

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

Maíra Matoso Conejo

**ANÁLISE DA GESTÃO ENERGÉTICA DA ESCOLA FRANCISCANA  
IMACULADA CONCEIÇÃO**

Dourados, MS  
2017

**Maíra Matoso Conejo**

**ANÁLISE DA GESTÃO ENERGÉTICA DA ESCOLA FRANCISCANA IMACULADA  
CONCEIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
da Universidade Federal da Grande  
Dourados, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheira de  
Energia.

Orientador: Prof. Dr. Aureo Cezar de Lima

Dourados, MS  
2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

C747a Conejo, Maíra Matoso

Análise da gestão energética da escola Franciscana Imaculada Conceição / Maíra Matoso Conejo -- Dourados: UFGD, 2017.  
85f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Aureo Cezar de Lima

TCC (Graduação em Engenharia de Energia) - Faculdade de Engenharia,  
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Análise tarifária. 2. Controle de demanda. 3. Indicadores energéticos. 4. Gestão de energia. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Maíra Matoso Conejo**

**ANÁLISE DA GESTÃO ENERGÉTICA DA ESCOLA FRANCISCANA IMACULADA  
CONCEIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
da Universidade Federal da Grande  
Dourados, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro de  
Energia.

Aprovado em 12 de abril de 2017

---

Aureo Cezar de Lima, Dr. (UFGD)  
(Presidente/Orientador)

---

Gerson Bessa Gibelli Dr. (UFGD)

---

Ricardo Camparim, Msc. (UFGD)

Dourados, MS  
2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me levar nos braços durante todo esse tempo.

Aos meus pais pela educação que me foi dada, contribuindo para que eu chegasse até aqui.

Ao Professor Aureo Cezar de Lima pela orientação.

Aos amigos pelo apoio em vários momentos ao longo do curso de graduação, em especial, a minha amiga Vanessa Martins de Oliveira, pelo conhecimento compartilhado.

Aos meus familiares pelos incentivos prestados, em especial, agradeço *in memoriam* as Marias pelos conselhos e orações.

Ao meu namorado e amigo pelo companheirismo e paciência durante a realização desse trabalho.

A Escola Franciscana Imaculada Conceição, visto que a realização deste trabalho só foi possível graças a sua colaboração.

## RESUMO

A energia elétrica é empregada intensamente na sociedade contemporânea em geral, e em tudo o que se faz. Dessa forma, surge a necessidade de utilizá-la de maneira inteligente, buscando medidas a fim de evitar o desperdício sem reduzir o fornecimento da mesma. O histórico de consumo e os dados mensais são de grande importância para a elaboração do programa de gestão de energia, pois, eles fornecem informações sobre a contratação de energia e seu uso adequado. Será apresentado neste trabalho um estudo sobre a gestão energética da Escola Franciscana Imaculada Conceição, localizada em Dourados, no estado do Mato Grosso do Sul, com demanda contratada igual a 135 kW e despesa anual com energia elétrica de R\$ 153.239,60. Foi analisado o contrato de demanda, a modalidade tarifária e foram determinados os indicadores de gestão energética fator de carga, preço médio, consumo e custo específico. A partir dos resultados obtidos foi proposto o aumento do contrato de demanda para 190 kW e a permanência da tarifa verde. Também neste trabalho é apresentado o rateio do consumo de energia, estudado da curva de carga e verificado o fator de potência.

**Palavras-chave:** Análise tarifária. Controle de demanda. Indicadores energéticos. Gestão de energia.

## **ABSTRACT**

Electricity is used intensely in contemporary society in general, and in everything that is done. In this way it arises from a need for intelligent use, searching for measures to avoid wastage without reducing the supply of it. The history of consumption and the monthly data are of great importance for the elaboration of the energy management program because they provide information on the contracting of energy and its proper use. This paper will present a study on the energy management of the Franciscana Imaculada Conceição School, located in Dourados, Mato Grosso do Sul State, with contracted demand equal to 135 kW and annual energy expenditure of R\$ 153,239.60. The demand contract was analyzed, the tariff modality and the energy management indicators were determined load factor, average price, consumption and specific cost. The obtained results proposed the increase of the contract of demand to 190 kW and the permanence of the green tariff. It will be made the apportionment of the energy consumption, study of the load curve and verification of the power factor.

**Keywords:** Tariff analysis. Demand control. Energy indicators. Power management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Projeção de Ganhos de Eficiência (TWh) no Brasil para o setor comercial, industrial e residencial para o ano de 2020 .....  | 19 |
| Figura 2 - Comparativo do Histórico de Demanda da Região Sudeste e Centro-Oeste do ano de 2010 e 2016 .....  | 20 |
| Figura 3 - Comparativo do Histórico de Demanda da Região Sudeste e Centro-Oeste do ano 2016 e começo de 2017 .....   | 20 |
| Figura 4 - Histórico de consumo na ponta e fora de ponta da unidade consumidora analisada referente ao período de janeiro a dezembro de 2016 .....   | 38 |
| Figura 5 - Divisão do consumo (kWh) de energia elétrica referente ao período analisado de janeiro a dezembro de 2016 .....   | 38 |
| Figura 6 - Divisão do faturamento (R\$) com energia elétrica referente ao período de janeiro a dezembro de 2016.....   | 39 |
| Figura 7 - Histórico de demanda da unidade consumidora analisada no período entre janeiro a dezembro de 2016.....  | 40 |
| Figura 8 - Gasto total em um ano referente aos diferentes valores de demanda simulados, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016 .....                         | 43 |
| Figura 9 - Economia mensal referente aos diferentes valores de demanda simulados, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016 ..                                  | 43 |
| Figura 10 - Gasto total em um ano referente aos diferentes valores de demanda simulados para o horário de ponta, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016..... | 45 |
| Figura 11 - Gasto mensal para a modalidade horária verde e azul considerando o histórico de consumo e demanda da unidade consumidora no período entre janeiro a dezembro de 2016 .....             | 47 |
| Figura 12 - Curva de carga da escola para o período de integração de 15 min (1/4 de hora) referente ao mês de abril de 2016 .....  | 48 |
| Figura 13 - Preço médio de energia elétrica para o período entre janeiro a dezembro de 2016 .....  | 49 |
| Figura 14 - Fator de carga no horário de ponta e fora de ponta para o período entre janeiro a dezembro de 2016.....  | 50 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 15 - Consumo específico de energia elétrica da unidade consumidora estudada para o período entre janeiro a dezembro de 2016..... | 51 |
| Figura 16 - Custo específico de energia elétrica da unidade consumidora estudada para o período entre janeiro a dezembro de 2016 .....  | 52 |
| Figura 17 - Valores de demanda medidos no quadro geral da escola para o período de 10/11/16 a 15/11/16 .....                            | 54 |
| Figura 18 - Valores de demanda medidos na cantina da escola para o período de 18/11/16 a 24/11/16 .....                                 | 55 |
| Figura 19 - Valores de demanda medidos na quadra .....  | 56 |
| Figura 20 - Valores de demanda medidos no auditório da escola para o período de 31/01/17 a 01/02/17 .....                               | 57 |
| Figura 21 - Divisão do consumo de energia elétrica .....  | 58 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1 - Projeção do consumo de energia elétrica no Brasil 2015-2020 .....  | 18  |
| Tabela 2 - Projeção do percentual de redução do consumo por classe até 2020 .....   | 18  |
| Tabela 3 – Ações e resultados do sistema de gerenciamento de energia elétrica na escola modelo Escola Municipal Aurélio Pires, selecionada em Belo Horizonte – MG ..... | 22  |
| Tabela 4 – Resultados do programa de gerenciamento de energia elétrica para 10 escolas municipais de Maceió – AL .....  | 23  |
| Tabela 5 – Resultados do programa de gerenciamento de energia elétrica para 10 escolas estaduais de Maceió – AL .....   | 23  |
| Tabela 6 - Informações relativas à utilização da energia elétrica da EIC no período de faturamento entre janeiro e dezembro de 2016.....                                | 35  |
| Tabela 7 – Histórico de Consumo e Demanda da EIC referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016.....   | 36  |
| Tabela 8 – Histórico de faturamento com energia elétrica da EIC referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016.....  | 37  |
| Tabela 9 – Tarifas de consumo e demanda da concessionária de energia Energisa, vigente em 2017 .....  | 41  |
| Tabela 10 – Simulação de Demanda contratada referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016 .....   | 42  |
| Tabela 11 – Simulação de Demanda contratada para o horário de ponta referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016.....  | 44  |
| Tabela 12 - Faturamento para o histórico de consumo e demanda da empresa para o período entre janeiro a dezembro de 2016 considerando a modalidade horária verde .....  | 45  |
| Tabela 13 - Faturamento para o histórico de consumo e demanda da empresa para o período entre janeiro a dezembro de 2016 considerando a modalidade horária azul .....   | 46  |
| Tabela 14 - Potência instalada no pré-universitário .....   | 579 |
| Tabela 15 – Rateio da fatura de energia elétrica para EIC, considerando abril de 2016 como mês representativo.....  | 60  |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|            |   |         |
|------------|---|---------|
| ANEEL      | Agência Nacional de Energia Elétrica  |         |
| BNDS       | Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social                            |         |
| C          | Consumo   | kWh     |
| COFIS      | Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social                   |         |
| CONPET     | Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo Brasileiro |         |
| D          | Demanda   | kW      |
| DAC        | Demanda de potência ativa contratada  | kW      |
| DAM        | Demanda de potência ativa medida  | kW      |
| DU         | Valor correspondente à demanda de potência ativa excedente                      | R\$     |
| Eletrobrás | Centrais Elétricas Brasileiras S.A  |         |
| EPE        | Empresa de Pesquisa Energética  |         |
| F          | Faturamento   | R\$     |
| FC         | Fator de Carga  |         |
| ICMS       | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços                              |         |
| INMETRO    | Instituto Nacional de Metrologia  |         |
| NH         | Número de horas   | h       |
| PBE        | Programa Brasileiro de Etiquetagem  |         |
| PEE        | Programa de Eficiência Energética   |         |
| Petrobrás  | Petróleo Brasileiro S.A   |         |
| PGE        | Programa de Gestão de Energia   |         |
| PIS        | Programa de Integração Social   |         |
| PM         | Preço médio   | R\$/kWh |
| PROCEL     | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica                            |         |
| TC         | Tarifa de Consumo   | R\$/kWh |
| TD         | Tarifa de demanda   | R\$/kW  |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>  | <b>14</b> |
| 2.1      | CASO 1 – APLICAÇÃO DE GESTÃO DE ENERGIA EM ESCOLAS PÚBLICAS DE MG                                     | 21        |
| 2.2      | CASO 2 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ - AL | 22        |
| 2.3      | ANÁLISE ENERGÉTICA  | 23        |
| 2.3.1    | O custo da energia elétrica   | 24        |
| 2.3.2    | Sistema tarifário   | 25        |
| 2.4      | INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  | 28        |
| 2.4.1    | Fator de carga  | 29        |
| 2.4.2    | Preço médio   | 31        |
| 2.4.3    | Consumo específico  | 32        |
| 2.4.4    | Custo Específico  | 33        |
| 2.5      | Rateio de Energia   | 33        |
| <b>3</b> | <b>AVALIAÇÃO DA GESTÃO ENERGÉTICA NA ESCOLA FRANCISCANA IMACULADA CONCEIÇÃO</b>                       | <b>35</b> |
| 3.1      | LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES ENERGÉTICAS NA ESCOLA  | 36        |
| 3.1.1    | Histórico de consumo  | 36        |
| <b>4</b> | <b>SIMULAÇÃO E ANÁLISE DA GESTÃO ENERGÉTICA NA ESCOLA</b>   | <b>41</b> |
| 4.1      | ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA   | 41        |
| 4.2      | ANÁLISE DA MODALIDADE TARIFÁRIA PARA A ESCOLA   | 44        |
| 4.3      | Análise da Memória de Massa   | 47        |
| <b>5</b> | <b>INDICADORES DE GESTÃO DE ENERGIA</b>   | <b>49</b> |
| 5.1      | PREÇO MÉDIO   | 49        |
| 5.2      | FATOR DE CARGA  | 50        |
| 5.3      | CONSUMO E CUSTO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA  | 51        |
| <b>6</b> | <b>RATEIO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>  | <b>53</b> |
| 6.1      | QUADRO GERAL  | 53        |
| 6.2      | CANTINA   | 54        |
| 6.3      | QUADRA COBERTA  | 55        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 6.4      | AUDITÓRIO.....                           | 56        |
| 6.5      | SALAS DE AULA DO PRÉ-UNIVERSITÁRIO ..... | 57        |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>        | <b>60</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                  | <b>62</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Qualquer atividade em uma sociedade desenvolvida só é possível com o uso de uma ou mais formas de energia. A energia é empregada intensamente na sociedade em geral e em tudo o que se faz. Surge então a necessidade de utilizá-la de modo inteligente e eficaz (BARBOSA, 2010).

Entre as suas diferentes formas interessam, em particular, aquelas que são processadas pela sociedade e colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias e entre estas, cita-se a energia elétrica. Pode-se afirmar, com segurança, que a energia elétrica é vital ao bem-estar do ser humano e ao desenvolvimento econômico no mundo contemporâneo (BARBOSA, 2010).

Devido à constante ascensão da demanda por energia no mundo, surge a necessidade de buscar maneiras de economizar energia elétrica, bem como melhorar o aproveitamento da geração da mesma, fazendo a população refletir sobre o assunto. A racionalização do seu uso possibilita melhor qualidade de vida, gerando conseqüentemente, crescimento econômico, emprego e competitividade.

Para atender à crescente demanda de energia elétrica preservando o meio ambiente e manter o atual nível de conforto alcançado pelo desenvolvimento científico e tecnológico, dois princípios devem ser seguidos, a expansão do parque gerador e o uso racional da energia (MANZINE, 2000).

O conceito de eficiência energética é reduzir o desperdício e as perdas de energia sem reduzir seu fornecimento. Mundialmente, uma parte da energia que chega a casa das pessoas, às escolas e ao comércio é desperdiçada. Ela não é utilizada de modo eficiente. Portanto, torna-se necessário buscar medidas a fim de evitar o desperdício e as perdas sem reduzir o fornecimento da mesma.

Uma Política de Ação referente à Eficiência Energética tem como meta o emprego de técnicas e práticas capazes de promover o uso “inteligente” da energia, reduzindo custos e produzindo ganhos de produtividade e de lucratividade, na perspectiva do desenvolvimento sustentável (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007).

Após a crise de energia no Brasil em 2001, as empresas compreenderam o quanto é importante a adesão de ações a fim de melhorar o uso final da energia elétrica, pois estas sofreram grandes restrições quanto ao uso de energia, o que

acarretou decréscimo da atividade produtiva (TONIM, 2009).

Em 2002, com o término do racionamento, foi instituída a revisão tarifária extraordinária, que teve como objetivo eliminar as diferenças entre as tarifas de alta e baixa tensão, de forma que os consumidores pagassem o mesmo valor pela energia, e valores diferentes para encargos e uso do sistema de transmissão e distribuição. Assim, os consumidores em alta tensão passaram a ter reajustes maiores em suas tarifas (TONIM, 2009).

Devido à crise econômica de 2009, o foco principal das empresas passou a ser a retenção de custos e, entre os vários custos gerenciáveis, a energia vem assumindo, cada vez mais, uma importância crescente, motivada pela redução de custos decorrentes do mercado competitivo, pelas incertezas da disponibilidade energética ou por restrições ambientais (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007), o que justifica a elaboração deste trabalho.

Com isto, as empresas constataram que, além de adotar medidas de eficiência energética, deveriam melhorar o gerenciamento das faturas de energia, analisando parâmetros como: consumo, demanda, fator de carga, custo e consumo específico, preço médio, e passaram a avaliar a melhor contratação de energia (TONIM, 2009).

Este trabalho tem como objetivo a redução do custo com a energia em uma escola, a análise de como a energia está sendo utilizada na instalação e a divisão dos gastos por setor. Portanto, será analisado o contrato de demanda e a modalidade tarifária, também serão determinados os indicadores de gestão energética: fator de carga, preço médio, consumo e custo específico. Será feito o rateio do consumo de energia, estudo da curva de carga e verificação do fator de potência.

## 2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O gerenciamento de energia de qualquer instalação requer o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, dos hábitos de utilização da instalação e da experiência dos usuários e técnicos da edificação. Por isso, o primeiro passo é conhecer como a energia elétrica é consumida na instalação, e também acompanhar o custo e o consumo de energia elétrica por produto/serviço produzido, mantendo um registro cuidadoso (OLIVEIRA, 2006).

O histórico e os dados mensais da empresa são de grande importância para a elaboração do diagnóstico energético, podendo ser extraídos da fatura de energia elétrica. Esses dados fornecem informações importantes sobre a contratação da energia e seu uso adequado, e permitem a análise do seu desempenho a partir de tomadas de decisões com a finalidade de redução de custos operacionais (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Silva (2015) a gestão escolar deve avaliar o desempenho da eficiência energética nas suas tomadas de decisão, buscando alternativas viáveis para a diminuição dos seus custos financeiros e dos impactos socioambientais. Por isso, é de suma importância que a gestão energética de uma escola esteja em sintonia com os avanços tecnológicos e a legislação vigente desta temática.

As ações de eficiência energética tornaram-se realidade há alguns anos, uma vez que a demanda de energia elétrica tem aumentado. Recentemente, a procura pela eficiência energética é motivada pelas questões relacionadas as mudanças climáticas, decorrentes do aquecimento global do planeta e pelo custo elevado dos combustíveis fósseis. Ambos trouxeram novos argumentos para destacar a eficiência energética, uma vez que estão relacionados ao alto consumo de energia elétrica (BRASIL, 2010).

Existem no Brasil diversas iniciativas de promoção à eficiência energética e conservação de energia oriundos do incentivo do Ministério de Minas e Energia. Abaixo serão abordadas as principais iniciativas.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) resultou de um protocolo firmado em 1984, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), visa prover os consumidores de informações que lhes permitam avaliar e aperfeiçoar o consumo de energia dos equipamentos e eletrodomésticos, selecionar produtos de



maior eficiência em relação ao consumo, possibilitando economia nos custos de energia. Este programa atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais. O Programa incentiva a melhoria contínua do desempenho dos eletrodomésticos, buscando aperfeiçoar o processo de qualidade dos mesmos, o que estimula a competitividade do mercado (SOUZA, 2009).

Em 1991 foi convertido em programa de governo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) que, operacionalizado pela Eletrobrás, atua no segmento de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação (SOUZA, 2009).

O Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo Brasileiro S.A (CONPET) foi instituído em 1991, cuja secretaria executiva é de responsabilidade da Petrobrás. Seu principal objetivo é incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária.

Em 2006, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS) aprovou o PROESCO, programa destinado a financiar projetos de eficiência energética. Esse Programa visa apoiar a implementação de projetos que contribuam para a economia de energia, com foco de ação em iluminação, motores, otimização de processos, ar comprimido, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético. A linha de financiamento contempla ainda os usuários finais de energia interessados em financiar a compra de equipamentos eficientes (SOUZA, 2009).

Existe a consciência de que, cada vez mais, o tema de gestão energética vem merecendo a atenção e o empenho da direção das empresas e de todos os seus níveis hierárquicos (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007).

É importante que as empresas procurem se antecipar às mudanças que ocorrerão quanto às exigências de um novo mercado consumidor, que dará preferência a empresas que possuam o compromisso com a preservação do meio ambiente e com a sustentabilidade energética. O Programa de Gestão Energética (PGE) é uma alternativa para mostrar ao mercado que a empresa está comprometida com esses valores, e um programa de gestão energética bem-

sucedida, promove uma significativa publicidade positiva perante seus clientes e a sociedade em geral (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007).

De acordo com o Guia técnico de Gestão Energética, elaborado pelo PROCEL em parceria com a ELETROBRÁS (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007), a implantação de um PGE deve ser a primeira ação visando reduzir custos com energia em uma empresa. A importância da implantação do PGE deve-se ao fato de que ações isoladas, por melhores resultados que apresentem, tendem a perder o seu efeito ao longo do tempo. Um programa de eficiência energética deve ser estruturado de maneira que os resultados de sua implementação se mantenham e as ações adotadas não percam seu efeito ao longo dos anos.

O PGE visa melhorar a utilização de energia através de orientações, direcionamento, propostas de ações e controles sobre os recursos humanos, materiais e econômicos. A intenção é de reduzir os índices globais e específicos da energia necessária para a obtenção do mesmo resultado (OLIVEIRA, 2006).

O programa de gestão, segundo a Procel/Eletrobrás (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007), é constituído de três estratégias: diagnóstico energético (levantamento da situação); controles dos índices (análise e acompanhamento dos dados); e comunicação do programa e seus resultados (divulgação). Portanto, todas as medidas desenvolvidas no PGE estão enquadradas em um desses pilares, e muitas delas devem ser desenvolvidas simultaneamente. Isto significa que não existe uma estratégia mais importante que a outra.

Neste trabalho apenas a gestão energética será abordada, desta forma, esse termo será mais aprofundado. Segundo Haddad *et al.* (2005), a gestão de energia consiste basicamente no planejamento, análise, controle, comunicação e estabelecimento de ações no que se refere ao uso de energia em uma planta.

De acordo com Oliveira (2006), o gerenciamento de energia hoje é uma atividade em fase de aprimoramento, onde as pessoas estão começando a entender a importância de buscar a otimização do negócio como um todo e não apenas de uma das etapas.

A competitividade da economia moderna obriga as empresas a conhecer detalhadamente seus custos com a energia, rateando-o entre vários setores, dessa forma mais e mais empresas têm avançado na ideia de se gerenciar as grandezas elétricas em cada uma das suas subestações. O PGE tem a finalidade da redução de custo com a energia a partir da otimização dos contratos de demanda, eliminando

as ultrapassagens e fazendo os ajustes do fator de potência (OLIVEIRA, 2006).

De acordo com Lage (2015), não existe apenas um método para realização de um programa de gestão de energia. Pode-se afirmar que os princípios básicos são os mesmos, mas o seu desenvolvimento e aplicabilidade, bem como o nível de execução, poderão ser muito diversos e adaptados à dimensão e complexidade da instalação a ser gerido.

No entanto, em qualquer circunstância, o método e o nível de gestão deverá sempre poder dar satisfação às questões fundamentais: conhecer e contabilizar os consumos de energia; dispor de dados para decidir; agir para otimizar e controlar as situações.

As iniciativas de eficiência energética visam observar as condições de operação, a fim de identificar pontos de desperdício de energia ou cuja utilização pode ser racionalizada. São avaliadas as condições de operação de motores, sistema de iluminação, transformadores, sistema de ar comprimido, condicionamento de ar e, além disso, busca-se analisar como a energia está sendo utilizada, e formas de melhorar o uso da energia disponibilizada, que é o que trata a gestão energética (KRAUSE, 2002).

Morales (2007) afirma que o termo gestão é definido como o ato de administrar ou gerenciar, e este termo vem sendo utilizado em vários segmentos para melhoramento de processos, produtos e serviços. São associadas a esse termo, diversas técnicas e ferramentas para auxiliar nas decisões dos responsáveis pela gestão.

A gestão está ligada diretamente ao uso eficiente e as ferramentas empregadas na busca pela eficiência são aquelas que fornecem dados do histórico de consumo de energia elétrica da unidade e os usos finais, empregadas posteriormente para o acompanhamento e a verificação das iniciativas aplicadas. (MORALES, 2007).

A partir do levantamento de dados da unidade que se aplicará o programa de gestão, as informações obtidas podem ser utilizadas para gerar indicadores que poderão ser utilizados para verificar e controlar gastos visando a eficiência (MORALES, 2007).

Tanto para o lado da oferta quanto para o lado da demanda, a otimização do uso de energia elétrica é interessante. Para o lado da oferta evita-se o investimento para ampliação da rede e da capacidade de geração e, para o lado da demanda, a

otimização representa uma alternativa para a redução nos custos da produção, uma vez que a simples mudança dos procedimentos e hábitos pode ser responsável por significativas economias (BATISTA, 2013).

A Tabela 1 apresenta uma estimativa do consumo total de energia elétrica no Brasil, incluindo a autoprodução para o período 2015-2020.

A projeção do consumo de energia elétrica na rede, para o período 2015-2020, levou em consideração as indicações do acompanhamento e análise do mercado e da conjuntura econômica e energética de 2015, bem como o cenário macroeconômico para 2020, o cenário demográfico adotado para este estudo, as premissas de autoprodução e de eficiência, e, ainda, as premissas relativas aos grandes consumidores industriais. Portanto verifica-se um cenário de aumento de consumo de energia. (EPE, 2015).

Tabela 1 - Projeção do consumo de energia elétrica no Brasil 2015-2020

| <b>Ano</b>     | <b>Consumo (TWh)</b>     |
|----------------|--------------------------|
| 2015           | 519                      |
| 2020           | 633                      |
| <b>Período</b> | <b>Consumo (Δ% a.a.)</b> |
| 2015-2020      | 4,0                      |

Fonte: Adaptado da EPE, 2015.

Na Tabela 2 é apresentada a projeção dos percentuais de redução do consumo por classe, por meio de ações de eficiência energética. Os montantes de ganho de eficiência alcançados, por classe de consumo, são ilustrados na Figura 1.

Tabela 2 - Projeção do percentual de redução do consumo por classe até 2020

| <b>Classe</b> | <b>2020</b> |
|---------------|-------------|
| Residencial   | 7,4%        |
| Industrial    | 3,0%        |
| Comercial     | 5,3%        |
| Outras        | 3,7%        |
| <b>Total</b>  | <b>4,6%</b> |

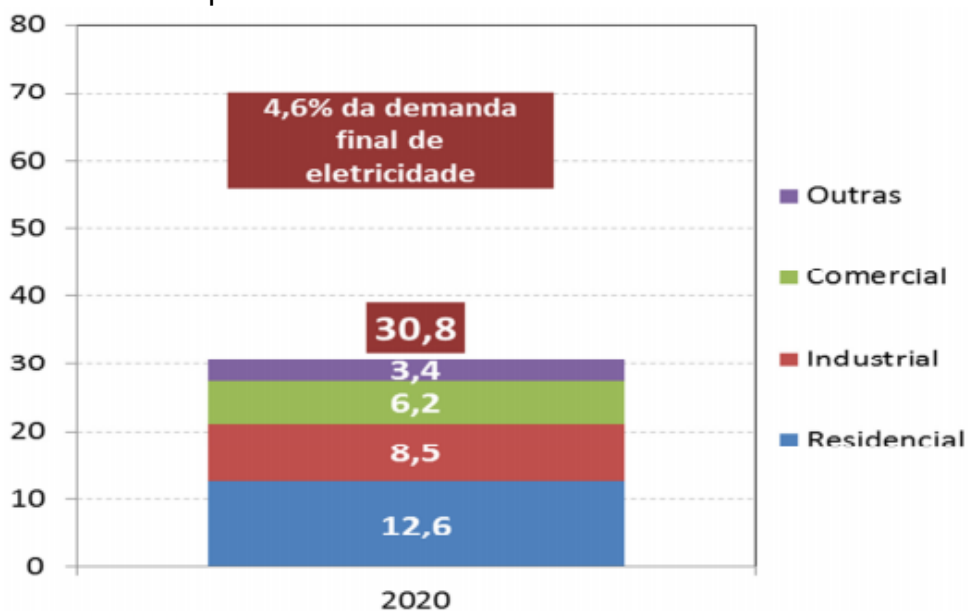
Fonte: Adaptado da EPE, 2015.

A projeção da demanda de energia elétrica contemplou ganhos de eficiência energética ao longo do período 2015-2020 que, juntos, são em média 4,6% do consumo total de eletricidade no ano horizonte. Esse ganho adicional de eficiência

no consumo final de eletricidade representa uma redução no requisito de geração (carga de energia) próximo a 4 GW.

Com o objetivo de utilizar um rendimento médio da eletricidade por setor, ponderaram-se os rendimentos por uso final sua participação. Essa abordagem foi utilizada na formulação das premissas de eficiência no uso da eletricidade (EPE, 2015).

Figura 1 – Projeção de Ganhos de Eficiência (TWh) no Brasil para o setor comercial, industrial e residencial para o ano de 2020

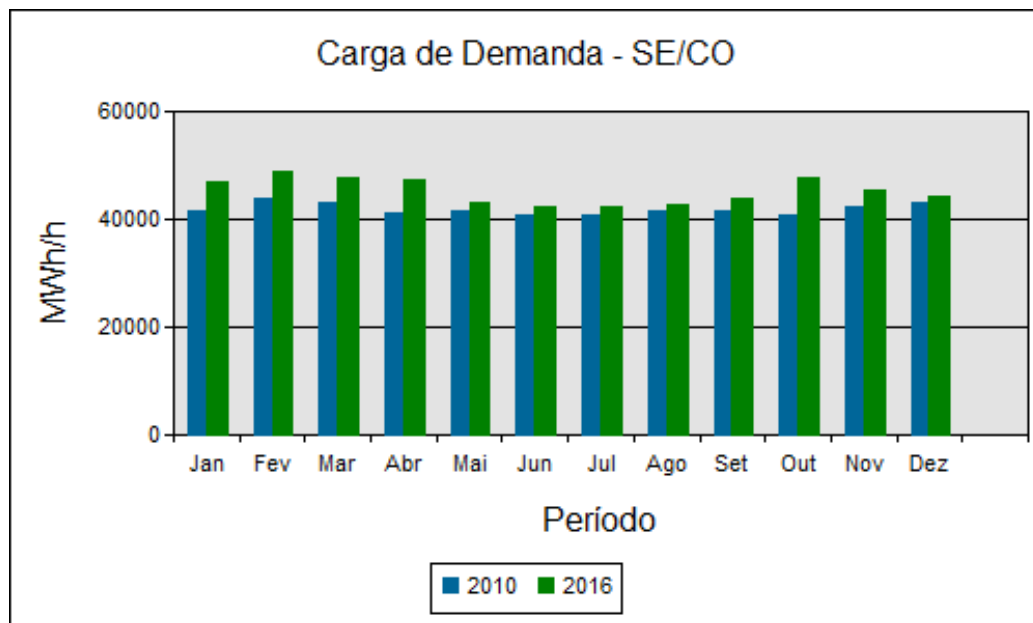


Fonte: Adaptado da EPE, 2015.

É importante ressaltar que foi considerada uma eficientização adicional, por conta do esperado banimento das lâmpadas incandescentes que ocorrerá no horizonte em análise, em função da exigência de altos índices de eficiência energética. Dessa forma, o estoque se tornará mais eficiente no período, pois as lâmpadas existentes serão gradativamente substituídas por outras com consumo específico menor, reduzindo significativamente o consumo específico médio do estoque de lâmpadas (EPE, 2015).

Abaixo, tem-se um comparativo do histórico de demanda da região sudeste e centro-oeste do ano de 2010 e 2016, e outro do ano 2016 com os primeiros meses de 2017, respectivamente nas Figuras 2 e 3.

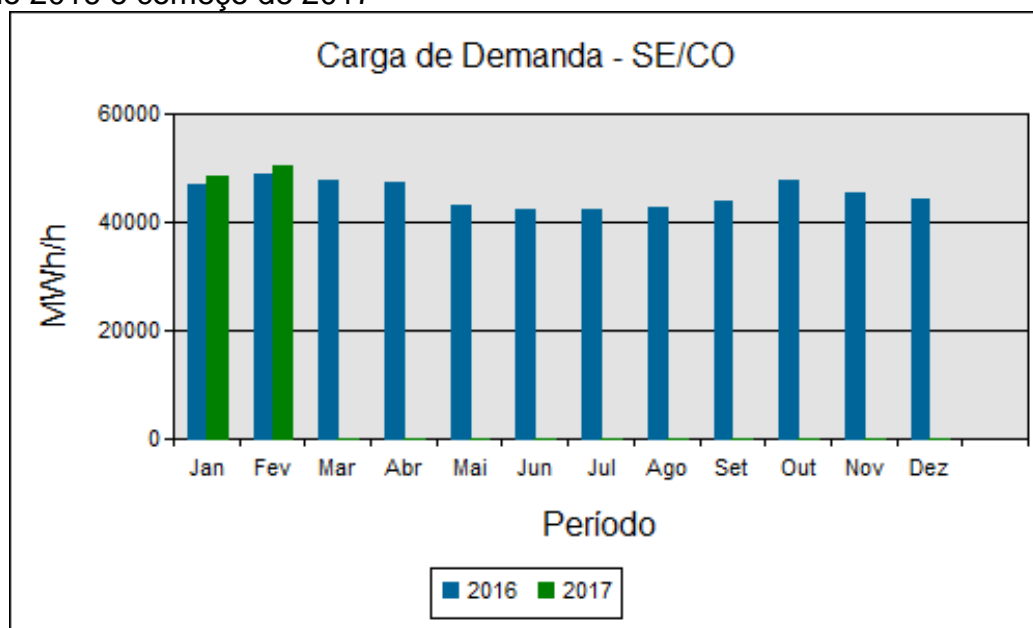
Figura 2 - Comparativo do Histórico de Demanda da Região Sudeste e Centro-Oeste do ano de 2010 e 2016



Fonte: ONS, 2017.

Como pode ser visto, na Região Centro-oeste, a carga de demanda aumenta a cada ano, o que denota a importância em se atuar para reduzir seu crescimento.

Figura 3 - Comparativo do Histórico de Demanda da Região Sudeste e Centro-Oeste do ano 2016 e começo de 2017



Fonte: ONS, 2017.

De acordo com a Figura 3, pode ser visto a crescente demanda para os primeiros meses do ano de 2017 com relação aos meses de 2016.

A seguir serão apresentados dois casos em que foram implantadas ações de gestão energética em escolas. As análises foram realizadas principalmente no sistema de iluminação e condicionamento de ar das unidades. Os casos apresentados são exemplos de simples ações de gestão que podem obter significativas economias, sem, no entanto, prejudicar a qualidade na aprendizagem.

Não foram encontrados trabalhos similares realizados em escolas, realçando o caráter inovador da proposta.

## 2.1 CASO 1 – APLICAÇÃO DE GESTÃO DE ENERGIA EM ESCOLAS PÚBLICAS DE MG

Este caso traz a aplicação da gestão de energia de nove escolas públicas do município de Belo Horizonte/MG. Esse trabalho realizado por Lage (2015), visava a redução dos custos e consumo com energia elétrica.

Para propor ações de redução de consumo foi selecionada a unidade com o menor consumo de energia e, através do levantamento da mesma, foi verificada a redução, em kWh e R\$, mensal e anual, e verificado o impacto das ações. Após essa análise, foi calculado qual seria a redução energética e financeira gerada se a proposição das ações de eficiência energética fosse implementada em todas as unidades de educação do município de Belo Horizonte.

Na Tabela 3 são apresentadas as ações e a economia por ano, para a proposta modelo, considerando tarifa Cemig para poder público baixa tensão (R\$0,44/kWh, com impostos). O autor observa que, nesta análise, não foram levados em consideração gastos economizados com manutenção, produtos com vida útil maior, serviço de mão-de-obra e materiais.

Tabela 3 – Ações e resultados do sistema de gerenciamento de energia elétrica na escola modelo Escola Municipal Aurélio Pires, selecionada em Belo Horizonte – MG

| <b>Ação</b>   | <b>Redução<br/>(kWh/ano)</b> | <b>Economia<br/>(R\$/ano)</b> |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Redução do tempo ligado dos monitores em 2h por dia cada um             | 1.680                        | 740,00                        |
| Substituição dos ventiladores   | 5.174                        | 2.275,00                      |
| Substituição de geladeira e freezer                                     | 2.520                        | 1.120,00                      |
| Substituição do ar-condicionado   | 2.700                        | 1.190,00                      |
| Substituição de lâmpadas e reatores e redução do tempo ligado em 2h/dia | 23.45                        | 10.360,00                     |
| <b>Total</b>  | <b>35.005</b>                | <b>15.685,00</b>              |

Fonte: Adaptado de LAGE, 2015.

Observa-se no trabalho apresentado que, se for considerado que todas as escolas têm um consumo médio aproximado, e se o perfil de consumo de energia da maior parte das unidades for constante, então a proposta para a E.M. Aurélio Pires pode ser estendida para todas as 255 escolas públicas. Assim, a economia de energia e financeira será 8.926.383 kWh/ano e R\$ 3.927.608,00 respectivamente.

## 2.2 CASO 2 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ - AL

Esse outro estudo caso analisado, realizado por Silva (2015), traz um trabalho de eficiência energética em 10 escolas públicas municipais e 10 escolas estaduais de Maceió, realizado com o intuito de reduzir os custos com energia elétrica.

Foram analisados os seguintes elementos: iluminação interna, cor das paredes, altura da área (plano de trabalho) de leitura dos alunos, altura e localização das lâmpadas e ventiladores, bem como a potência elétrica de cada equipamento.

A pesquisa envolveu mais de 200 ambientes, tais como: salas de aula, diretoria, cozinha, banheiro e área de lazer. As principais cargas consumidoras nas escolas foram de iluminação, ventiladores, refrigeradores, condicionadores de ar, freezers e computadores.

As ações de eficiência energética foram: troca de lâmpadas, troca de computadores por outros com monitor LED, substituição de ventiladores e geladeiras e substituição de freezers, bebedouros e ar condicionados por outros com selo de eficiência energética.



Nas Tabelas 4 e 5 são apresentados os resultados com economia. Também é apresentada a comparação entre os valores antes e após do programa de gestão energética.

Tabela 4 – Resultados do programa de gerenciamento de energia elétrica para 10 escolas municipais de Maceió – AL

| <b>Discriminação</b> | <b>Consumo</b> | <b>Valores em real</b> |
|----------------------|----------------|------------------------|
| Valor antes do PGE   | 399.232 kW     | R\$ 232.752,44         |
| Valor após do PGE    | 241.048 kW     | R\$ 140.187,99         |
| Economia anual       | 158.184 kW     | R\$ 92.564,45          |

Fonte: Adaptado de SILVA, 2015.

O autor destaca que o custo para a substituição das lâmpadas e os equipamentos nas 10 escolas municipais foi de R\$ 273.694,00. O custo nas escolas estaduais, por sua vez, foi de R\$ 320.434,50.

Tabela 5 – Resultados do programa de gerenciamento de energia elétrica para 10 escolas estaduais de Maceió – AL

| <b>Discriminação</b> | <b>Consumo</b> | <b>Valores em real</b> |
|----------------------|----------------|------------------------|
| Valor antes do PGE   | 571.544 kW     | R\$ 333.214,01         |
| Valor após do PGE    | 305.306 kW     | R\$ 178.003,10         |
| Economia anual       | 266.238 kW     | R\$ 155.210,91         |

Fonte: Adaptado de SILVA, 2015.

Dessa forma, percebe-se, através da análise do levantamento realizado nas escolas pesquisadas, que as instalações precisam de investimentos e a implementação de medidas para o uso racional e eficiente da energia elétrica. O custo e o tempo de retorno são pequenos quando comparados aos valores de outras alternativas, e os resultados obtidos, relativos à redução do consumo, são imediatos. Com base nesses resultados nota-se que, a partir da implementação das ações, pode-se proporcionar uma economia financeira e contribuir com a redução do valor da conta de energia.

### 2.3 ANÁLISE ENERGÉTICA

O primeiro passo para a análise de gestão energética é conhecer como a energia elétrica é consumida na instalação para, depois, acompanhar o custo e o

consumo de energia elétrica por produto/serviço produzido. O histórico dos dados mensais é de grande importância para a execução do diagnóstico, são eles: consumo e demanda de energia dos últimos 12 meses, principais equipamentos consumidores de energia (que auxiliam na identificação onde as medidas de eficiência trarão maiores benefícios) e períodos de funcionamento dos equipamentos.

Esses dados podem ser obtidos nas faturas emitidas pela concessionária, no levantamento de carga da edificação, e através de entrevistas com os profissionais que atuam no processo administrativo da empresa e com os encarregados e técnicos responsáveis pela manutenção elétrica e mecânica.

O segundo passo do diagnóstico energético é a análise das faturas de energia e do contrato de demanda com a concessionária. Isso permite verificar o potencial de redução das despesas apenas com ajustes de contratos de demanda e de modalidade tarifária, além de averiguar a existência de multas por excesso de energia reativa.

### 2.3.1 O custo da energia elétrica

O custo da energia elétrica para o consumidor irá depender de uma série de fatores. Além dos equipamentos e suas condições operacionais, a forma de contratação da energia poderá causar enormes diferenças de preços entre plantas semelhantes. Um dos fatores relacionados ao custo da energia é a tensão que o estabelecimento está ligado. Essa tensão se divide em dois segmentos, o grupo A e o grupo B.

O grupo B é um grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV. Na baixa tensão (BT), o preço médio da energia é igual para todos consumidores atendidos em um mesmo grupo de tensão, acrescido do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), já que para estes consumidores é cobrado apenas a parcela de consumo (ANEEL, 2017b)

O grupo A é um grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV e de atendimento a partir de redes subterrâneas. Na alta tensão (AT), a tarifa é binômica, ou seja, cobra-se, além

do consumo registrado em kWh, a demanda contratada ou a medida (a que for maior) em kW, mais o ICMS, o PIS e o COFINS. O grupo A é subdividido pelas seguintes tensões, sendo que o grupo de interesse deste trabalho é o A4 (ANEEL, 2017b):

- a) Subgrupo A1 – 230 kV ou mais;
- b) Subgrupo A2 – 88 kV a 138 kV;
- c) Subgrupo A3 – 69 kV;
- d) Subgrupo A3a – 30 kV a 44 kV;
- e) Subgrupo A4 – 2,3 kV a 25 kV;
- f) Subgrupo AS – inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo.

Para os consumidores do grupo A a tarifa é binômia, ou seja, há a inserção da demanda de potência na conta. Para estes consumidores, sendo faturado o consumo e a demanda há variação no preço médio da energia elétrica ao longo dos meses. O conceito de preço médio de energia será abordado em um tópico específico.

### 2.3.2 Sistema tarifário

Para a análise tarifária da escola, será necessário conhecer os sistemas tarifários presentes. No Brasil os sistemas tarifários existentes buscam repassar a variação do custo de geração ao consumidor através de tarifas de consumo de energia e de demanda. Estas tarifas foram criadas de maneira que, em horários onde se apresentam maiores custos do sistema elétrico de potência, seus preços também sejam maiores, ou seja, a energia no horário de ponta fica mais cara, dependendo do sistema tarifário. Da mesma forma, nos horários e nos dias em que o fator de utilização do sistema elétrico é pequeno e a demanda fornecida pela capacidade instalada é baixa, as tarifas possuem preços menores. Essa é uma maneira de estimular o uso da energia nestes horários e dias. As unidades com fornecimento de energia elétrica em alta tensão podem se enquadrar na modalidade tarifária convencional, verde ou azul.

Na modalidade tarifária convencional se aplica os mesmos valores de tarifa para a demanda e consumo, sem distinção entre horário de ponta e fora de ponta. Esta modalidade não existe mais. (ANEEL, 2017a)

Na modalidade tarifária horária verde, as tarifas de consumo são

diferenciadas para o horário de ponta e fora de ponta, no entanto, possui somente uma tarifa de demanda de energia elétrica. Na concessionária Energisa, o horário de ponta adotado é das 17h30min até as 20h30min e o horário fora de ponta, as demais horas. O horário de ponta vale para os dias de semana, com exceção dos dias que são feriados definidos.

A modalidade tarifária horária azul é uma modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e da bandeira tarifária (apresentada a seguir) vigente para o período, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com o horário fora de ponta e horário de ponta (ANEEL, 2017a).

Os consumidores com fornecimento em tensão primária inferior a 69 kV, com demanda contratada igual ou inferior a 2.500 kW podem ser enquadrados no sistema tarifário azul ou verde. (ANEEL, 2017a)

Em 2015 entrou em vigor o sistema de bandeiras tarifárias. Esse sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha que indicam se as condições de geração estão mais ou menos custosas. Portanto, o consumidor pagará mensalmente um valor adicional em sua fatura de energia elétrica caso a geração de energia esteja desfavorável, ao invés de um período fixo no ano, que era determinado entre maio a novembro como período seco e de dezembro a abril como período úmido, onde as tarifas de consumo eram diferentes.

A bandeira verde representa que há condições favoráveis de geração de energia, a amarela indica condições de geração menos favoráveis, a vermelha patamar 1 indica condições mais custosas para a geração de energia elétrica e a vermelha patamar 2 indica condições ainda mais custosas de geração. As tarifas têm valores crescentes e são informadas aos consumidores quando se encontram na condição verde, amarela ou vermelha (ANEEL, 2017a).

A apresentação das equações das despesas com fornecimento de energia pela concessionária é necessária para averiguar o custo da energia. A seguir são apresentadas as Equações 1, e 2 utilizadas para a determinação das despesas com energia para os consumidores que se enquadram na modalidade tarifária azul ou verde, respectivamente.

$$F_{Azul} = TC_P \cdot C_P + TC_{FP} \cdot C_{FP} + TD_P \cdot D_P + TD_{FP} \cdot D_{FP} \quad (1)$$

Onde:

$F_{\text{azul}}$  - Faturamento modalidade tarifária azul (R\$)

$TC_p$  - Tarifa de consumo na ponta (R\$/kWh)

$C_p$  - Consumo na ponta (kWh)

$TC_{fp}$  - Tarifa de consumo fora da ponta (R\$/kWh)

$C_{fp}$  - Consumo fora ponta (kWh)

$TD_p$  - Tarifa de demanda na ponta (R\$/kW)

$D_p$  - Demanda na ponta (kW)

$TD_{fp}$  - Tarifa de demanda fora da ponta (R\$/kW)

$D_{fp}$  - Demanda fora da ponta (kW)

$$F_{\text{Verde}} = TC_p \cdot C_p + TC_{FP} \cdot C_{FP} + TD \cdot D \quad (2)$$

Onde:

$F_{\text{verde}}$  - Faturamento modalidade tarifária verde (R\$)

$TD$  - Tarifa de demanda (R\$/kW)

$D$  - Demanda (kW)

A demanda é a 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. No entanto, existe diferença entre demanda contratada, demanda faturável, demanda medida e demanda de ultrapassagem.

De acordo com a Resolução ANEEL 414 de setembro de 2010 (ANEEL, 2010) a demanda contratada é a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento, e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento. Para a determinação da demanda que apresentará, ao final de um ano, a menor despesa com energia, é necessário fazer uma simulação para diferentes valores. Para essa simulação deve-se utilizar as demandas registradas da unidade consumidora durante o período analisado (OLIVEIRA, 2014).

Demanda medida, por sua vez, é a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 minutos durante o período

de faturamento.

Demanda faturável é valor da demanda de potência ativa, identificado de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa. A demanda de ultrapassagem, por fim, é a parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada.

A Tarifa de ultrapassagem é a tarifa aplicável sobre a diferença entre a demanda medida e a contratada quando a primeira exceder em 5% a segunda, multiplicado por duas vezes o valor da tarifa regular, como é apresentado na Equação 3.

$$DU = (DAM - DAC) \times 2 \times TD \quad (3)$$

Onde:

DU - Valor correspondente à demanda de potência ativa excedente (R\$)

DAM - Demanda de potência ativa medida (kW)

DAC - Demanda de potência ativa contratada (kW)

TD - Tarifa de demanda (R\$/kW)

Incidem sobre o faturamento como já mencionado no item 2.3.1 os seguintes impostos: ICMS, PIS e COFINS. A fórmula de cálculo é chamada de cobrança “por dentro” dos tributos, e é estabelecida pelas leis estaduais e federal correspondente e implica que os valores desses tributos integram a própria base de cálculo sobre a qual incidem suas respectivas alíquotas. Na Equação 4 mostra como é feito este cálculo.

$$\text{Valor a ser cobrado do consumidor} = \frac{\text{Total da conta de energia}}{1 - (\text{PIS} + \text{CONFINS} + \text{ICMS})} \quad (4)$$

## 2.4 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com Batista (2013), podemos afirmar, de maneira geral, que a eficiência energética aumenta quando conseguimos realizar um serviço com uma quantidade de energia menor do que a que era usada normalmente. Para deixar claro esta melhoria, utilizam-se os chamados indicadores de eficiência energética.

Dentre os mais utilizados estão: consumo e custo específico, fator de carga e preço médio da energia.

#### 2.4.1 Fator de carga

Segundo Batista (2013), o fator de carga, que pode ser obtido através dos dados presentes nas contas de energias, é um dos indicadores mais importantes de eficiência, pois permite ao gestor analisar como a energia vem sendo utilizada ao longo do tempo.

O fator de carga é um índice cujo valor varia entre zero e um. Ele aponta a relação entre o consumo de energia elétrica e a demanda de potência máxima em determinado espaço de tempo.

Um fator de carga próximo da unidade indica que a energia elétrica está sendo utilizada uniformemente ao longo do tempo, ou seja, a energia está sendo utilizada de forma racional. Já um fator de carga baixo, indica que houve picos de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, indicando uma demanda elevada neste mesmo período, e sinalizando que a energia não está sendo usada de maneira uniforme (BATISTA 2013).

A melhoria do fator de carga, além de diminuir o preço médio pago pela energia elétrica consumida, conduz a um melhor aproveitamento da instalação elétrica e a uma otimização dos investimentos na mesma (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007). Uma vez que se mantém o processo e o tempo de execução constante, a menor demanda, chamada demanda média, consiste-se na relação direta do consumo pelo tempo.

Quando a demanda máxima iguala à demanda média, o fator de carga é igual a 1, o que significa menor investimento, tanto no setor elétrico, quanto nas instalações internas do consumidor, uma vez que o dimensionamento dos equipamentos para distribuição de energia é realizado em função da demanda máxima.

O tempo para o cálculo do fator de carga pode ser convencionado como 730 horas por mês, que representa o número médio de horas em um mês genérico do ano (365 dias/12 meses) x 24 horas. Na prática, o número de horas dependerá do intervalo de leitura (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007). As Equações 5, 6 e 7

serão utilizadas para calcular o fator de carga para as modalidades tarifárias verde e azul:

$$FC_{\text{médio}} = \frac{C}{D \times NH_{\text{Total}}} \quad (5)$$

Onde:

$FC_{\text{médio}}$  - Fator de carga médio

C - Consumo (kWh)

D - Demanda (kW)

$NH_{\text{Total}}$  - Número de horas (horas)

$$FC_{\text{Ponta}} = \frac{C_p}{D \times NH_p} \quad (6)$$

Onde:

$FC_p$  - Fator de carga na ponta

$C_p$  - Consumo na ponta (kWh)

$D_p$  - Demanda na ponta (kW)

$NH_p$  - Número de horas no horário de ponta (horas)

$$FC_{\text{FP}} = \frac{C_{\text{FP}}}{D \times NH_{\text{FP}}} \quad (7)$$

Onde:

$FC_{\text{fp}}$  - Fator de carga fora de ponta

$C_{\text{fp}}$  - Consumo fora de ponta (kWh)

$D_{\text{fp}}$  - Demanda fora de ponta (kW)

$NH_{\text{fp}}$  - Número de horas no horário fora de ponta (horas)

Deve ser verificado o fator de carga das últimas 12 faturas de energia elétrica e montar uma planilha com os valores encontrados. Através destes dados, é analisado os meses onde o fator de carga está mais próximo de 1 e, a partir desse mês, buscar formas de gestão para manter o fator de carga neste valor.



Para a análise da gestão energética de uma unidade consumidora é possível se obter dois fatores de carga diferentes, um considerando a demanda faturada e outro, a demanda medida. Ao adotar a demanda faturada obtém-se fator de carga de faturamento, apropriado para o cálculo do preço médio da energia elétrica. Por outro lado, ao se adotar a demanda registrada para o cálculo, o fator de carga refletirá, com maior exatidão, o modo como a energia está sendo utilizada pela unidade consumidora.

#### 2.4.2 Preço médio

O preço médio (PM) no fornecimento de energia em alta e em média tensão é diferente da tarifa; este representa o preço médio no caso de consumidores da baixa tensão.

Para um consumidor faturado com tarifa monômnia, como o caso da maioria dos consumidores residenciais, o preço médio da energia coincide com a própria tarifa de consumo, acrescida dos impostos e taxas definidas por unidade de energia. Todavia, para a tarifa binômnia, com a inserção da demanda de potência na conta e, para avaliação da gestão energética é necessária uma metodologia que determine o preço de cada unidade de energia, uma vez que este varia ao longo dos meses. Este indicador é denominado preço médio da energia e é dado em R\$/kWh.

Portanto, os consumidores de uma mesma modalidade tarifária e grupo de tensão, estando sujeitos às mesmas tarifas podem ter preços médios diferentes, devido ao fator de carga.

O custo médio é inversamente proporcional ao fator de carga, ou seja, quanto maior for o FC, menor será o PM, e vice-versa (ANEEL, 2015).

As Equações 8 e 9 serão utilizadas para o cálculo do preço médio:

$$PM = \frac{\text{Fatura}}{\text{Consumo}_{\text{total}}} \quad (8)$$

Onde:

PM - Preço médio (R\$/kWh)

Fatura - Fatura de Energia Elétrica (R\$)

Consumo<sub>total</sub> - Consumo total de energia elétrica (kWh)

$$PM = \frac{\text{Fatura}}{\text{Demanda} \times \text{NH} \times \text{FC}} \quad (9)$$

Onde:

PM- Preço médio (R\$/kWh)

Fatura - Fatura de Energia Elétrica (R\$)

Demanda- Demanda de energia Elétrica (kW)

NH- Número de horas (horas)

FC - Fator de carga

Quanto menor o valor do preço médio de energia, menor o custo da energia utilizada e, dessa forma, um melhor aproveitamento dos equipamentos e um aumento na vida útil da instalação elétrica, pois, houve a redução dos picos da demanda.

#### 2.4.3 Consumo específico

O consumo específico é um índice que relaciona a energia elétrica consumida com uma grandeza que caracterize a atividade da instalação. Indica, então, o total de energia consumida para a prestação de um determinado serviço. É um dos parâmetros mais importantes para estudos que envolvem o uso racional de energia nas empresas. A importância deste indicador dá-se ao fato de tratar-se de um índice que facilita a comparação com outras unidades ou empresas e permite a apuração das economias e resultados (KRAUSE, 2002).

Muitas variáveis podem influenciar no consumo específico tais como clima, férias, instalação de novos equipamentos, paradas programadas ou não programadas entre outros.

O consumo específico da maioria das unidades consumidoras do setor comercial /serviços é obtido dividindo-se o consumo total (kWh) pelo número de dias realmente trabalhados no intervalo de leitura (kWh / dias trabalhados). Nesse caso, ele serve para demonstrar quanta energia elétrica é realmente utilizada para proporcionar um dia de trabalho da instalação.

Alguns segmentos desse setor (comercial) possuem outros tipos de consumo específicos. Por exemplo: hotéis kWh / diárias ou kWh / número de hóspedes; hospitais: kWh / número de leitos ocupados. Especificamente nesse trabalho, tratando de uma escola será kWh / número de alunos. Na Equação 10 é apresentado o cálculo para obtenção desse indicador energético:

$$\text{Consumo específico} = \frac{\text{Consumo de energia}}{\text{Produção}} \quad (10)$$

#### 2.4.4 Custo Específico

O outro indicador que deverá ser identificado no PGE é o custo específico, que é o produto do preço médio da energia elétrica da empresa pelo consumo específico ou, simplesmente, o custo da energia por unidade ou serviço produzido.

As Equações 11 e 12 podem ser utilizadas para o cálculo desse indicador energético:

$$\text{Custo específico} = \frac{\text{Fatura de energia}}{\text{Produção}} \quad (11)$$

$$\text{Custo específico} = \text{PM} \times \text{Consumo específico} \quad (12)$$

Para consumidores do grupo A existem duas possibilidades para reduzir o custo específico, uma delas é atuar na redução do consumo específico e outra atuar no preço médio.

De acordo Haddad *et. al* (2005), a redução do consumo específico pode ser realizada diminuindo-se a potência ou o tempo de funcionamento do equipamento. Já, para a obtenção de menores preços médios, os contratos de demanda devem ser adequados, deve-se utilizar o melhor enquadramento tarifário e transferir cargas do horário de ponta para o horário fora de ponta.

## 2.5 RATEIO DE ENERGIA

Para que o gerenciamento da energia elétrica possa ser feito de forma adequada, é necessário que se conheça o uso de energia da edificação de forma

detalhada e setorial (MARQUES; HADDAD; GUARDIA, 2007). Para isso, é necessário realizar o levantamento das cargas da instalação e seu horário de funcionamento. A partir desses dados, deve-se proceder ao rateio de energia elétrica na edificação.

O rateio de energia elétrica tem como objetivo identificar o setor que possui uma participação percentual maior no consumo e na demanda da instalação, possibilitando a priorização de onde atuar, de tal forma que as ações tragam melhores resultados.

A principal contribuição desse trabalho é apresentar uma análise que permita aos administradores reduzirem os gastos com a fatura de energia elétrica na escola, orientados pelas informações apresentadas neste estudo, que tem como base as estruturas físicas das escolas, as especificações técnicas dos aparelhos e os hábitos da comunidade escolar.

Os resultados obtidos com esse estudo, a partir de sua implementação, podem proporcionar economia financeira e contribuir com a redução do valor da conta de energia. Será avaliada a adequação da demanda contratada, a melhor escolha da modalidade tarifária e a existência de energia reativa excedente. As ações propostas, relativamente aos indicadores de eficiência energética, ainda reduzirão o preço médio da energia elétrica e o custo específico de energia elétrica.

O presente trabalho apresentará o rateio da energia elétrica entre os principais pontos de consumo da escola. Além da constatação da representatividade de cada setor da escola na conta de energia, a verificação do consumo setorial é uma necessidade dos administradores da escola, uma vez que alguns desses pontos são alugados e, desta forma, o custo da energia influencia na locação.

### 3 AVALIAÇÃO DA GESTÃO ENERGÉTICA NA ESCOLA FRANCISCANA IMACULADA CONCEIÇÃO

A escola avaliada situa-se em Dourados, a rua Firmino Vieira de Matos, 1509 – Vila Progresso, no estado do Mato Grosso do Sul e tem como atividade principal o sistema educacional (infantil, fundamental e médio), além do berçário e projeto RecriEIC. Atualmente há na escola 1.298 alunos matriculados. Seu sistema educacional funciona de segunda a sexta das 06h55min às 12h15min, e das 12h55min às 18h15min. Para o pré-universitário, o horário é das 06h55min às 12h15min e das 13h45min às 17h. Em alguns dias da semana funciona o plantão do pré-universitário das 18h às 21h e, no sábado de manhã, funciona somente a parte administrativa.

O fornecimento de energia elétrica é realizado pela concessionária Energisa, através de uma rede de distribuição na tensão primária de 13.800 V, com posto de transformação interno as instalações de 225 kVA, trifásico, com tensão secundária de 220/127 V.

A Escola Imaculada Conceição (EIC) está classificada na modalidade tarifária verde, subgrupo A4. Na Tabela 6 estão apresentados os dados relativos ao consumo de energia elétrica na escola para o período avaliado. O trabalho foi realizado em conjunto com dois engenheiros, que realizaram as medições de consumo de energia em alguns dos setores da escola. Medições estas que serão utilizadas e apresentadas em um item específico.

Tabela 6 - Informações relativas à utilização da energia elétrica da EIC no período de faturamento entre janeiro e dezembro de 2016

| <b>Parâmetro de consumo</b>      | <b>Situação da empresa</b> |
|----------------------------------|----------------------------|
| Demanda média mensal registrada  | 142,61 kW                  |
| Consumo médio mensal de energia  | 17.149,88 kWh              |
| Despesa média mensal com energia | R\$ 12.769,97              |
| Gasto anual com energia          | R\$ 153.239,60             |

Fonte: Elaboração própria com base nos dados fornecidos pela EIC.

### 3.1 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES ENERGÉTICAS NA ESCOLA

As informações relativas às potências dos equipamentos, faturas de energia e levantamento de carga foram obtidas na própria unidade consumidora com início em novembro de 2016 e término em fevereiro de 2017. A título de conhecimento para obtenção dos dados, as faturas foram disponibilizadas pela Engenheira de Energia Vanessa Martins de Oliveira junto a EIC. Os dados são apresentados a seguir. Nenhuma auditoria anterior havia sido realizada na respectiva escola.

#### 3.1.1 Histórico de consumo

Na Tabela 7 são apresentados os dados relativos ao histórico de consumo e demanda. O consumo total no ano de 2016 foi de 205.798,00 kWh. Na Tabela 8 são apresentados o histórico de faturamento com energia elétrica, com base nos dados obtidos nas faturas. Estes dados serão utilizados para a análise tarifária e análise da demanda contratada permitindo, também, verificar a necessidade de correção de energia reativa excedente.

Tabela 7 – Histórico de Consumo e Demanda da EIC referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016

| MÊS          | Consumo ponta (kWh) | Consumo fora de ponta (kWh) | Demanda contratada (kW) | Demanda tolerada (kW) | Demanda Verificada na ponta (kW) | Demanda Verificada fora ponta (kW) | Demanda Faturada (kW) | Energia Reativa excedente (kvarh) | Fator de Potência |
|--------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|
| jan/16       | 471,00              | 8.422,00                    | 135                     | 141,75                | 26,81                            | 118,57                             | 118,57                | -                                 | 1,00              |
| fev/16       | 723,00              | 11.568,00                   | 135                     | 141,75                | 21,03                            | 141,20                             | 141,20                | 32,00                             | 0,92              |
| mar/16       | 1.492,00            | 22.840,00                   | 135                     | 141,75                | 56,94                            | 199,87                             | 199,87                | 193,00                            | 0,91              |
| abr/16       | 2.067,00            | 26.220,00                   | 135                     | 141,75                | 81,42                            | 196,92                             | 196,92                | 256,00                            | 0,91              |
| mai/16       | 1.844,00            | 25.910,00                   | 135                     | 141,75                | 79,95                            | 192,24                             | 192,24                | 144,00                            | 0,92              |
| jun/16       | 1.161,00            | 9.301,00                    | 135                     | 141,75                | 39,72                            | 65,06                              | 65,06                 | 132,00                            | 0,91              |
| jul/16       | 1.282,00            | 9.096,00                    | 135                     | 141,75                | 31,85                            | 50,67                              | 50,67                 | 107,00                            | 0,91              |
| ago/16       | 1.116,00            | 8.177,00                    | 135                     | 141,75                | 34,56                            | 71,83                              | 71,83                 | 87,00                             | 0,91              |
| set/16       | 1.443,00            | 12.212,00                   | 135                     | 141,75                | 43,29                            | 135,42                             | 135,42                | 125,00                            | 0,91              |
| out/16       | 1.456,00            | 14.818,00                   | 135                     | 141,75                | 49,20                            | 148,09                             | 148,09                | 141,00                            | 0,91              |
| nov/16       | 1.098,00            | 18.304,00                   | 135                     | 141,75                | 34,93                            | 199,99                             | 199,99                | 125,00                            | 0,91              |
| dez/16       | 1.022,00            | 23.755,00                   | 135                     | 141,75                | 36,53                            | 191,51                             | 191,51                | 69,00                             | 0,92              |
| <b>MÉDIA</b> | 1.264,58            | 15.885,30                   | 135                     | 141,75                | 44,6858                          | 142,614                            | 142,614               | 128,27                            | 0,92              |
| <b>TOTAL</b> | 15.175,00           | 190.623,00                  | -                       | -                     | -                                | -                                  | -                     | 1.411,00                          | -                 |

Fonte: (Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada).

Tabela 8 – Histórico de faturamento com energia elétrica da EIC referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016

| MÊS          | Consumo ponta (R\$/mês) | Consumo fora de ponta (R\$/mês) | Total (R\$/mês)  | Demanda faturada (R\$/mês) | Demanda ultrap. (R\$/mês) | Energia reativa exc. (R\$/mês) | Bandeira tarifária (R\$/mês) | Total da conta s/ impostos (R\$/mês) | Total da conta c/ impostos (R\$/mês) |
|--------------|-------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| jan/16       | 646,02                  | 2.390,16                        | 3.036,18         | 1.852,20                   | -                         | -                              | 400,18                       | 5.288,56                             | 6.965,32                             |
| fev/16       | 991,67                  | 3.282,99                        | 4.274,66         | 1.937,26                   | -                         | 6,90                           | 523,35                       | 6.742,17                             | 8.860,95                             |
| mar/16       | 2.046,44                | 6.481,99                        | 8.528,43         | 2.742,21                   | 1.780,03                  | 41,68                          | 611,01                       | 13.762,80                            | 18.105,55                            |
| abr/16       | 2.835,11                | 7.441,23                        | 10.276,34        | 2.701,74                   | 1.699,08                  | 55,3                           | -                            | 15.103,36                            | 19.524,18                            |
| mai/16       | 2.706,67                | 7.897,85                        | 10.604,52        | 2.809,77                   | 1.673,23                  | 34,34                          | -                            | 15.121,86                            | 19.139,22                            |
| jun/16       | 1.712,12                | 2.849,08                        | 4.561,20         | 1.981,80                   | -                         | 31,69                          | -                            | 6.574,69                             | 8.582,83                             |
| jul/16       | 1.890,56                | 2.786,28                        | 4.676,84         | 1.981,80                   | -                         | 25,69                          | -                            | 6.684,33                             | 8.885,28                             |
| ago/16       | 1.645,76                | 2.504,77                        | 4.150,53         | 1.981,80                   | -                         | 20,89                          | -                            | 6.153,22                             | 7.780,75                             |
| set/16       | 2.127,99                | 3.740,77                        | 5.868,76         | 1.987,96                   | -                         | 30,01                          | -                            | 7.886,73                             | 10.115,72                            |
| out/16       | 2.147,16                | 4.539,04                        | 6.686,20         | 2.173,96                   | 384,32                    | 33,85                          | -                            | 9.278,33                             | 11.744,40                            |
| nov/16       | 1.619,22                | 5.606,88                        | 7.226,10         | 2.935,85                   | 1.908,10                  | 30,01                          | 46,92                        | 12.146,98                            | 15.517,30                            |
| dez/16       | 1.507,14                | 7.276,63                        | 8.783,77         | 2.811,36                   | 1.659,13                  | 16,56                          | 343,31                       | 13.614,13                            | 18.018,11                            |
| <b>MÉDIA</b> | <b>1.822,988</b>        | <b>4.733,139</b>                | <b>6.556,128</b> | <b>2.324,809</b>           | <b>1.517,315</b>          | <b>29,72</b>                   | <b>384,954</b>               | <b>9.863,097</b>                     | <b>12.769,97</b>                     |
| <b>TOTAL</b> | <b>21.875,86</b>        | <b>56.797,67</b>                | <b>78.673,53</b> | <b>27.897,71</b>           | <b>9.103,89</b>           | <b>326,92</b>                  | <b>1.924,77</b>              | <b>118.357,2</b>                     | <b>153.239,6</b>                     |

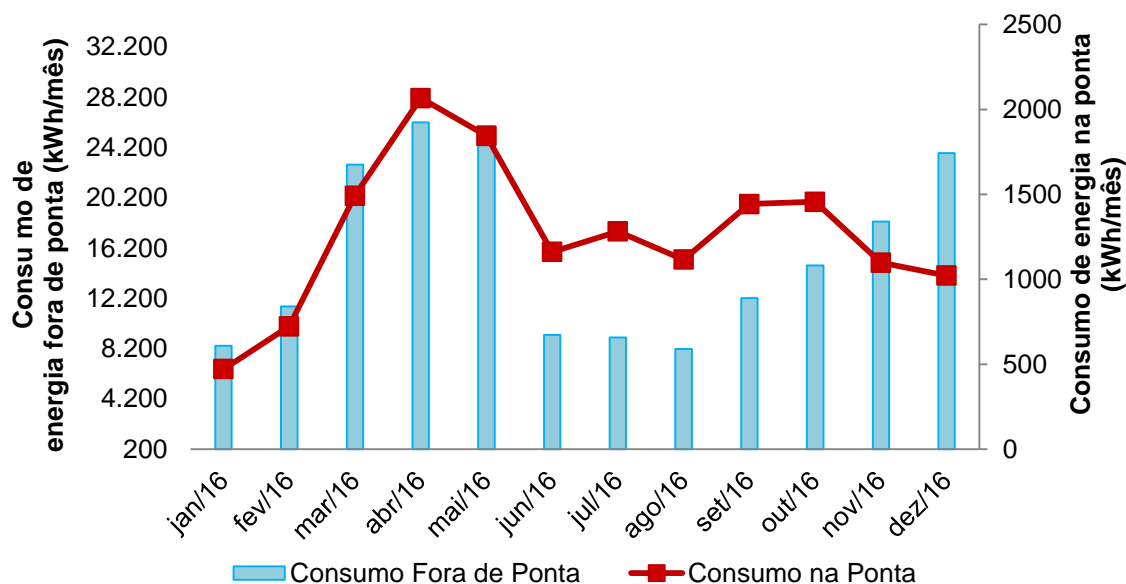
Fonte: (Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada).

A Tabela 8 mostra os dados referentes aos gastos com energia elétrica da escola. A média mensal foi de R\$ 12.769,97, um total de R\$ 153.239,60 no ano analisado. Vale ressaltar que deste montante, a escola teve um gasto anual de R\$ 9.103,89 com ultrapassagem de demanda, o que justifica o estudo do contrato de demanda da unidade consumidora com a concessionária. Por meio dos históricos analisados verificou-se que há um pequeno excedente de energia reativa, uma média mensal de R\$ 29,72, assim, este assunto não será aprofundando neste trabalho.

A demanda média registrada foi de 142,61 kW, sendo que a demanda contratada neste período era de 135 kW com tolerância de até 141,75 kW.

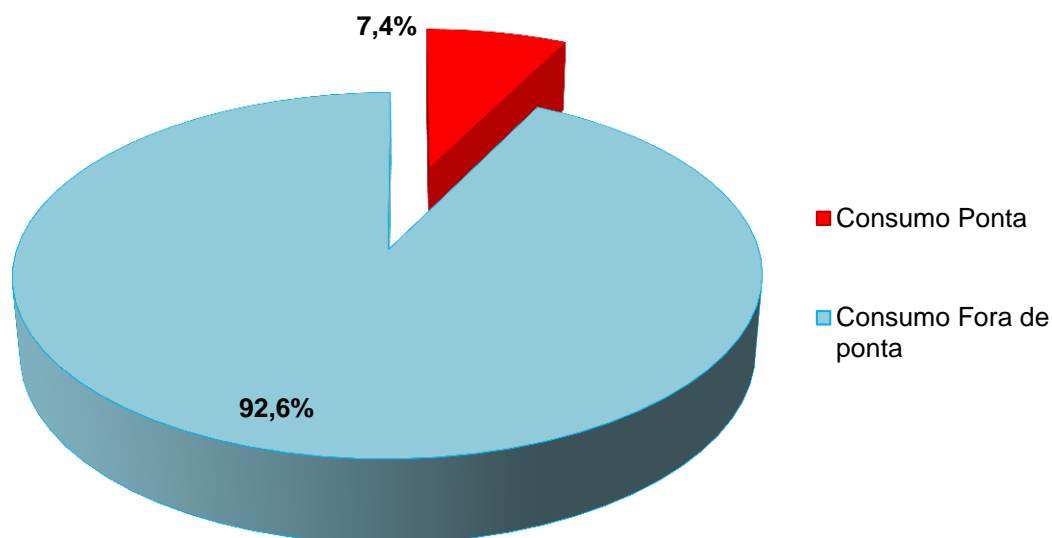
Os gráficos das Figuras 4 e 5 apresentam os dados de consumo e o percentual registrado no horário de ponta e fora de ponta, respectivamente. O consumo na escola é predominante no horário fora de ponta, porém há realização de atividades no horário de ponta, além de aulas dos estudantes do ensino médio. Nota-se consumos menores nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho e setembro devido as férias escolares e ao período de inverno.

Figura 4 - Histórico de consumo na ponta e fora de ponta da unidade consumidora analisada referente ao período de janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada.

Figura 5 - Divisão do consumo (kWh) de energia elétrica referente ao período analisado de janeiro a dezembro de 2016



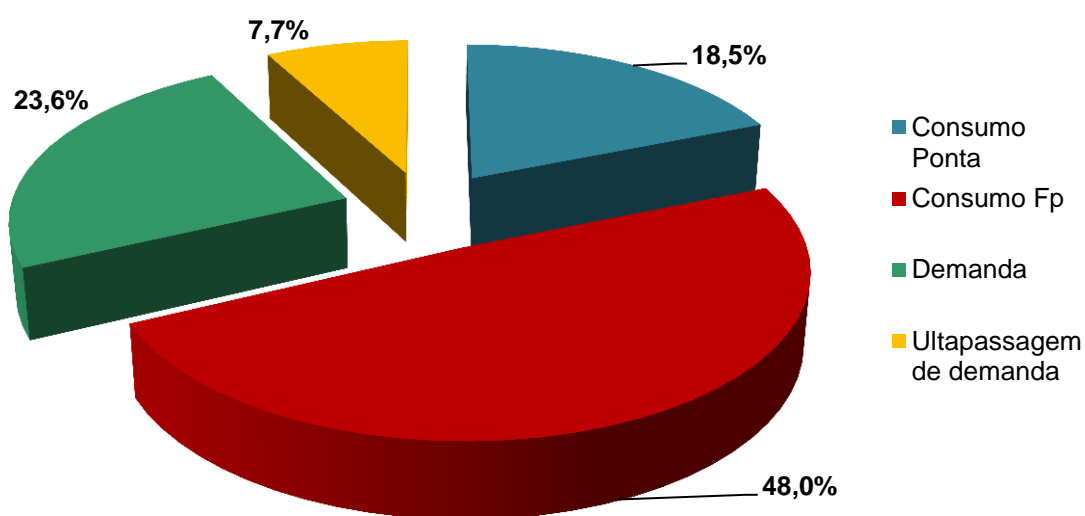
Fonte: Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada.

O consumo médio mensal da instalação é de 17.149,88 kWh, sendo que a média é de 15.885,30 kWh no horário fora de ponta e 1.264,58 kWh na ponta. Percentualmente isso representa 92,6% para o consumo fora de ponta e 7,4% na ponta, como pode ser observado no gráfico da Figura 5.



Já o gráfico da Figura 6 apresenta a divisão média de cada componente da fatura de energia elétrica em reais. Observa-se que a maior parte dos gastos se deve ao consumo fora de ponta, 48% do total, 18,2% consumo refere-se ao horário de ponta, e 7,7% é referente a multa por ultrapassagem de demanda. Este gasto pode ser reduzido, já que a adequação do contrato de demanda faz com que sejam evitadas multas.

Figura 6 - Divisão do faturamento (R\$) com energia elétrica referente ao período de janeiro a dezembro de 2016



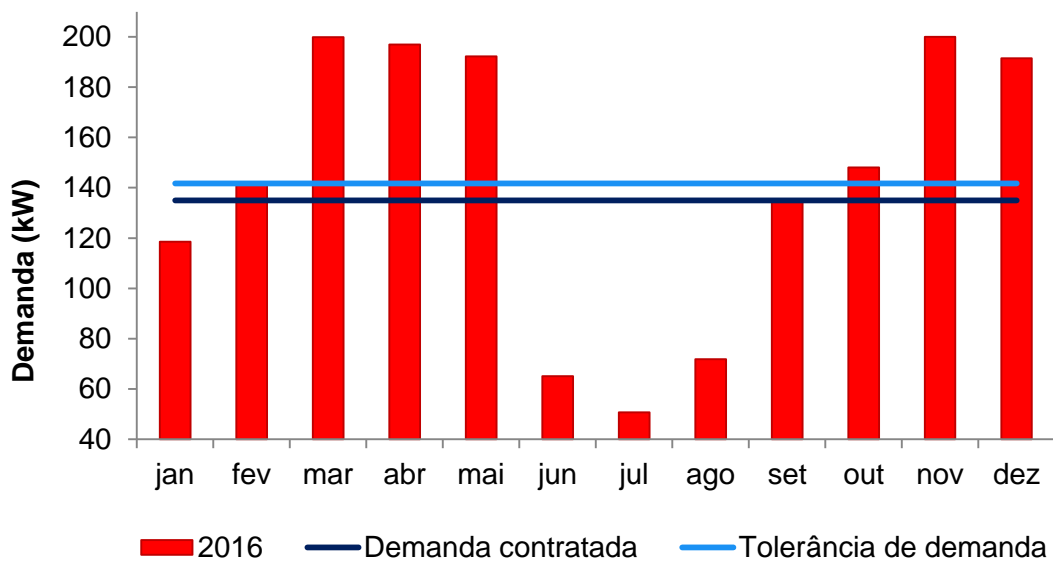
Fonte: Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada.

Na Figura 7 são mostrados os valores de demanda medidos para um período de 12 meses (janeiro a dezembro de 2016), assim como o valor da demanda contratada de 135 kW e a tolerância de demanda de 141,75 kW.

No período analisado ocorreram seis ultrapassagens na demanda e, em apenas dois meses, o valor de demanda medido ficou entre o contratado e a tolerância, enquanto que, em quatro meses ficou abaixo do valor contratado.

Portanto, devido aos gastos com ultrapassagem de demanda, que chegaram no ano estudado a R\$ 9.103,89, é necessária a adequação do contrato de demanda da escola com a concessionária Energisa.

Figura 7 - Histórico de demanda da unidade consumidora analisada no período entre janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria com base nos dados das faturas da escola estudada.

## 4 SIMULAÇÃO E ANÁLISE DA GESTÃO ENERGÉTICA NA ESCOLA

Será apresentada nos tópicos seguintes a análise de demanda e a análise da melhor modalidade tarifária. A análise de demanda tem como objetivo determinar o valor de demanda adequado para a escola baseado no histórico analisado. Após definida a demanda, será realizada a análise da melhor modalidade tarifária, verificando qual é economicamente mais viável para o perfil de consumo e demanda da escola.

Na Tabela 9 são mostrados os valores de tarifa (sem os impostos) para a modalidade horária verde, horária azul e convencional vigentes em março de 2017, de acordo com o documento de tipos de tarifa disponível no site da concessionária Energisa. Vale ressaltar que os valores apresentados irão diferir dos valores apresentados na Tabela 8, uma vez há alteração anual tarifas e, nesta simulação considera-se para a tarifa atual.

Tabela 9 – Tarifas de consumo e demanda da concessionária de energia Energisa, vigente em 2017

| Tarifa       | Consumo P (R\$/kWh) | Consumo FP (R\$/kWh) | Demanda P (R\$/kW) | Demanda FP (R\$/kW) |
|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| VERDE        | 1,47470             | 0,30632              |                    | 14,68               |
| AZUL         | 0,43567             | 0,30632              | 42,90              | 14,68               |
| CONVENCIONAL |                     | 0,31710              |                    | 45,56               |

Fonte: ENERGISA, 2017.

### 4.1 ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA

Para análise da demanda contratada foi utilizado o histórico de um ano (janeiro a dezembro de 2016). Como pode ser verificado no gráfico da Figura 7, a demanda contratada foi ultrapassada em seis meses no período analisado. Sempre que a demanda medida for superior a demanda tolerada, será cobrada a ultrapassagem, representada pela diferença entre o que foi medido e contratado multiplicado por duas vezes o valor da tarifa de demanda, como apresentado na Equação 3.

Portanto, foi feito um cálculo de otimização de demanda visando encontrar o

valor que representaria o menor faturamento anual. Para o cálculo de demanda ótima foi utilizado a tarifa verde de demanda da concessionária no valor de R\$18,71/kW (tarifa de demanda com impostos), já que atualmente a unidade consumidora está enquadrada nesta modalidade.

Na Tabela 10 é apresentada a simulação da demanda, onde foi feita uma variação da contratação de 120 kW até 210 kW. Também mostra o faturamento anual para cada simulação de demanda, a economia e as multas por ultrapassagens.

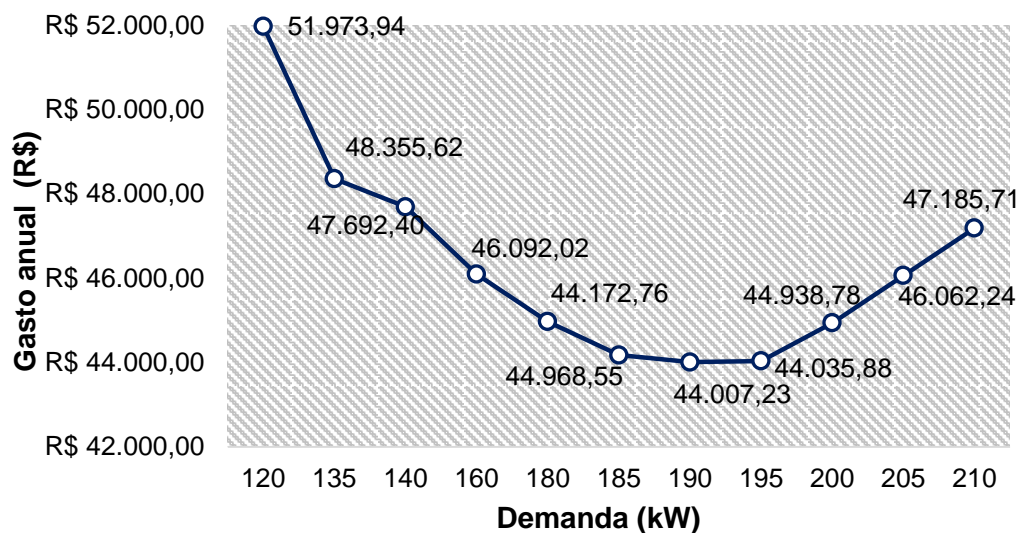
Nota-se que a demanda contratada de 190 kW é a que representa o menor faturamento para o período analisado, refletindo para o consumidor uma economia anual de R\$ 4.348,39 (Figura 8 e 9).

Tabela 10 – Simulação de Demanda contratada referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016

| <b>Demanda<br/>(kW)</b> | <b>Faturamento anual<br/>(R\$/ano)</b> | <b>Economia<br/>(R\$/ano)</b> | <b>Tolerância<br/>(kW)</b> | <b>Multa anual<br/>(R\$/ano)</b> |
|-------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 120                     | 51.973,94                              | -3.618,32                     | 126,00                     | 16.673,78                        |
| 135                     | 48.355,62                              | 0,00                          | 141,75                     | 11.931,99                        |
| 140                     | 47.692,40                              | 663,22                        | 147,00                     | 10.808,52                        |
| 160                     | 46.092,02                              | 2.263,60                      | 168,00                     | 6.760,66                         |
| 180                     | 44.968,55                              | 3.387,07                      | 189,00                     | 3.015,77                         |
| 185                     | 44.172,76                              | 4.182,86                      | 194,25                     | 1.564,62                         |
| 190                     | 44.007,23                              | 4.348,39                      | 199,50                     | 743,74                           |
| 195                     | 44.035,88                              | 4.319,74                      | 204,75                     | 0,00                             |
| 200                     | 44.938,78                              | 3.416,84                      | 210,00                     | 0,00                             |
| 205                     | 46.062,24                              | 2.293,38                      | 215,25                     | 0,00                             |
| 210                     | 47.185,71                              | 1.169,91                      | 220,50                     | 0,00                             |

Fonte: Elaboração própria.

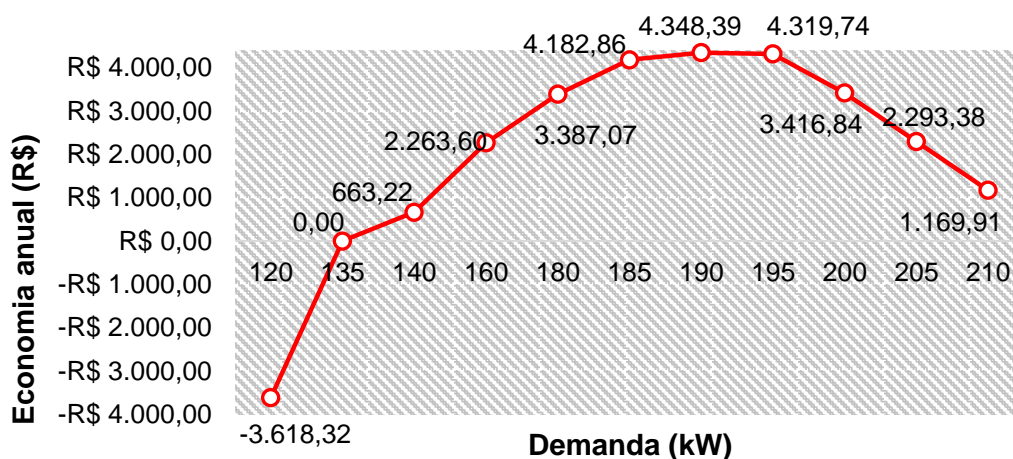
Figura 8 - Gasto total em um ano referente aos diferentes valores de demanda simulados, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 8 são apresentados os gastos totais com a parcela de demanda para o histórico analisado (janeiro a dezembro de 2016). Portanto, conclui-se que a demanda que caracteriza o menor ponto da curva, que é a de 190 kW, é a que deve ser contratada, já que representaria menores gastos. Já na curva da Figura 9, o maior ponto da curva é o que traria a maior economia.

Figura 9 - Economia mensal referente aos diferentes valores de demanda simulados, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

O cálculo de otimização da demanda contratada foi realizado com os dados do histórico dos últimos doze meses, e é adequado para o funcionamento atual da unidade consumidora, entretanto com a inclusão ou retirada de cargas será necessário refazer estes cálculos.

#### 4.2 ANÁLISE DA MODALIDADE TARIFÁRIA PARA A ESCOLA

De acordo com a Resolução 414 da ANEEL (ANEEL, 2010) os consumidores classificados no subgrupo A4 podem se enquadrar na modalidade horária azul ou horária verde. Portanto, será feita a análise para estas duas modalidades.

As tarifas vigentes para o período analisado foram apresentadas na Tabela 9. Utilizando-se as Equações 1, 2 e 4 e as tarifas dispostas na Tabela 9, pode-se calcular o faturamento total com energia elétrica para cada modalidade tarifária.

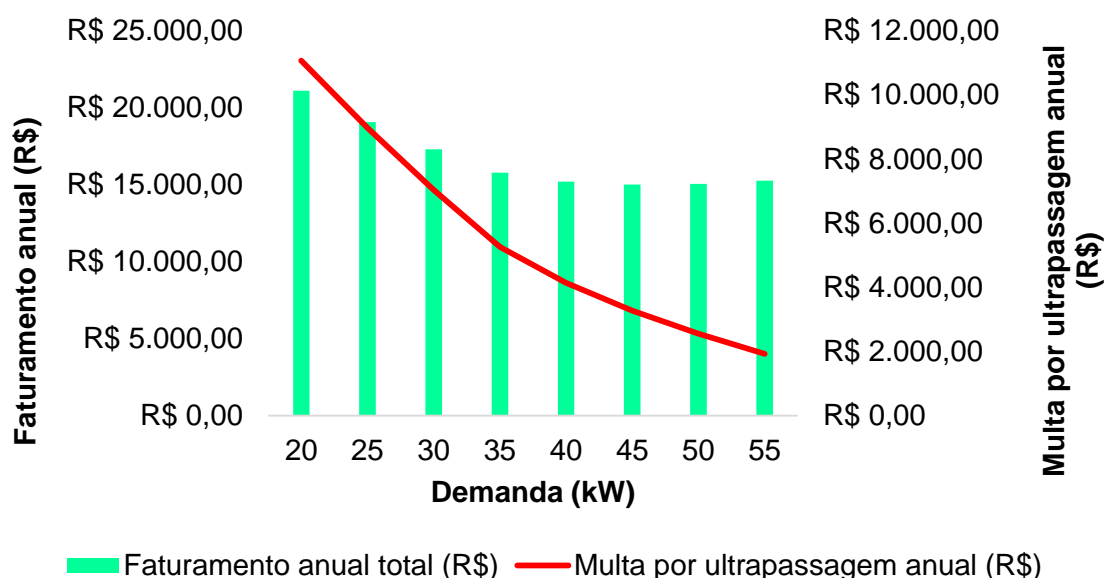
Para a análise da modalidade horária azul foi feito um cálculo de demanda ótima para o horário de ponta levando em consideração os valores de demanda registrados no período analisado, estes são apresentados na Tabela 7 – a metodologia para o cálculo no item 4.1 foi igualmente utilizada para este cálculo. A Tabela 11 e a Figura 10 mostram os resultados obtidos. Observa-se que a demanda de 45 kW é a que representaria o menor faturamento anual. Portanto, para o horário de ponta foi considerada a demanda contratada de 45 kW, valor este que representa o menor gasto neste horário com a parcela de demanda.

Tabela 11 – Simulação de Demanda contratada para o horário de ponta referentes ao período de janeiro a dezembro de 2016

| Demanda (kW) | Faturamento anual | Tolerância | Multa anual (R\$/ano) |
|--------------|-------------------|------------|-----------------------|
|              | (R\$/ano)         | (kW)       |                       |
| 20           | 21.116,73         | 21,00      | 11.081,90             |
| 25           | 19.093,36         | 26,25      | 8.984,01              |
| 30           | 17.306,48         | 31,50      | 7.043,78              |
| 35           | 15.786,43         | 36,75      | 5.262,33              |
| 40           | 15.211,78         | 42,00      | 4.149,35              |
| 45           | 15.026,96         | 47,25      | 3.277,16              |
| 50           | 15.071,90         | 52,50      | 2.558,14              |
| 55           | 15.280,12         | 57,75      | 1.923,75              |

Fonte: Elaboração própria.

Figura 10 - Gasto total em um ano referente aos diferentes valores de demanda simulados para o horário de ponta, considerando o histórico de demanda do período de janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

Segue nas Tabelas 12 e 13 o gasto total para cada modalidade, a demanda considerada para o cálculo foi 190 kW.

Tabela 12 - Faturamento para o histórico de consumo e demanda da empresa para o período entre janeiro a dezembro de 2016 considerando a modalidade horária verde

| Mês          | Consumo   |               | Demanda faturada | Demanda ultrapassada | Total com impostos |
|--------------|-----------|---------------|------------------|----------------------|--------------------|
|              | Ponta     | Fora de ponta |                  |                      |                    |
| jan/16       | 694,58    | 2.579,83      | 2.789,20         | 0,00                 | 7.817,10           |
| fev/16       | 1.066,21  | 3.543,51      | 2.789,20         | 0,00                 | 9.538,55           |
| mar/16       | 2.200,25  | 6.996,35      | 2.934,09         | 289,78               | 16.012,25          |
| abr/16       | 3.048,20  | 8.031,71      | 2.890,79         | 0,00                 | 18.010,77          |
| mai/16       | 2.719,35  | 7.936,75      | 2.822,08         | 0,00                 | 17.375,82          |
| jun/16       | 1.712,13  | 2.849,08      | 2.789,20         | 0,00                 | 9.476,01           |
| jul/16       | 1.890,57  | 2.786,29      | 2.789,20         | 0,00                 | 9.625,10           |
| ago/16       | 1.645,77  | 2.504,78      | 2.789,20         | 0,00                 | 8.946,59           |
| set/16       | 2.127,99  | 3.740,78      | 2.789,20         | 0,00                 | 11.161,70          |
| out/16       | 2.147,16  | 4.539,05      | 2.789,20         | 0,00                 | 12.215,53          |
| nov/16       | 1.619,22  | 5.606,88      | 2.935,85         | 293,31               | 13.478,73          |
| dez/16       | 1.507,14  | 7.276,63      | 2.811,37         | 0,00                 | 14.948,24          |
| <b>Média</b> | 1.864,88  | 4.865,97      | 2.826,55         | 48,59                | 12.383,87          |
| <b>Total</b> | 22.378,57 | 58.391,64     | 33.918,58        | 583,09               | 148.606,40         |

Fonte: (Elaboração própria).

Tabela 13 - Faturamento para o histórico de consumo e demanda da empresa para o período entre janeiro a dezembro de 2016 considerando a modalidade horária azul

| FATURAMENTO (R\$) |          |               |           |               |                    |                            |                    |
|-------------------|----------|---------------|-----------|---------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| Mês               | Consumo  |               | Demanda   |               |                    |                            | Total com impostos |
|                   | Ponta    | Fora de ponta | Ponta     | Fora de ponta | Ultrapassada Ponta | Ultrapassada Fora de ponta |                    |
| jan/16            | 205,20   | 2.579,83      | 1.930,50  | 1.740,61      | 0,00               | 0,00                       | 8.323,13           |
| fev/16            | 314,99   | 3.543,51      | 1.930,50  | 2.072,82      | 0,00               | 0,00                       | 10.135,31          |
| mar/16            | 650,02   | 6.996,35      | 2.442,73  | 2.934,09      | 1.024,45           | 289,78                     | 18.483,54          |
| abr/16            | 900,53   | 8.031,71      | 3.492,92  | 2.890,79      | 3.124,84           | 0,00                       | 23.773,52          |
| mai/16            | 803,38   | 7.936,75      | 3.429,86  | 2.822,08      | 2.998,71           | 0,00                       | 23.193,38          |
| jun/16            | 505,81   | 2.849,08      | 1.930,50  | 955,08        | 0,00               | 0,00                       | 8.045,11           |
| jul/16            | 558,53   | 2.786,29      | 1.930,50  | 743,84        | 0,00               | 0,00                       | 7.759,78           |
| ago/16            | 486,21   | 2.504,78      | 1.930,50  | 1.054,46      | 0,00               | 0,00                       | 7.704,09           |
| set/16            | 628,67   | 3.740,78      | 1.930,50  | 1.987,97      | 0,00               | 0,00                       | 10.684,63          |
| out/16            | 634,34   | 4.539,05      | 2.110,68  | 2.173,96      | 360,36             | 0,00                       | 12.657,68          |
| nov/16            | 478,37   | 5.606,88      | 1.930,50  | 2.935,85      | 0,00               | 293,31                     | 14.496,73          |
| dez/16            | 445,25   | 7.276,63      | 1.930,50  | 2.811,37      | 0,00               | 0,00                       | 16.068,04          |
| <b>Média</b>      | 550,94   | 4.865,97      | 2.243,35  | 2.093,58      | 625,70             | 48,59                      | 13.443,74          |
| <b>Total</b>      | 6.611,29 | 58.391,64     | 26.920,18 | 25.122,91     | 7.508,36           | 583,09                     | 161.324,94         |

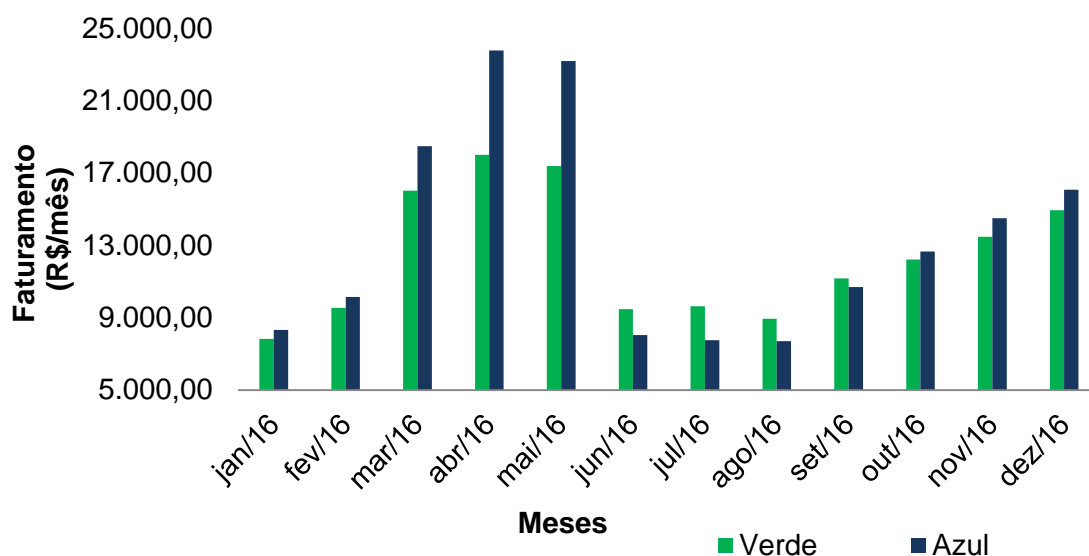
Fonte: Elaboração própria.

O gráfico da Figura 11 apresenta uma comparação entre as duas modalidades tarifárias. Pode-se verificar que, para o atual perfil de consumo e demanda da unidade consumidora, a modalidade horária verde é a que proporciona maior economia, já que haveria um aumento de 8,56% no faturamento com energia elétrica ao se optar pela modalidade horária azul. Observa-se, então, que a escola já está enquadrada na melhor modalidade tarifária que é a verde. Para a análise considerada foi utilizada a bandeira verde como vigente.

Este cenário já era esperado, uma vez que o consumo do horário de ponta é baixo, frente ao valor de demanda contratada, e a modalidade azul é indicada para as unidades consumidoras que consomem no horário de ponta.



Figura 11 - Gasto mensal para a modalidade horária verde e azul considerando o histórico de consumo e demanda da unidade consumidora no período entre janeiro a dezembro de 2016



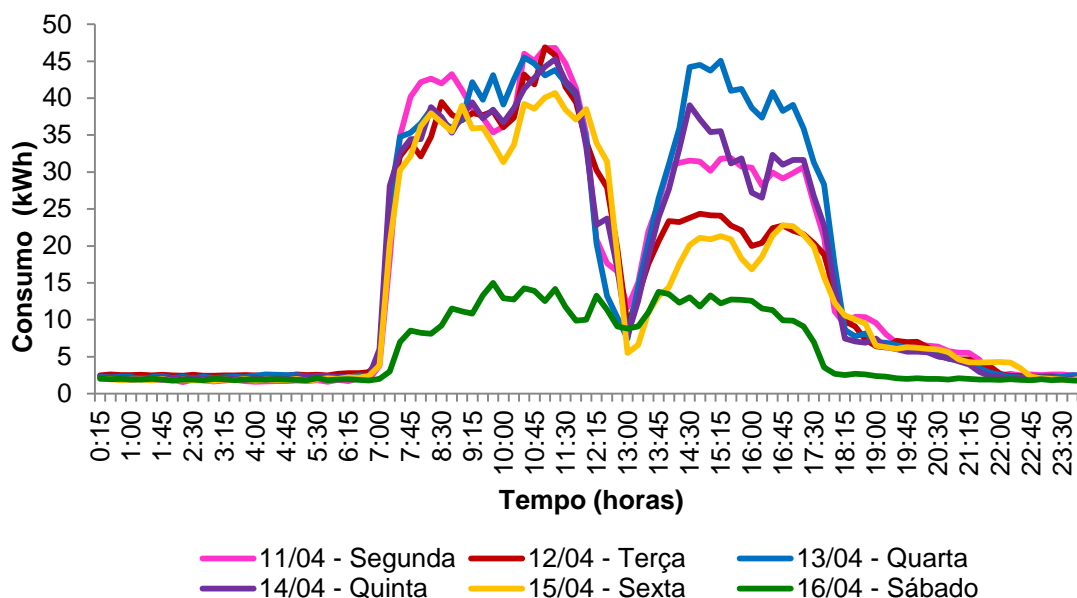
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3 ANÁLISE DA MEMÓRIA DE MASSA

A memória de massa é fornecida pela concessionária de energia elétrica e apresentando os dados mensais de consumo por tempos de integração de 5, 10, 15 ou 60 minutos. Por meio desses dados é possível traçar a curva de carga da unidade consumidora, através da qual se permite analisar como a energia elétrica é utilizada e observar picos de demanda de energia elétrica.

Foram utilizados os dados de memória de massa do mês de abril para um tempo de integração de 15 minutos, e assim, determinada a curva de carga, que é apresentada na Figura 12. Nota-se que há grande variação da demanda durante o dia, indicando a existência de picos. O perfil de consumo observado era esperado, uma vez que representa os horários em que a escola está em operação.

Figura 12 - Curva de carga da escola para o período de integração de 15 min (1/4 de hora) referente ao mês de abril de 2016



Fonte: Elaboração própria.

São mostradas seis curvas, cada uma representando um dia conforme indicado. Observa-se que, mesmo após as 18:30, há registros de consumo de energia elétrica, este é reduzido, mas continua por todo o período em que a escola está desativada.

De acordo com os colaboradores da escola, o consumo de energia elétrica no período onde não há atividade é proveniente do centro de processamento de dados que permanece ligado 24 horas. O consumo no horário de ponta, das 17h30min às 20h30min, por sua vez, deve-se as aulas ministradas, sendo também justificados quanto a sua necessidade.

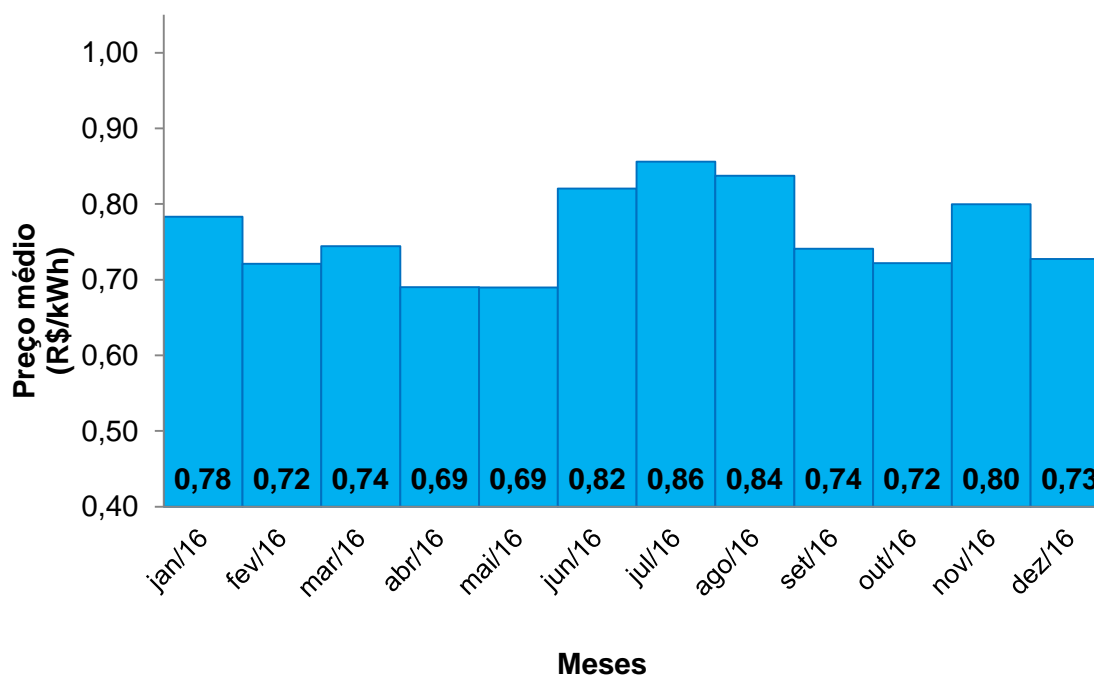
## 5 INDICADORES DE GESTÃO DE ENERGIA

Os indicadores de gestão energética são importantes ferramentas para o acompanhamento de como a energia está sendo utilizada na escola. Neste capítulo serão analisados os indicadores fator de carga, preço médio, consumo e custo específico de energia.

### 5.1 PREÇO MÉDIO

Conforme apresentado no tópico 2.4.2 e os dados das Tabelas 7 e 8, no gráfico da Figura 13 é apresentado o preço médio da energia elétrica baseado nos valores de faturamento e consumo obtidos nas faturas de energia elétrica. Nota-se que a cada mês este valor varia, pois, como mencionado, o preço médio depende da forma como a energia elétrica é utilizada. A média do preço médio para o período analisado é de R\$ 0,76 /kWh.

Figura 13 - Preço médio de energia elétrica para o período entre janeiro a dezembro de 2016



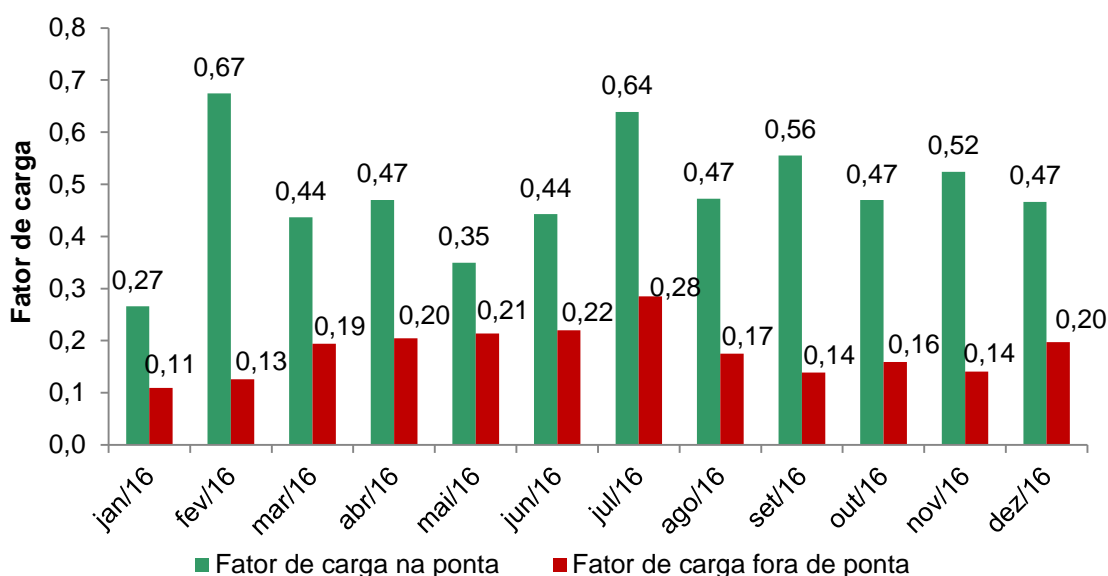
Fonte: Elaboração própria.

Comparando a fatura do mês de dezembro com o mês de julho, por exemplo, observa-se que houve uma redução do preço médio, o que acontece por conta do período de férias de meio de ano, como pode ser observado na Figura 5. Registrou-se a demanda de 50,67 kW e o consumo de 10.378,00 kWh no mês de julho, enquanto que, em dezembro, foram 191,51 kW e 24.777,00 kWh. Considerado que o faturamento da demanda contratada em julho, 135 kW, impacta no custo da fatura de energia, quando divide-se pelo menor consumo, ocasiona um maior preço médio.

## 5.2 FATOR DE CARGA

De acordo com o tópico 2.4.1 e com a Tabela 7, no gráfico da Figura 14 é apresentado o fator de carga para o posto tarifário ponta e fora de ponta para a unidade consumidora estudada. A média do fator de carga no horário de ponta é igual a 0,48, enquanto que no horário fora de ponta é 0,18. No horário de ponta, como pode ser observado na Tabela 11, há registros baixos de demanda em média 44,66 kW, se comparado com o valor de demanda fora de ponta que é de 142,61 kW.

Figura 14 - Fator de carga no horário de ponta e fora de ponta para o período entre janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

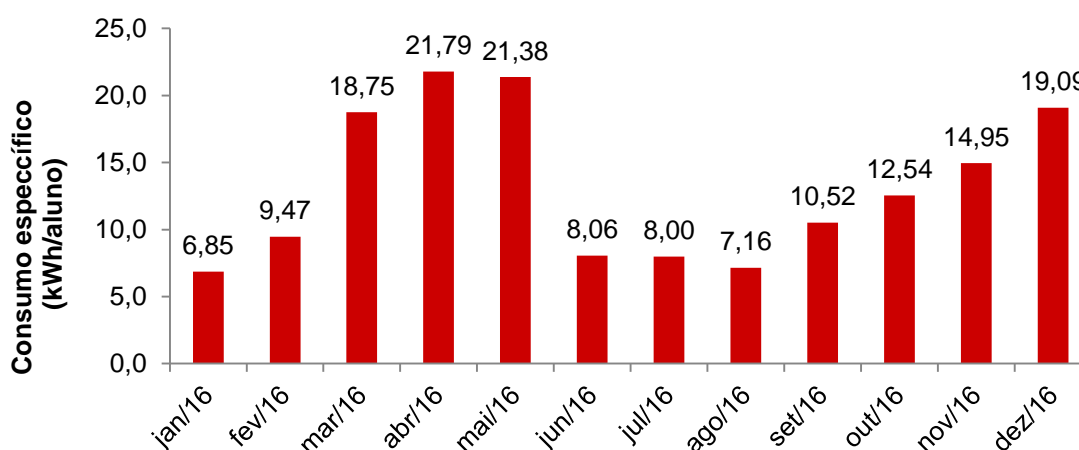
O baixo fator de carga no horário fora de ponta deve-se aos picos de demanda, devido ao horário de funcionamento da escola, pois a energia não está sendo utilizada de maneira uniforme. De acordo com a concessionária Energisa do Mato Grosso do Sul o fator de carga deve ser superior a 63%.

### 5.3 CONSUMO E CUSTO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA

Nas Figuras 15 e 16 são mostrados os indicadores de consumo e custo específico de energia elétrica, respectivamente. O cálculo destes indicadores foi realizado de acordo com os tópicos 2.4.3 e 2.4.4 e com as Tabelas 7 e 8, e foi considerado a quantidade de alunos matriculados na escola em março de 2017 que, de acordo com os colaboradores, era de 1.298.

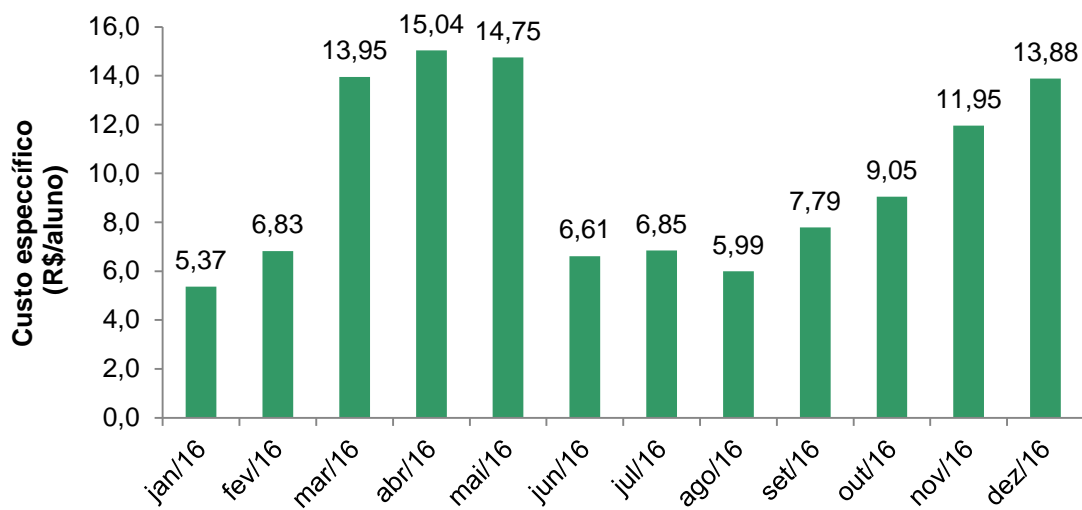
A média do consumo específico de energia elétrica por aluno é de 13,21 kWh/aluno. Nota-se o baixo consumo específico nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto devido ao baixo consumo de energia nesses meses. Para o cálculo do custo específico foi considerado o preço médio apresentado na Figura 12. A média do custo específico de energia elétrica é de R\$ 9,81/ aluno, porém, observa-se grande variação em relação aos valores mensais. Em abril, por exemplo, esse valor foi de R\$ 15,04/aluno, o que representa uma variação de 53,3% como relação ao valor médio. O baixo custo específico nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto também é consequência do baixo consumo de energia desses meses e consequentemente dos gastos com as faturas.

Figura 15 - Consumo específico de energia elétrica da unidade consumidora estudada para o período entre janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

Figura 16 - Custo específico de energia elétrica da unidade consumidora estudada para o período entre janeiro a dezembro de 2016



Fonte: Elaboração própria.

## 6 RATEIO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Foi realizado o rateio do consumo de energia elétrica entre os setores da escola. Para tanto foram realizadas medições de grandezas elétricas utilizando um analisador de energia elétrica Modelo RE 7000 da marca Embrasul.

O aparelho possibilita entradas trifásicas de tensão e corrente, permitindo a medição de tensões, correntes, potências ativas, reativas e aparentes, fator de potência, demanda e consumo para diferentes períodos de integração.

Também foi utilizado o *Software* de análise ANL 7000 para o tratamento dos dados coletados, geração de gráficos, tabelas e relatórios, além de simulações e outras opções de análise. Os dados obtidos foram exportados para o formato txt para depois serem processados no Excel.

Foram realizadas medições das grandezas e levantadas cargas elétricas nos seguintes locais:

- I. Quadro geral da escola (salas de aula e administração);
- II. Cantina;
- III. Auditório;
- IV. Quadra coberta;
- V. Pré-universitário.

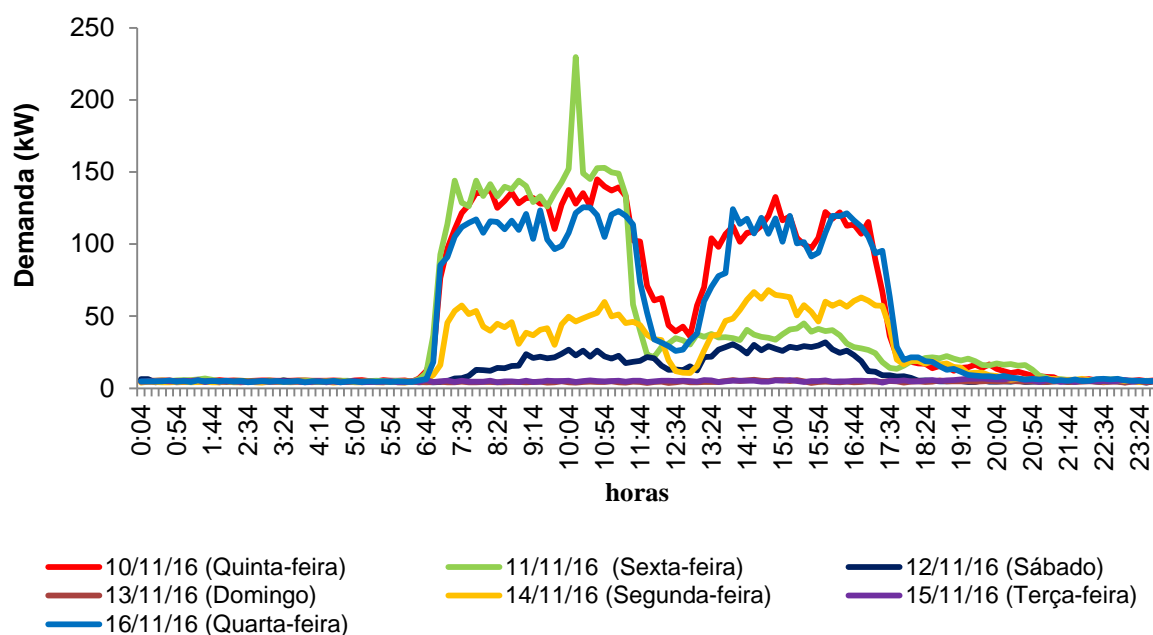
As medições e o tempo de integração variaram de acordo com o tipo de carga. Foram realizadas medições de sete dias, medições de 1 dia e também medições de alguns minutos. Tendo o valor de demanda medido nesses setores, foi feito uma estimativa do consumo de energia baseado nas informações prestadas pelos colaboradores da escola, do horário de funcionamento de cada setor, exceto nos locais que foram realizadas medições de 7 dias, nestes locais o consumo semanal foi multiplicado por quatro para se obter o consumo mensal.

### 6.1 QUADRO GERAL

O quadro geral da escola é responsável pela alimentação de energia elétrica das salas de aula e da parte administrativa da escola. As medições foram realizadas neste quadro do dia 10/11/2016 ao dia 16/11/2016 com um período de integração de 10 minutos.

Observa-se na Figura 17 que os registros de demanda se situam entre 100 kW e 150 kW, porém, no dia 11/11, ocorreu um pico de demanda, devido a várias cargas ligadas simultaneamente.

Figura 17 - Valores de demanda medidos no quadro geral da escola para o período de 10/11/16 a 15/11/16



Fonte: Elaboração própria.

O consumo de energia elétrica para o registro em questão foi de 4.438,85 kWh, podendo então estimar o consumo mensal em 17.755,42 kWh.

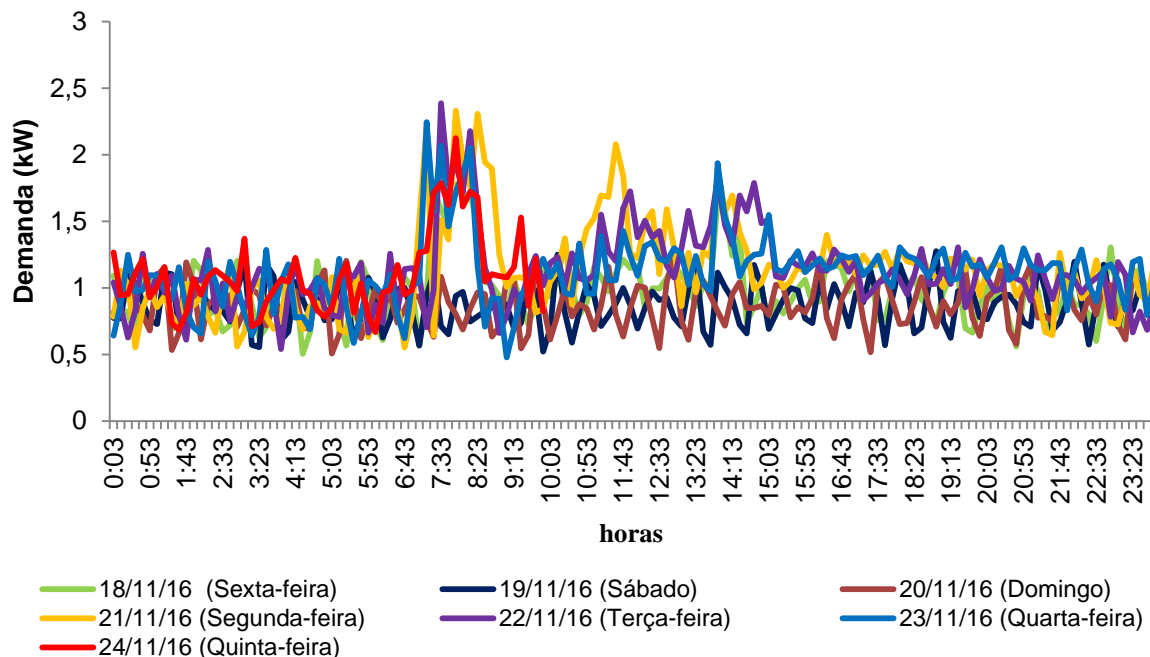
## 6.2 CANTINA

As medições na cantina foram realizadas do dia 18/11/2016 ao dia 24/11/2016, com um tempo de integração de 10 minutos.

Observa-se na Figura 18 que não há grandes variações durante a semana e aos finais de semana, o que já era esperado, visto que o consumo de energia elétrica deste local é predominantemente composto por freezers, geladeiras e, com menor participação, de iluminação e outras cargas menores.



Figura 18 - Valores de demanda medidos na cantina da escola para o período de 18/11/16 a 24/11/16



Fonte: Elaboração própria.

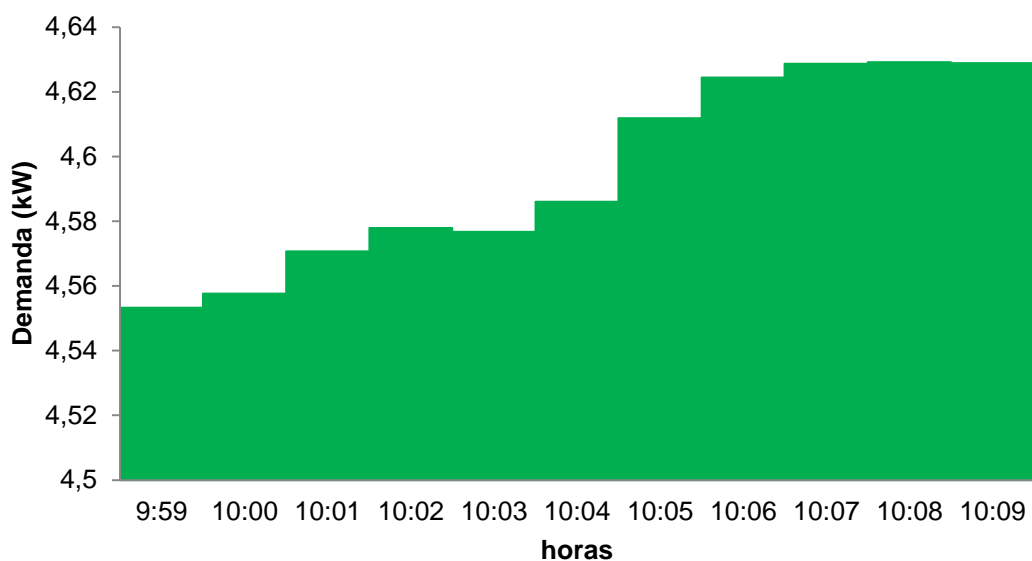
Analisando a Figura 18 observa-se que os registros de demanda ficam entre os valores 0,5 kW a 1,5 kW, ou seja, a demanda da cantina é pouco representativa frente demanda total da escola.

O consumo neste local durante o período de medição foi de 175,95 kWh, podendo-se assim estimar um consumo mensal de 703,8 kWh. Chega-se a este valor considerando que a medição teve duração de sete dias, multiplica-se por quatro semanas do mês para, então, se obter o consumo mensal. Considerando a média do preço médio no período entre janeiro e dezembro de 2016, R\$ 0,76/kWh, a despesa mensal da cantina com energia elétrica é de R\$ 534,88.

### 6.3 QUADRA COBERTA

O consumo de energia elétrica na quadra coberta durante os jogos é proveniente das lâmpadas, desta forma, trata-se de uma carga constante. Por esta razão, foi feita uma medição de 10 minutos com um tempo de integração de 1 minuto, conforme apresentado na Figura 19. O consumo mensal da quadra, considerando a uniformidade na demanda medida, pode ser estimado com base nos dados de programação de uso do local.

Figura 19 - Valores de demanda medidos na quadra



Fonte: Elaboração própria.

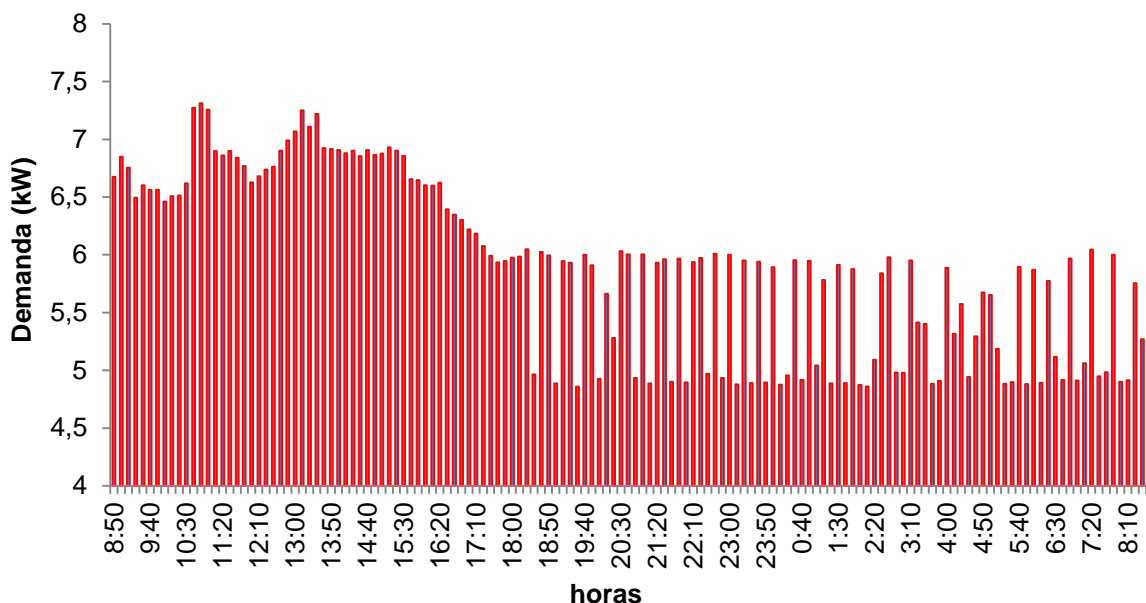
A demanda média da quadra coberta foi 4,6 kW. De acordo com os colaboradores da escola a quadra é utilizada por 1 hora e 30 minutos por dia, portanto o consumo mensal seria de 138 kWh, considerando o preço médio apresentado na Figura 13 o gasto mensal estimado da quadra coberta é de R\$ 104,88.

#### 6.4 AUDITÓRIO

No auditório do pré-universitário foi realizada uma medição (Figura 20) do dia 31/01/17 ao dia 01/02/17.

A demanda média do auditório é de 5,91 kW, considerando que o auditório seja utilizado 2 horas/dia e 5 dias/semana (40 horas/mês) o consumo mensal estimado é de 236,4 kWh, o que equivale a R\$ 179,66.

Figura 20 - Valores de demanda medidos no auditório da escola para o período de 31/01/17 a 01/02/17



Fonte: Elaboração própria.

## 6.5 SALAS DE AULA DO PRÉ-UNIVERSITÁRIO

Para este local foi feita uma estimativa do consumo de energia elétrica baseado no levantamento de carga realizado (Tabela 14), já que por conta da forma construtiva do quadro não foi possível realizar medições com o analisador de energia elétrica.

Tabela 14 - Potência instalada no pré-universitário

| Sala      | Tipo   | Qtd. | Potência (W) | Potência (W) | Potência total (kW) |
|-----------|--|------|--------------|--------------|---------------------|
|           | LED  | 9    | 30           | 270          |                     |
| 3ºA       | Lâmpada fluorescente compacta espiral          | 3    | 35           | 105          | 6,3                 |
|           | Ar condicionado Split piso teto (58.000 BTU/h) | 1    | 5.900        | 5.900        |                     |
| 3ºB       | LED  | 12   | 30           | 360          | 6,3                 |
|           | Ar condicionado Split piso teto (58.000 BTU/h) | 1    | 5.900        | 5.900        |                     |
|           | Lâmpada fluorescente compacta espiral          | 8    | 35           | 280          |                     |
| Lab. Inf. | LED  | 4    | 30           | 120          | 6,8                 |
|           | Ar condicionado Split piso teto (60.000 BTU/h) | 1    | 6.400        | 6.400        |                     |
| Corredor  | Lâmpada fluorescente compacta espiral          | 9    | 35           | 315          | 0,3                 |
|           |  |      |              | <b>TOTAL</b> | <b>19,7</b>         |

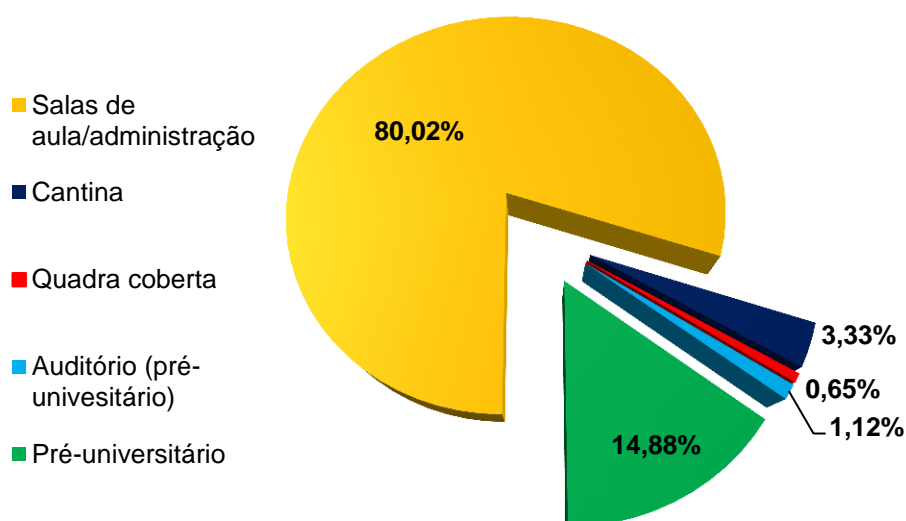
Fonte: (Elaboração própria).

Por meio do levantamento de carga realizado, o consumo de energia elétrica mensal foi estimado em 3.152 kWh (8 horas/dia, 5 dias/semana/ e 4 semanas/mês). Utilizando-se do preço médio de R\$ 0,76/kWh (média do período analisado) o valor em reais estimado é de R\$ 2.395,52.

Com base nos valores de consumo medidos e estimados é mostrado na Figura 21 a divisão do consumo de energia elétrica entre os setores analisados. Considerando que o auditório é utilizado 40 h/mês (2 horas/dia e 5 dias/semana) e quadra coberta 30 horas/mês (1,5 horas/dia e 5 dias/semana).

Por fim foi escolhido uma fatura representativa para o rateio. A fatura escolhida foi a do mês de abril, cujo valor foi de R\$ 19.524,18 (considerando os impostos). Na Tabela 15 é apresentado o rateio onde mostra a representatividade de cada setor na fatura.

Figura 21 - Divisão do consumo de energia elétrica



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 15 – Rateio da fatura de energia elétrica para EIC, considerando abril de 2016 como mês representativo

| Setores                     | Despesa (R\$) |
|-----------------------------|---------------|
| Salas de aula/administração | 15.623,25     |
| Cantina                     | 650,15        |
| Quadra coberta              | 126,90        |
| Auditório                   | 218,67        |
| Pré-universitário           | 2.905,21      |

Fonte: (Elaboração própria).

Com base nos valores obtidos através do rateio, nota-se que a maior parte dos gastos com energia elétrica na escola é com o quadro geral, que é responsável pela alimentação de energia elétrica das salas de aula e de toda parte administrativa. Esse perfil já era esperado, já que a maioria dos alunos e colaboradores estão nesse setor.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da demanda por energia no mundo, e seus impactos decorrente, e a necessidade da redução dos insumos de produção, tem impulsionado os consumidores a buscarem uma gestão energética mais eficiente. Assim, foi desenvolvido neste trabalho um estudo de caso para a avaliação da gestão energética na Escola Franciscana Imaculada Conceição localizada em Dourados no estado do Mato Grosso do Sul. Para que se pudesse avaliar o uso da energia e os potenciais para a redução dos custos com energia na unidade consumidora analisada, foi realizada uma análise sobre enquadramento tarifário e contrato de demanda, determinados os indicadores de gestão energética fator de carga, preço médio, consumo e custo específico, além de realizado o rateio de consumo e custo da energia elétrica entre os setores da escola.

A unidade avaliada possui 225 kVA em transformação de energia, 135 kW de demanda contratada e encontra-se enquadrada na modalidade tarifária horária verde, subgrupo A4, sendo alimentada na tensão de 13,8 kV. No período de análise, janeiro a dezembro de 2016, a unidade apresentou consumo total de energia de 205.798,00 kWh e despesas com as faturas de energia de R\$ 153.239,60.

Na análise do enquadramento tarifário, verificou-se que a opção pela modalidade horária azul representa um aumento de 8,56% no faturamento com energia elétrica em relação ao atual contrato.

Quando simulada a demanda contratada, para a verificação da condição mais econômica, verificou-se que alteração do contrato atual de 135 kW para 190 kW propicia uma economia anual de R\$ 4.348,39.

Obtidos os índices de gestão energética, verificou-se que a média do custo específico é de R\$ 9,81/aluno e que a média do consumo específico é 13,21 kWh/aluno, porém observa-se que há grandes variações em este valor e os obtidos para cada mês.

Para o preço médio da energia, verificou-se uma variação de 24%, ou seja, o kWh de energia mais barato foi de R\$ 0,69, enquanto que mais caro alcançou R\$ 0,86.

Concluído este trabalho, recomenda-se para trabalhos futuros, que sejam desenvolvidos outros levantamentos e avaliações no sentido de relacionar os

indicadores propostos aos setores da unidade, propiciando, assim, uma análise mais detalhada do impacto de cada setor do rateio no custo específico e no preço médio da energia da escola.

Recomenda-se, ainda, que seja ampliada a avaliação da gestão energética desenvolvida neste trabalho para se verificar a influência dos efeitos do consumo e da eficiência dos equipamentos de iluminação, condicionamento de ar e outros instalados na escola.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>> Acesso em 07 de março de 2017a.

\_\_\_\_\_. **Entendendo a tarifa**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa>> Acesso em 12 de março de 2017b.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa Nº 414**, de 9 de Setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada, 2010.

BARBOSA, Carlos Eduardo Oliveira. **Gerenciamento de Demanda e Eficiência Energética em uma Indústria de Separação de Gases do Ar**. 2010. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Pernambuco. Recife, 2010.

BATISTA, Oureste Elias. **Redução Do Custo Da Energia Elétrica Em Ambientes Industriais Por Meio De Uma Estratégia De Baixo Custo Em Gestão Energética**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE) (Org.). **Estudo de Demanda: Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)**. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE) (Org.). **Balanco Energético Nacional 2015: Ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015.

GOMES, Miguel Jorge Santana de Barros de Abreu. **Guia para a Implementação de um Programa de Gestão de Energia na Indústria**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. **Política de Ação: Eficiência Energética**. 2007. [S. l.: s. n.], 2007.

HADDAD, Jamil *et al.* **Guia Técnico: Gestão energética**. Rio de Janeiro. 2005. 188 p.

KRAUSE, Cláudia Barroso. *et al.* **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**. 15. ed. Rio de Janeiro: IBAM/ELETROBRÁS/PROCEL, 2002. 230 p.

LAGE, Walmir Moreira; LAGE, Matheus Henrique de Moraes; LAGE, Bruna Luíza de Moraes. Aplicação da Gestão Energética como Ferramenta de Redução Estratégica de Custos nas Escolas Públicas Municipais de Belo Horizonte/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 22. 2015, Parque Tecnológico de Itaipu (PTI). **Anais...**



Foz do Iguaçu. 2015. 16 f.

MANZINE, Luiz Gonzaga. **Racionalização de Energia Elétrica com Aplicação da Legislação Tarifária em Indústria de Embalagem Plástica**. 2000. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Agronomia, Faculdade de Ciência Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MARQUES, Milton César Silva; HADDAD, Jamil; GUARDIA, Eduardo Crestana. (Org.). **Eficiência Energética: Teoria e Prática**. Itajubá: [S. n], 2007. 244 p.

MORALES, Clayton. **Indicadores De Consumo de Energia Elétrica Como Ferramentas de Apoio À Gestão: Classificação Por Prioridades De Atuação Na Universidade de São Paulo**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, Lilian Silva de. **Gestão do Consumo de Energia Elétrica no Campus da UnB**. 2006. 238 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, 2006.

OLIVEIRA, Vanessa Martins de. **Avaliação da Gestão Energética em Uma Indústria de Embalagens Plásticas: Estudo De Caso**. 2014. 71f. Monografia (Graduação) – Engenharia de Energia, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICA (ONS). **Carga de Demanda**. Disponível em <[http://www.ons.org.br/historico/carga\\_propria\\_de\\_demanda.aspx](http://www.ons.org.br/historico/carga_propria_de_demanda.aspx)> Acesso em 06 de março de 2017.

SILVA, Gilson Laurentino da. **Avaliação da Eficiência Energética em Escolas Públicas Municipais e Estaduais de Maceió – Alagoas**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2015.

SOUZA, Hamilton Moss; et. al. Reflexões Sobre os Principais Programas em Eficiência Energética Existentes no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, v. 15, n. 1, jan-jul/2009, pp. 7-26.

TONIM, Gilberto. **A Gestão De Energia Elétrica Na Indústria – Seu Suprimento e Uso Eficiente**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado). Sistemas de Potência, Departamento de Engenharia de Energia e Automação elétricas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009