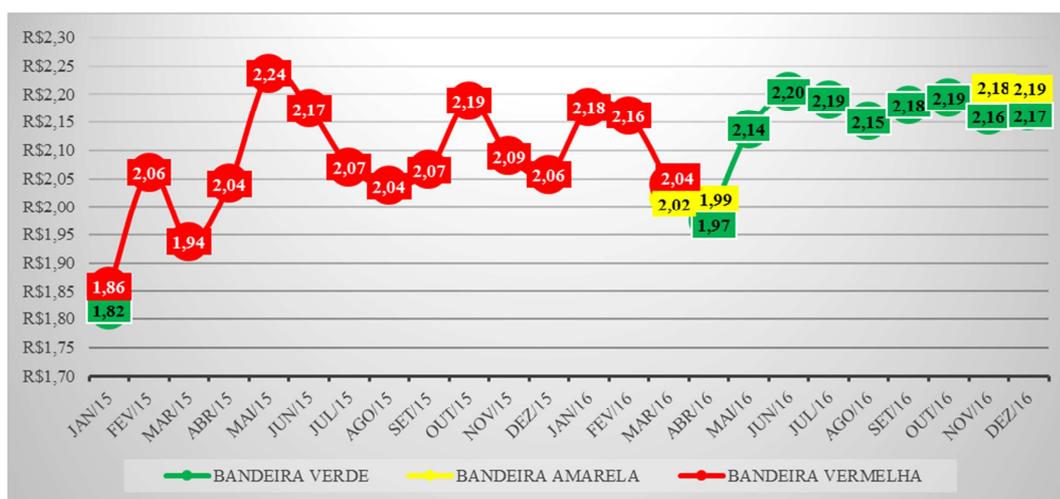
### 3 O ESTUDO

O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica foi aplicado numa unidade consumidora de grande porte, com objetivo na redução efetiva dos custos com energia elétrica, através da implantação de Grupo Gerador, além de trazer confiabilidade ao sistema da mesma, suprindo cargas numa possível falta de energia da concessionária. Esse estudo procurou analisar as faturas de energia dos 2 (dois) prédios da mesma, já que se tratam de contas contrato e subestações distintas, em um período de 24 meses, trazendo informações sobre a variação no valor da tarifa (R\$/kWh) e custos no horário de ponta da unidade.

#### 3.1 Histórico da Tarifa no Horário de Ponta

Por serem duas subestações, cada uma possui uma demanda contratada, sendo a do prédio 1 de 340 kW e a do prédio 2 de 190 kW. São classificadas em A4 Horo-Sazonal Verde e toda alimentação elétrica e transformadores também são independentes. Devido a confidencialidade, mais detalhes dessa edificação não puderam ser descritos. Os dados das faturas de energia serviram para identificar a variação histórica da tarifa no horário de ponta, para houvesse uma análise preliminar da necessidade de intervenção do consumo de energia nesse horário. Com isso, pode-se notar um aumento de 17% no valor da tarifa, além da variação de bandeira tarifária que ocorreu durante esse período analisado, conforme Figura 7.

Figura 7 – Evolução dos custos com energia elétrica na ponta, de janeiro de 2015 a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria – 2017

### 3.2 Consumo Médio das Unidades

Os dados do consumo médio das unidades consumidoras também foram obtidos através das faturas de energia, com um histórico de 24 meses, contados a partir janeiro de 2015. Para o prédio I o consumo médio é de 67.974 kWh/mês, onde, desse total, 4.334 kWh/mês corresponde o consumo na ponta. O prédio II, por sua vez, possui um consumo médio de 44.426 kWh/mês, onde, 3.341 kWh/mês é correspondente ao consumo na ponta. Desta forma, o consumo médio somado das unidades é de 7.675 kWh/mês no horário de ponta e 104.722 kWh/mês no total.

Após essa análise, junto com o histórico da tarifa no horário de ponta, notou-se a necessidade da intervenção de Grupo Gerador nessas unidades, pois o valor pago na fatura de energia com os custos de consumo no horário citado é em torno de 24% do custo total.

### 3.3 Dimensionamento do Grupo Gerador à Óleo Diesel

Para maximizar o ganho no uso do gerador à diesel no horário de ponta, fez-se a simulação da unificação das subestações, somando as demandas contratadas de 340 kW no prédio 1 com 190 kW do prédio 2, que totaliza 530 kW, além de todo o histórico de consumo, tanto na ponta quanto fora ponta, como mostrado na Figura 8.

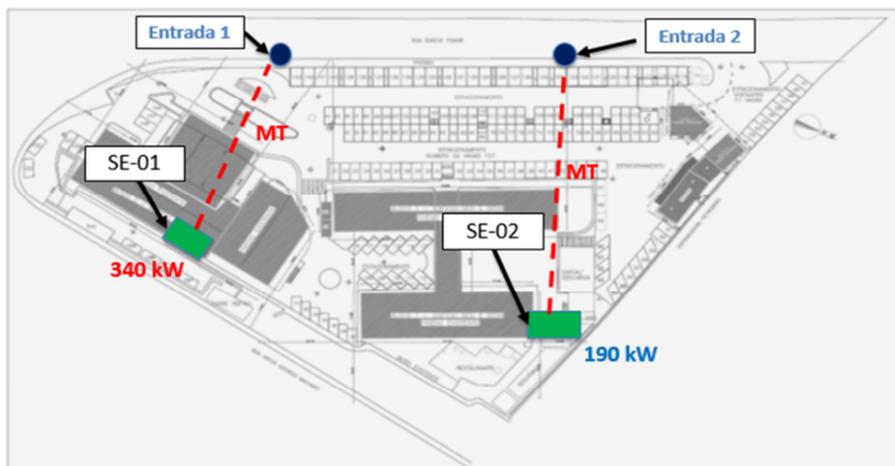
Figura 8 – Simulação da fatura de energia com a unificação das subestações

RESUMO DA FATURA DE ENERGIA		Prédio I - Fatura 01		Prédio II - Fatura 02			Prédio I + II - Fatura Única	
		Modalidade Tarifária	A4 Horosazonal Verde	Modalidade Tarifária	A4 Horosazonal Verde		Modalidade Tarifária	A4 Horosazonal Verde
		Demanda Contratada	340 kW	Demanda Contratada	190 kW		Demanda Contratada	530 kW
		Demanda Registrada Máxima (Ponta)	216 kW	Demanda Registrada Máxima (Ponta)	99 kW		Demanda Registrada Máxima (Ponta)	315 kW
		Demanda Registrada Máxima (Fora Ponta)	355 kW	Demanda Registrada Máxima (Fora Ponta)	206 kW		Demanda Registrada Máxima (Fora Ponta)	560 kW
DESCRIÇÃO	PREÇO (R\$)	QUANTIDADE	VALOR R\$	QUANTIDADE	VALOR R\$	QUANTIDADE	VALOR R\$	
Demanda Ativa (kW)	R\$23,46	355	R\$ 8.317,76	206	R\$ 4.842,02	560	R\$ 13.130,22	
Demanda De Ultrapassagem (kW)	R\$46,92	-	-	16	R\$ 769,47	30	R\$ 1.393,49	
Consumo Ativo Na Ponta (kWh)	R\$2,19	4.336,69	R\$ 9.497,35	3.340,62	R\$ 7.315,96	7.677,31	R\$ 16.813,31	
Consumo Ativo Fora Ponta (kWh)	R\$0,35	63.637,17	R\$ 22.109,62	41.085,77	R\$ 14.274,53	104.722,93	R\$ 36.384,15	
Contribuição Iluminação Pública	R\$177,02	1	R\$ 177,02	1	R\$ 177,02	1	R\$ 177,02	
<b>CUSTO (R\$)</b>		<b>R\$ 40.101,75</b>		<b>R\$ 27.378,99</b>		<b>R\$ 67.898,18</b>		

Fonte: Elaboração própria – 2017

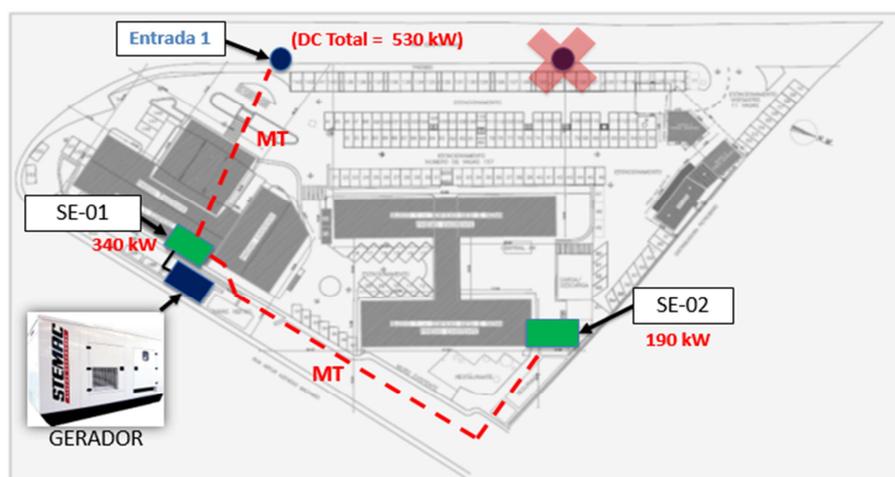
Essa unificação também interfere nos alimentadores das unidades, pois deixariam de existir e passariam por novos encaminhamentos, aumentando a bitola dos condutores existentes, pois a Subestação I assumirá o posto de subestação principal e, a partir dela, sairá a alimentação para a Subestação II que irá alimentar o QGBT-II e os quadros existentes. Essa modificação é ilustrada nas Figuras 9 e 10, que mostram a situação atual e a situação proposta para os alimentadores após a instalação do gerador.

Figura 9 – Situação atual do Sistema Elétrico



Fonte: Elaboração própria – 2017

Figura 10 – Situação proposta do Sistema Elétrico



Fonte: Elaboração própria – 2017

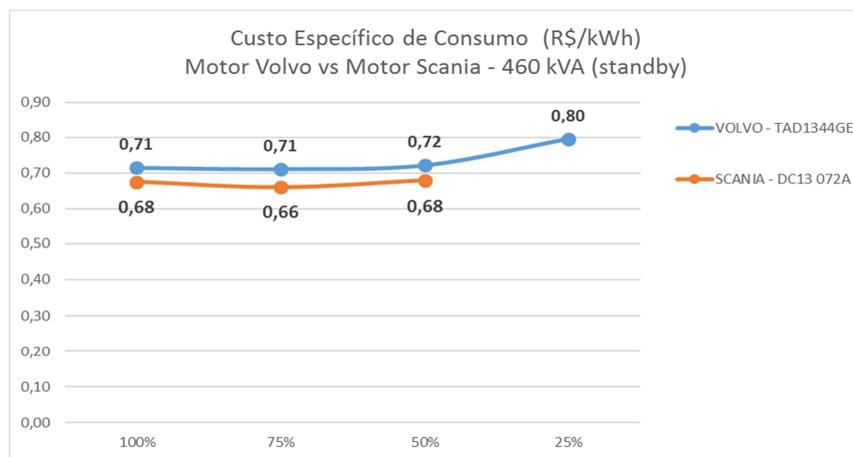
Após isso, verificou-se, junto à fabricantes de geradores a diesel, as potências comercializadas e suas respectivas dimensões para que fosse feito a viabilidade técnica. Foram definidas como propostas duas potências de gerador à diesel, 460 kVA, que atende à demanda apenas no horário de ponta, e de 700 kVA, que além de atender a demanda na ponta, atende também toda a demanda fora ponta caso ocorra uma falta de fornecimento da concessionária. Essa viabilidade foi definida em campo, junto com a equipe da engenharia para identificar a locação do gerador, bem como as intervenções na infraestrutura na unidade.

Com essa verificação e aprovação do corpo técnico, começaram a ser feitos os estudos de viabilidade financeira, analisando os seguintes itens:

- Eficiência energética do motor, para verificar qual o custo, em Reais, por kWh gerado;
- Custos com manutenção e com óleo diesel (Por se tratar de serviços já contratado anteriormente em outras filiais, o valor já é pré-definido pela gerência em R\$ 0,25 por kWh nos custos de manutenção);

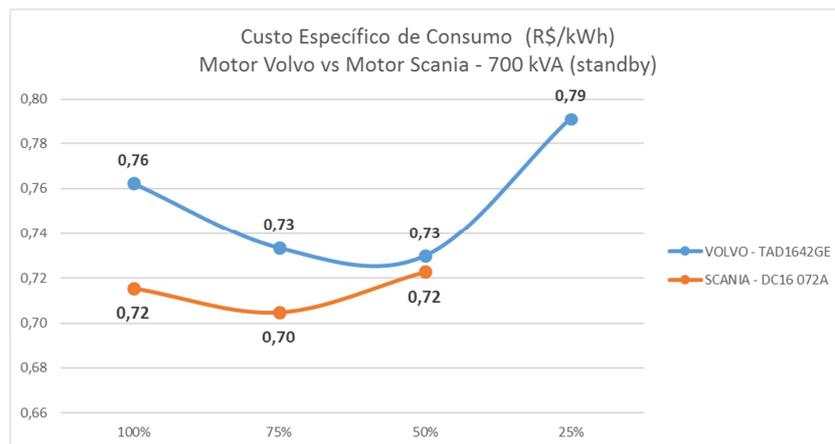
Os itens analisados estão representados nas Figuras 11 e 12. Foram analisadas as duas principais fornecedoras de motor para gerador, a Scania e Volvo.

Figura 11 – Gráfico de simulação do custo específico dos motores para gerador de 460 kVA



Fonte: Elaboração própria – 2017

Figura 12 – Gráfico de simulação do custo específico dos motores para gerador de 700 kVA



Fonte: Elaboração própria – 2017

Essa análise do custo específico do R\$/kWh foi feita através de dados fornecidos nos catálogos dos fabricantes, como rendimento grama por quilowatts hora e o preço do diesel, que foi retirado do site da ANP.

Nota-se que nas Figuras 11 e 12 não possui o valor do funcionamento do motor Scania à 25% pois não é informado no catálogo do mesmo.

A verificação da viabilidade financeira da instalação do Gerador foi de grande importância. O objetivo desta foi proporcionar uma maior precisão nos valores reais de operação além de direcionar a simulação para a realidade da unidade consumidora, maximizando o rendimento dos geradores e a economia a ser obtida por eles.

#### 4 RESULTADOS OBTIDOS

Através da análise de consumo do gerador, custos com manutenção e óleo diesel pôde-se simular uma fatura de energia com a situação atual e as situações propostas, cada uma com sua economia mensal. Além disso, foi feita a lista de investimento para a instalação e o provável retorno financeiro. Fica evidente que esse investimento é vantajoso para empresa pois, com essa quantia investida, numa poupança, por exemplo, onde o juros é em torno de 0,5%, segundo o Banco Central do Brasil, 2017, não se obteria um valor tão esperado quanto o obtido nas Figuras 13 e 14 abaixo.

Figura 13 – Descrição dos itens do investimento para implantação do Gerador

DESCRIÇÃO	CUSTO PARCIAL (460KVA)	CUSTO PARCIAL (700KVA)
PROJETO ELÉTRICO (DETALHAMENTO + APROVAÇÃO)	R\$ 8.000	R\$ 8.000
GRUPO GERADOR STEMAC, MOTOR SCANIA MONTADO EM CONTÊINER.	R\$ 194.590	R\$ 259.950
CHAVE DE TRANSFERÊNCIA PARA COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA ENTRE A REDE DA CONCESSIONÁRIA E O GRUPO GERADOR (QTA)	R\$ 34.870	R\$ 34.870
SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA EM RAMP (STR) (USCA)	R\$ 7.740	R\$ 7.740
SISTEMA DE DESCARTE DE CARGAS (8 CIRCUITOS)	R\$ 3.800	NÃO SE APLICA
TANQUE DE COMBUSTÍVEL 6000L	R\$ 20.000	R\$ 20.000
TELHADO PARA ÁREA EXTERNA DO GERADOR	R\$ 2.500	R\$ 2.500
TRANSFORMADOR À SECO 750kVA	R\$ 35.000	R\$ 35.000
TRANSFORMADOR À SECO 300kVA	R\$ 25.000	R\$ 25.000
SISTEMA DE UPR (RELÉ+ TCS + TPS)	R\$ 15.000	R\$ 15.000
PAINEL GERAL DE BAIXA TENSÃO (PRÉDIO I)	R\$ 35.000	R\$ 35.000
DISJUNTOR DE MÉDIA TENSÃO	R\$ 28.000	R\$ 28.000
CABOS DE FASE E NEUTRO DO GERADOR AO QTA	R\$ 11.700	R\$ 11.700
CABOS DE TERRA DO GERADOR AO QTA	R\$ 1.800	R\$ 1.800
CABOS DE FASE DO TRAFÓ AO QTA	R\$ 13.000	R\$ 13.000
CABOS DE TERRA DO TRAFÓ AO QTA	R\$ 2.000	R\$ 2.000
CABOS DE FASE E NEUTRO DO QTA AO QGBT	R\$ 6.500	R\$ 6.500
CABOS DE TERRA DO QTA AO QGBT	R\$ 1.000	R\$ 1.000
CABOS DE FASE E NEUTRO DO QGBT AO TRAFÓ ELEVADOR [SE I]	R\$ 7.800	R\$ 7.800
CABOS DE TERRA DO QGBT AO TRAFÓ ELEVADOR [SE I]	R\$ 1.200	R\$ 1.200
CABOS DO TRAFÓ ELEVADOR [SE I] AO TRAFÓ ABAIXADOR [SE II]	R\$ 11.250	R\$ 11.250
MÃO DE OBRA	R\$ 46.575	R\$ 52.731
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 512.325</b>	<b>R\$ 580.041</b>

Fonte: Autoria própria – 2017

Esses investimentos referem-se a toda infraestrutura que será feita para adequar o sistema elétrica para a instalação do gerador, como a substituição dos transformadores e

condutores elétricos. Todos os valores dos equipamentos da Figura 13 são baseados em orçamentos antigos já feitos pela unidade ou contatos com empresas fornecedoras, podendo ter variações até o momento efetivo da compra. Em relação ao sistema de descarte de cargas, ele só será necessário para o gerador de 460 kVA quando ocorrer uma falta de energia da concessionária já que a demanda total das duas unidades ultrapassa essa potência.

Figura 14 – Descrição do investimento e retorno financeiro para implantação do Gerador

DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO ATUAL	OPÇÃO 01	OPÇÃO 02
		GRUPO GERADOR CARENADO DE 460kVA	GRUPO GERADOR CARENADO DE 700kVA
<b>INVESTIMENTO</b>			
INVESTIMENTO TOTAL	-	R\$ 512.325,00	R\$ 580.041,00
<b>ECONOMIAS ESTIMADAS</b>			
VALOR DO kWh - NP	R\$ 2,19	R\$ 0,92	R\$ 0,96
VALOR DA FATURA TOTAL (MENSAL)	R\$ 67.898,18	R\$ 58.148,00	R\$ 58.455,09
ECONOMIA ESTIMADA MENSAL	-	R\$ 9.750,19	R\$ 9.443,09
ECONOMIA ESTIMADA ANUAL	-	<b>R\$ 117.002,22</b>	<b>R\$ 113.317,11</b>
<b>PAYBACK</b>	-	<b>4 Anos 4 meses</b>	<b>5 Anos 1 mês</b>
<b>TIR</b>	-	<b>5%</b>	<b>-1%</b>

Fonte: A autoria própria – 2017

Após os investimentos descritos na Figura 13, as economias estimadas para unidade são bastante positivas, seja no valor do kWh na ponta, que passará a custar menos de R\$1,00 por mês, seja no valor final da fatura, que irá ter uma economia mensal de, no mínimo 16%, gerando no final de um ano, aproximadamente R\$111.818,17 de redução com eletricidade, para a escolha da opção 01 e, R\$107.901,63 na escolha da opção 02.

Nessa redução financeira, o investimento é quitado em apenas 4 anos e 6 meses para o gerador de 460 kVA e em 5 anos e 4 meses para o gerador de 700 kVA. Em relação a taxa interna de retorno calculada, o grupo gerador que se mostra economicamente viável é a opção 01, pois possui uma taxa de retorno positiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desse artigo foi o de apresentar uma proposta de redução de custos com energia elétrica, através da geração em horário de ponta, tornando o sistema mais confiável caso ocorra falhas da concessionária. Para isso, foi realizado uma análise de temas que

abordam o óleo diesel como alternativa para geração de energia elétrica: análise de mercado do combustível, operação do equipamento elétrico, estruturas e espaço físico necessário, custos envolvidos e outros temas necessários para implantação de um novo sistema de Grupo Gerador movido a Óleo Diesel, visando à substituição do sistema de distribuição da concessionária no horário de ponta.

Esse estudo também teve um teor de proposta técnica, já que foi apresentado para os executivos responsáveis da unidade, como forma de proposta de redução financeira. A mesma ainda está na pauta da empresa, apenas aguardando a aprovação para seguir a diante ou o adiamento para uma possível melhoria em anos posteriores.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília. 2008. Página 39. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf> >. Acessado em 8 de março de 2017

ANEEL. **Banco de Informação de Geração**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> . Acessado em: 8 mar. 2017

ANEEL. **Regulação Normativa nº 414 de setembro de 2010**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf> . Acessado em: 29 mar. 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/home> Acessado em: 03 mar. 2017.

COELBA. **Opções Tarifárias**. Disponível em: <http://servicos.coelba.com.br/comercial-industrial/Pages/Alta%20Tens%C3%A3o/opcoes-tarifarias.aspx> . Acessado em: 14 abr. 2017.

CPFL, Companhia Paulista de Força e Luz. **Atendimento a Consumidores**. Disponível em: [http://www.cpfl.com.br/atendimento-a-consumidores/bandeira\\_tarifaria/Paginas/default.aspx](http://www.cpfl.com.br/atendimento-a-consumidores/bandeira_tarifaria/Paginas/default.aspx) Acessado em: 06 abr. 2017.

DIEESE. **Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos**. Disponível em: <http://www.dieese.org.br/> . Acessado em 07 mar. 2017.

ELETROBRÁS. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel\\_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf) . Acessado em: 02 maio 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx> . Acessado em: 14 mar. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica DEA 01/15**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents.pdf> . Acessado em: 02 abr. 2017

INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é 'Geração Distribuída'**. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp) . Acesso em: 26 maio 2017.

MME. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/> . Acessado em: mar. 2017

ONS, Operador Nacional do Sistema (Org.). **Volume Útil dos Principais Reservatórios: Sobradinho**. 2017. Período 2016 a 2017. Disponível em: [http://www.ons.org.br/historico/percentual\\_volume\\_util\\_out.aspx](http://www.ons.org.br/historico/percentual_volume_util_out.aspx) . Acessado em: 05 abr. 2017.

PEREIRA, JOSÉ; C. **Motores e geradores: Princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores, p.1 - 121, maio.2011**. Disponível em: <http://www.mecanica.ufrgs.br/mmotor/apostila.pdf> . Acesso em: 01 jun. 2017.

PEREIRA, Ricardo H.; BRAGA, Sergio L.; BRAGA, Carlos V. M. **Geração Distribuída de Energia Elétrica – Aplicação de Motores Bicombustível Diesel/Gás Natural. 3º Congresso de Petróleo e Gás**. Disponível em: [http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433\\_05.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433_05.pdf) . Acesso em: 26 maio 2017.

REVISTA BRASIL ENERGIA. Disponível <http://brasilenergia.editorabrasilenergia.com/> . Acessado em: 09 fev. 2017.

TRACTEBEL ENERGIA. **Estudo da EPE estima que capacidade da geração distribuída do país está entre 7 GW e 9**. Disponível em: <http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/conteudos/estudo-da-epe-estima-que-capacidade-da-geracao-distribuida-do-pais-esta-entre-7-gw-e-9-gw-105436> . Acessado em: 02 abr. 2017