

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESCOLA ESTADUAL
SUDÁRIO ALVES PEREIRA NA CIDADE DE CARATINGA/MG**

AGUINALDO SOARES NETO

Trabalho de Conclusão de Curso

CARATINGA
2017

**AGUINALDO SOARES NETO
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESCOLA ESTADUAL
SUDÁRIO ALVES PEREIRA NA CIDADE DE CARATINGA/MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Elétrica das Faculdades
Integradas de Caratinga, como
requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Elétrica**

**Área de Concentração: Análise de
consumo**

**Orientador: MSC Ricardo Botelho
Campos.**

**CARATINGA
2017**

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESCOLA ESTADUAL SUDÁRIO ALVES PEREIRA NA CIDADE DE CARATINGA MG, elaborado pelo(s) aluno(s) AGUINALDO SOARES NETO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

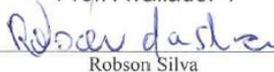
BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Caratinga 14 de Dezembro de 2017



Ricardo Botelho
Prof. Orientador



Reginaldo Eustáquio
Prof. Avaliador 1

Robson Silva
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível, o meu pai Altair soares da Silveira e minha mãe Maria Aparecida da Silva Soares, os dois foram de extremamente importância para a realização deste objetivo, a minha família e todos os amigos pelo apoio. Também quero agradecer ao meu orientador MSC Ricardo Botelho campos, pelo empenho em ajudar na elaboração deste trabalho.

“Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, pois tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me protegem”. Salmos 23:4

SOARES NETO, Aguinaldo. **ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA**. Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica – Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

RESUMO

Este trabalho é um estudo referente ao consumo de energia elétrica em uma instituição de ensino da rede pública estadual. Através de simulação é possível observar qual setor realiza o maior consumo de energia elétrica, para que assim seja possível fazer sugestões para realizar melhorias, a fim de diminuir os desperdícios. Sendo utilizado um simulador de consumo como ferramenta para fazer levantamentos de consumo. A partir dos levantamentos e resultados das simulações foi possível observar que um dos setores de consumo poderia ser otimizado.

Palavras-chave: Análise de consumo. Eficiência. Desperdício.

SOARES NETO, Aguinaldo. **ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA.** Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica – Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

ABSTRACT

This work is a study about the consumption of electric energy in an educational institution of the state public network. Through simulation it is possible to observe which sector consumes the most electricity, so that it is possible to make suggestions to make improvements in order to reduce waste. A consumer simulator is used as a tool to make consumption surveys. From the surveys and results of the simulations it was possible to observe that one of the consumer sectors could be optimized.

Key-words: Analysis of consumption. Efficiency. Waste.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
COPEL	Companhia Paranaense de Eletricidade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Triângulo das Potências.....	17
Figura 2: Lâmpada incandescente convencional	20
Figura 3: Fluorescente compacta	21
Figura 4: Lâmpada Philips LEDbulb	22
Figura 5: Instituição	26
Figura 6: Primeira parte da planta baixa atual da Instituição.....	27
Figura 7: Segunda parte da planta baixa atual da Instituição.....	28
Figura 8: Esquema da sala de aula.....	34
Figura 9: Simulador de consumo da COPEL.....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Relação de custo por tempo de uso	23
Gráfico 2: Consumo mensal da instituição.....	30
Gráfico 3: Consumo mensal estimado	39
Gráfico 4: Porcentagem de consumo.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ambiente da escola	29
Tabela 2: Consumo e vencimentos	30
Tabela 3: Escala de tempo médio de uso.....	31
Tabela 4: Levantamento de carga	31
Tabela 6: Lâmpada Avant.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 7: Comparação entre lâmpadas LED e fluorescente	35
Tabela 5: Estimativa de consumo.....	38

LISTA DE SÍMBOLOS

$\cos \varphi$	Cosseno de FI
lm/W	Lúmen por Watt
m ²	Metros Quadrados
VAR	Volt Ampere Reactivo
W	Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Eficiência Energética	16
2.2 Fator De Potência	16
2.2.1 Energia Indutiva e Capacitiva	18
2.3 Iluminação	18
2.3.1 Fluxo Luminoso.....	18
2.3.2 Eficácia Luminosa.....	19
2.3.3 Lâmpadas Incandescentes Convencionais.....	19
2.3.4 Lâmpadas Fluorescentes.....	20
2.3.5 Lâmpadas LED	21
2.3.6 Sensores Fotoelétricos	23
2.3.7 Detector de Presença	23
2.4 Tipos De Carga	24
2.4.1 Cargas Resistivas	24
2.4.2 Cargas Capacitivas e Indutivas	24
2.5 Concessionárias	24
3 ESTUDO DE CASO	26
3.1 Consumo	29
3.2 Levantamentos De Carga	31
3.3 Perdas	32
3.3.1 Perdas Na Iluminação.....	32
3.3.2 Perda Por Baixo Fator De Potência	Erro! Indicador não definido.
3.4 Sistemas Independentes	33
3.4.1 Câmeras de Segurança	Erro! Indicador não definido.
3.4.2 Iluminação Geral.....	Erro! Indicador não definido.
3.5 Características Das Salas De Aula	33
3.6 Comparação Do Consumo Entre As Lâmpadas Fluorescentes E Leds ..	34
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
4.1 Simulação	Erro! Indicador não definido.
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38

5.1 Resultados Das Simulações	38
5.2 Sugestões	42
6 CONCLUSÃO	42
6.1 Propostas A Trabalhos Futuros.....	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÊNDICE A AUTORIZAÇÃO	47
ANEXO A RELATÓRIO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA E.E SUÁRIO ALVES PEREIRA.....	48
ANEXO B PLANTA DA ESCOLA ESTADUAL SUDÁRIO ALVES PEREIRA.....	49

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no mundo todo aumenta todos os anos, estima-se que no Brasil quase 10 % (dez por cento) da energia produzida seja consumida pelo próprio governo e entre os setores de consumo as escolas públicas se destacam pelo elevado número de edificações.

A energia elétrica é indispensável para realizar diversas tarefas no cotidiano da população, sendo assim a geração de energia elétrica enfrenta alguns desafios por falta de investimento neste segmento, sendo necessário cada vez mais investimentos em novas fontes de energia. Investimentos em novas fontes de energia aliado a um consumo mais consciente por parte de toda população, é de interesse de todos, desde o consumidor as concessionárias de energia.

Tradicionalmente prédios gerenciados pelo governo apresentam um índice elevado de consumo. O trabalho a seguir realiza uma análise do consumo de energia elétrica numa escola pública da rede estadual de ensino de Minas Gerais, sendo esta escola localizada no distrito de Patrocínio De Caratinga,

Á escola conhecida como escola do campo, por ter em sua maioria alunos oriundos da zona rural de Patrocínio, compreende uma área superior a 300 m² (trezentos metros quadrados), acolhendo diariamente mais de 400 (quatrocentas) crianças e quase cinquenta funcionários.

Foram abordadas teorias, sendo esta a fase inicial do trabalho, sendo estas teorias compostas por várias obras de diversos autores, que compartilharam conhecimento através de livros, artigos, revistas, etc. Nos capítulos seguintes são expostos os meios de consumo cotidiano da escola, sendo assim, foi possível ter uma visão melhor das necessidades básicas e também especiais ocorridas na escola.

Baseando-se nos dados coletados durante o trabalho, foram feitas simulações, identificando o setor que apresenta o maior índice de consumo, possibilitando assim, a elaboração de sugestões para melhorias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordado temas e conceitos fundamentais para o prosseguimento deste trabalho, como eficiência energética, fator de potência.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética pode ser definida de forma simplificada como o processo utilizado para aperfeiçoar o aproveitamento de recursos oriundos de fontes energéticas. A preocupação com a eficiência energética também está relacionada à economia financeira, uma vez que economizar está diretamente ligado ao ato de evitar desperdícios. Desde então houve certa preocupação com o tema, levando governos a investir em pesquisas a fim de encontrar outros meios e recursos disponíveis. Um exemplo claro disso aconteceu no Brasil, quando foram desenvolvidos automóveis híbridos de gasolina e etanol, este último nunca havia sido usado como combustível de automóveis até então. (VIANA; et al, 2012)

2.2 FATOR DE POTÊNCIA

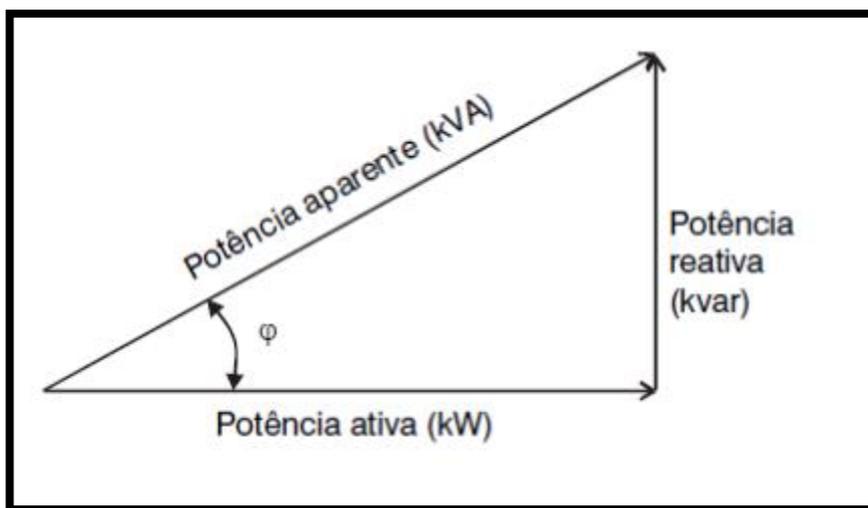
Existem dois tipos de energia, chamadas de Energia Ativa medida em W (Watts) e Energia Reativa medida em VAR (Volt Ampere Reativo).

A energia ativa é aquela que realiza trabalho, enquanto a energia reativa não realiza de fato trabalho, mas é necessária para o funcionamento de diversos dispositivos, como os motores, sendo esta responsável pela criação do campo eletromagnético necessário para o giro dos motores. A relação vetorial entre essas duas energias é denominada Energia Aparente, que é a energia total consumida, está é medida em VA (Volt Ampere). As potencias Ativa, Reativa e Aparente, geralmente são representadas pelas letras P, Q e S, respectivamente. POMILIO, DECKMANN (2009), afirmam que o fator de potência é dado pela relação entre a potência ativa e a potência aparente, sendo representado pelo $\cos \varphi$. (POMILIO; DECKMANN, 2009)

Assim como POMILIO; DECKMANN (2009), MAMEDE (2012), afirma que o fator de potência é definido pela razão entre a potência ativa e a potência aparente. (MAMEDE, 2012)

Então, na figura 1 tem-se o triângulo das potências:

Figura 1: Triângulo das Potências



Fonte: The Schoolpedia, 2013

A partir do triângulo das potências obteve-se a relação entre as potências ativa, reativa e aparente.

A relação entre P e S é apresentada na equação 1:

$$\frac{P}{S} = \cos \varphi \quad (1)$$

A Resolução ANEEL 456/2000 determina que o fator de potência deve estar o mais próximo possível do valor unitário (1), em cargas industriais as concessionárias tem direito a taxar qualquer consumidor que apresente fator de potência abaixo de 0,92, o que não ocorre em cargas residências ou comerciais no modelo atual. (ANEEL 456/2000)

Como observado na equação 1, a potência aparente é a relação vetorial com a potência ativa, podemos dizer que quanto maior a carga reativa circulando, menor será o fator de potência, ou seja, alto índice de eficiência.

2.2.1 Energia Indutiva e Capacitiva

A energia utilizada para criação de campos eletromagnéticos é a chamada energia indutiva, os equipamentos ou eletrônicos que necessitam deste tipo de energia, são vistos no circuito como cargas indutivas. São exemplos de cargas indutivas os motores, reatores de lâmpadas, transformadores, etc. Esse tipo de carga faz com que a tensão do circuito fique adiantada em relação a corrente, denominando fator de potência adiantado. Já a energia usada para o funcionamento dos capacitores é a chamada energia capacitiva ou Potência Reativa Capacitiva. O capacitor é um elemento do circuito elétrico, que tem como função armazenar energia elétrica, sendo a capacidade de armazenamento de cada capacitor denominado capacitância, que é o valor da carga em relação a diferença de potencial das placas do capacitor. Num circuito capacitivo a tensão fica atrasada em relação à corrente, ou seja, as cargas capacitivas e indutivas têm “funções” opostas. (DECKMANN; POMILIO, 2009)

As lâmpadas compactas são amplamente utilizadas em residências. A utilização das lâmpadas compactas fluorescentes, que apresentam um baixo fator de potência, provoca uma circulação de corrente desnecessária no circuito.

2.3 ILUMINAÇÃO

Segundo KEELER (2010), um ambiente que sua arquitetura naturalmente proporciona iluminação satisfatória contribui significativamente para um melhor índice de eficiência. A iluminação é um dos setores elétricos que geralmente apresenta um consumo significativo de energia, sendo necessário fazer um balanço entre a necessidade de luz mínima exigida para cada ambiente e a quantidade de energia consumida para atender essa necessidade. (KEELER, 2010)

2.3.1 Fluxo Luminoso

O olho humano é sensível a iluminação, sendo este fluxo luminoso avaliado pela CIE, sigla de denominação para Comissão Internationale de l'Eclairage, em português Comissão internacional de Iluminação.

Neste sentido afirma Schimidt, et Al (2016).

“Define-se fluxo luminoso, medido em lúmen (lm), como uma grandeza derivada do fluxo radiante, que exprime a sua aptidão de produzir uma sensação luminosa no olho através do estímulo da retina ocular, avaliada segundo os valores de sensibilidade luminosa relativa admitidos pelo CIE. O fluxo luminoso é obtido a partir da radiação total emitida por uma fonte de acordo com sua ação sobre o observador padrão CIE”. (SCHMIDT; et AL, 2016)

O fluxo luminoso também pode ser definido de acordo com o Manual de Iluminação da PROCEL, como a potência luminosa perceptível sob forma de luz. (PROCEL, 2011)

2.3.2 Eficácia luminosa

A eficácia luminosa é a relação entre o fluxo luminoso e a potência total exigida para emissão de luz, a medida desta relação é dada em lúmen/watt (lm/W). Essa medida é utilizada para comparar o nível de eficiência de diferentes tipos de lâmpadas, sendo a lâmpada LED a mais eficiente do mercado atualmente, por apresentar um baixo consumo para uma alta emissão de luz. (SCHMIDT; et AL, 2016)

2.3.3 Lâmpadas Incandescentes convencionais

A lâmpada incandescente (figura 2) foi a primeira a ser produzida, seu funcionamento é relativamente simples, um corpo aquecido a alta temperatura, faz com que os se excitam. Consequentemente ocorre a emissão de luz, esse aquecimento é proveniente da corrente elétrica contínua ou alternada que passa pelo filamento. O tungstênio é utilizado na produção deste filamento, por apresentar alto ponto de fusão, superior a 3000 graus Celsius, alta emissividade de luz, e suas propriedades mecânicas favoráveis. (SCHMIDT; et AL, 2016)

Figura 2: Lâmpada incandescente convencional



Fonte: Google, 2017

Este tipo de lâmpada apresenta um nível de eficácia luminosa muito baixa, e também vida útil muito curta em relação às demais, por esta razão está sendo substituída por lâmpadas fluorescentes compactas e LEDs. Deixou de ser comercializadas no Brasil desde 2016, por seu baixo índice de eficiência. (G1, 2016)

Por seu funcionamento ser basicamente aquecimento através da resistência elétrica, alguns estudos apontam que apenas 10% (dez por cento) da energia exigida por esta lâmpada é de fato convertida em luz, os outros 90% (noventa por cento) são convertidos em calor.

As lâmpadas incandescentes são cargas puramente resistivas, pois não necessitam de energia reativa em seu funcionamento.

2.3.4 Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes (Figura 3) produzem luz a partir de descargas oriundas de determinado gás ou vapor interno. Para produzir luz é introduzida num tubo, uma pequena quantidade de mercúrio e também um material com Fósforo especial que converte a luz ultravioleta em luz visível. (SANTOS; et al, 2015)

Existem dois tipos de lâmpadas fluorescentes produzidas atualmente, as fluorescentes tubulares e as fluorescentes compactas, a última utilizada em larga escala principalmente em instalações residenciais.

Figura 3: Fluorescente compacta



Fonte: Avant, 2017

A economia destas lâmpadas é significativamente maior se comparadas com as antigas lâmpadas incandescentes, consomem aproximadamente 25% de energia para produzir o mesmo fluxo luminoso, porém se comparada com as modernas lâmpadas de LED, perdem em economia e longevidade. (GUGEL; WESTPHAL, 2006)

2.3.5 Lâmpadas LED

Segundo a cartilha do INMETRO (2017), a lâmpada LED (sigla em inglês para Light Emitting Diodes), como é popularmente conhecida, é um componente eletrônico que é capaz de produzir consumindo pouca energia. A eficiência luminosa da lâmpada LED (figura 4) é superior a outras tecnologias que existentes no mercado (lâmpadas fluorescentes compactas e incandescentes), sendo então a mais econômica disponível atualmente. As lâmpadas LED bulb poderiam substituir as lâmpadas fluorescentes instaladas em todos os ambientes da escola, por

funcionarem de maneira parecida com a luz do sol emitem luz de alto brilho e máxima qualidade, também não emitem raios Ultravioletas nem Radiação Infravermelha, não provocando danos a objetos sensíveis ao calor. Outra vantagem é não conter mercúrio, material tóxico. (INMETRO, 2017)

Figura 4: Lâmpada Philips LEDbulb



Fonte: Philips, 2015

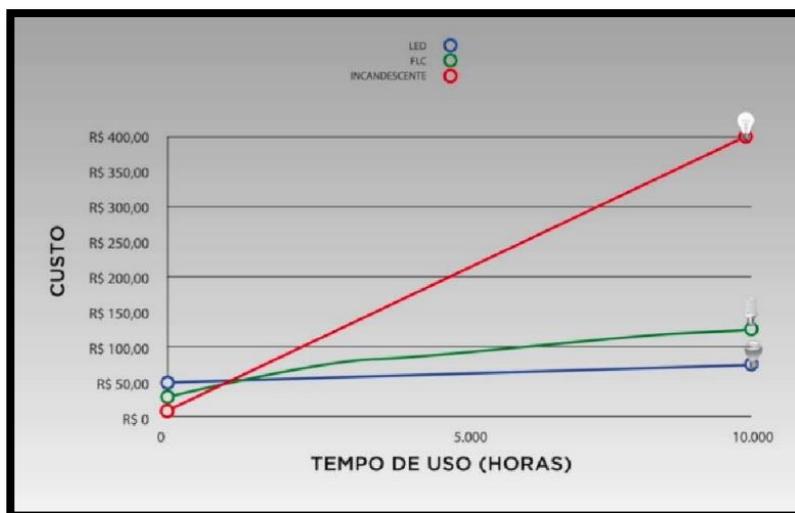
Este tipo de lâmpada apresenta uma série de vantagens em relação as demais no mercado:

- Não emitem radiação ultravioleta e infravermelha;
- Não possuem mercúrio em sua constituição, provocando menos danos ao meio ambiente e consumidores;
- Vida útil até vinte e cinco vezes maior que a lâmpada incandescente e quatro vezes maior que as fluorescentes;
- Maior eficácia luminosa;

As vantagens da lâmpada LED são refletidas em seu preço, sendo os mais elevados do mercado, porém por apresentar baixo índice de manutenção por conta da vida útil prolongada e também por ser mais econômica, em longo prazo é sem dúvida a melhor escolha. (INMETRO, 2017)

A relação de custo por horas de uso está no gráfico 1:

Gráfico 1: Relação de custo por tempo de uso



Fonte: Divisão de Metrologia Óptica da Diretoria de Metrologia Científica Industrial do Inmetro, 2015

Há longo prazo a utilização da lâmpada LED é mais conveniente do que os outros modelos, por ter uma vida útil maior, cerca de 25.000 horas.

2.3.6 Sensores Fotoelétricos

Os sensores fotoelétricos têm uma extensa variedade de aplicações, desde aplicações indústrias complexas a residenciais simples. Este tipo de sensor funciona convertendo um sinal luminoso em um sinal elétrico, em seguida processado por algum circuito específico, podendo, por exemplo, acender uma luz ou apagá-la. (HAUSMANN, 2000)

2.3.7 Sensor de Presença

Os sensores de presença foram primeiramente utilizados em sistemas de alarmes antifurto, porém esse equipamento mostrou-se muitas outras aplicações. Sendo a redução do consumo de energia elétrica a principal aplicação deste item atualmente, é amplamente utilizado em áreas de circulação, como corredores de prédios. O princípio de funcionamento é simples, os circuitos infravermelhos emitem

radiação infravermelha e com um receptor opticamente acoplado é ativado quando a radiação entre o receptor e o emissor é cortada, ou seja, quando alguém ou alguma coisa fica entre o receptor e o emissor, o sensor é ativado. Esse sistema gera comodidade e economia quando instalado. (HAUSMANN, 2000)

2.4 CARGAS

2.4.1 Cargas Resistivas

As cargas resistivas quando conectadas a uma fonte de tensão não apresentam diferença entre a forma da corrente e da tensão, ou seja, a corrente e a tensão estão em fase. Sendo assim o fator de potência para um circuito puramente resistivo é um. (SOMMERFELD; PETRY, 2012)

São exemplo deste tipo de carga os chuveiros, as lâmpadas incandescentes, fornos elétricos, geralmente estão relacionados a equipamentos que convertem energia elétrica em calor.

2.4.2 Cargas Capacitivas e indutivas

Os circuitos onde prevalecem as cargas indutivas têm como característica a corrente atrasada em relação à tensão. Já os circuitos capacitivos têm a corrente adiantada em relação a tensão. Tanto numa carga capacitiva quanto na indutiva o fator de potência é sempre zero, ou seja, não é realizado nenhum trabalho, a potência ativa é igual a zero, daí a necessidade de realizar a correção do fator de potência, pois mesmo não havendo potência ativa, há a potência reativa, conseqüentemente circulação de corrente. (SOMMERFELD; PETRY, 2012)

2.5 CONCESSIONÁRIAS

Mesmo que pareça contraditório, as concessionárias não têm interesse num aumento repentino do consumo de energia elétrica, campanhas que visam evitar o desperdício de energia elétrica. Sendo a geração de energia elétrica brasileira baseada principalmente em hidrelétricas, a recente crise hídrica que vem afetando o

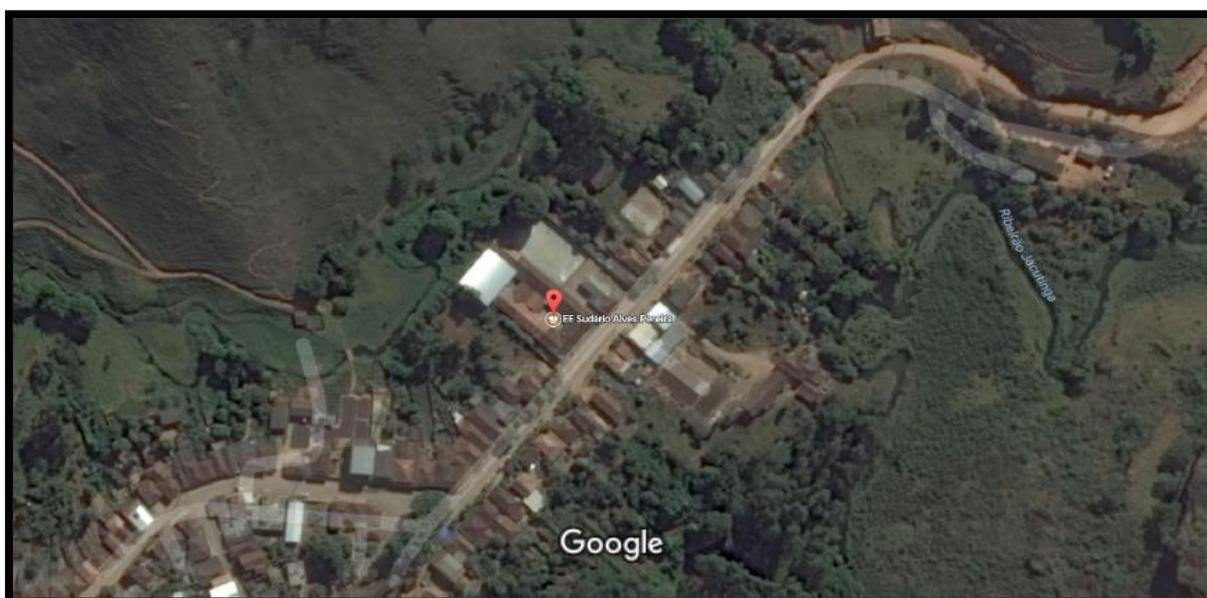
país nos últimos anos fez com que a preocupação com o desperdício de energia aumentar. O sistema tarifário de bandeiras foi criado a fim de alertar o consumidor sobre a capacidade de produção naquele momento, ou seja, quando a capacidade de produção está normal tem-se a bandeira verde, quando está pouco abaixo do normal tem-se bandeira amarela e quando está em um nível alarmante entra-se na bandeira vermelha, cobrando taxas maiores por K/W consumido. (CEMIG, 2017)

Portanto é mais interessante para a concessionária investir em campanhas contra o desperdício do que realizar a troca e manutenção de seus equipamentos (transformadores, linhas de distribuição, etc.) a cada vez que o aumento do consumo de energia.

3 ESTUDO DE CASO

A Escola Estadual Sudário Alves Pereira situada na comunidade de Patrocínio, distrito de Caratinga, Minas gerais, na Rua Izaltino Silveira da Matta, número 97 (Figura 6), ocupa uma área total de 309 m² (trezentos e nove metros quadrados) atende mais de quatrocentos alunos diariamente, oferecendo educação do ensino fundamental e Médio. A seguir na figura 5 tem-se a visualização por satélite da instituição:

Figura 5: Instituição



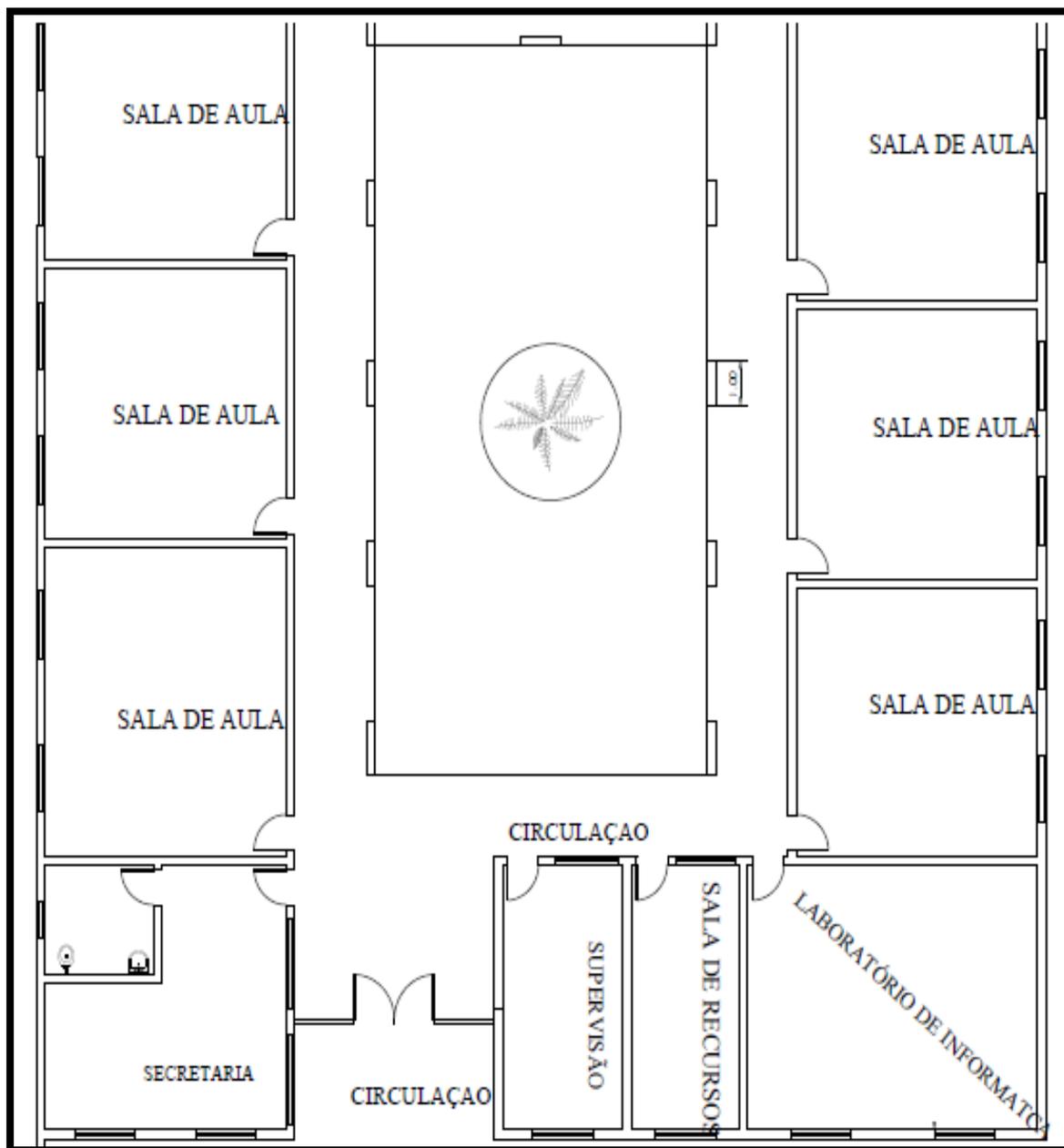
Fonte: Google, 2017

A escola foi fundada em 1962, conhecida atualmente como “Escola do Campo”, por ter em sua grande maioria, alunos oriundos da zona rural. A instituição passou por diversos momentos difíceis ao longo de seus cinquenta e cinco anos, entre eles as enchentes de 2002 e 2003, sendo necessárias reformas ao longo dos anos para atender o crescente número de alunos e também adaptar-se a fim de atender alunos com algum tipo de deficiência.

A “Sudário Alves Pereira” conta com 233 (duzentos e trinta e três) alunos no período da manhã, 142 (cento e quarenta e dois) alunos no período da tarde e 70 (setenta) alunos no período noturno, totalizando 445 (quatrocentos e quarenta e cinco) alunos, além de contar com aproximadamente de 46 funcionários.

--Verificou-se que há um funcionário experiente, porém sem qualificações técnicas para executar os serviços de manutenção da rede elétrica da escola. A planta baixa da instituição foi dividida em duas figuras (Figura 6 e 7). A seguir como a atual estrutura da escola:

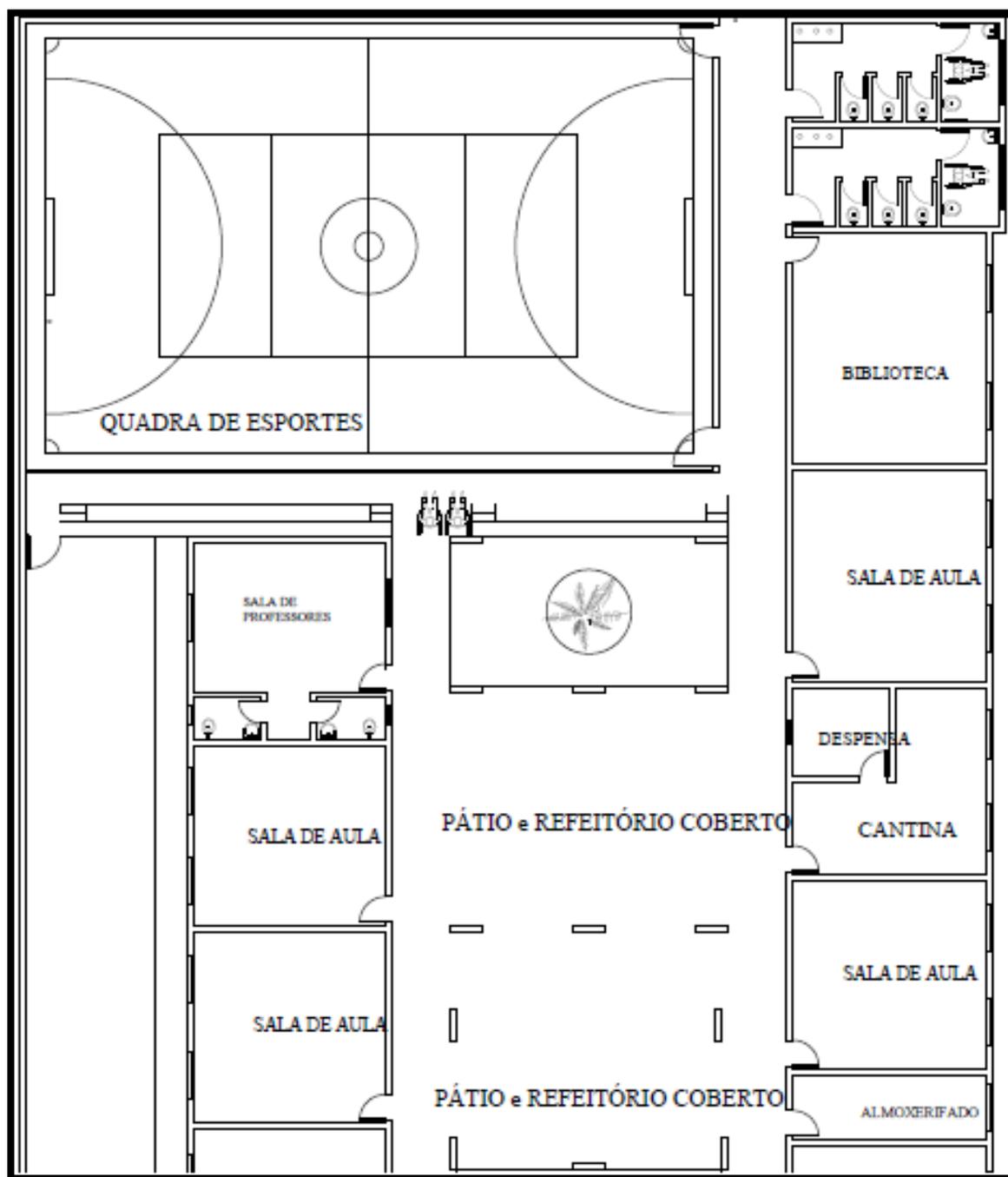
Figura 6: Primeira parte da planta baixa atual da Instituição



Fonte: Autor, 2017

Nesta primeira parte da planta baixa observa-se que temos salas de aula e a ala da direção, secretária e supervisão além do laboratório de informática.

Figura 7: Segunda parte da planta baixa atual da Instituição



Fonte: Autor, 2017

Já nesta segunda parte pode se observar salas de aulas, o refeitório a cantina e também a quadra.

No Anexo B, pode se verificar a planta baixa completa.

A partir da planta baixa da escola pode-se chegar a estes dados:

Tabela 1: Ambiente da escola

Local	Quantidade
Sala de aula	9
Refeitório	1
Secretaria	1
Diretoria	1
Sala dos professores	1
Supervisão	1
Sala de recursos	1
Almoxarifado	1
Laboratório de informática	1
Quadra poliesportiva	1
Cantina	1
Dispensa	1
Biblioteca	1
Banheiro feminino	2
Banheiro masculino	2
Banheiro conjugado	1

Fonte: Autor, 2017

Como pode ser observado na tabela acima e nas plantas baixas (figura 6 e 7), como era de se esperar as salas de aula ocupam a maior parte da escola.

3.1 CONSUMO

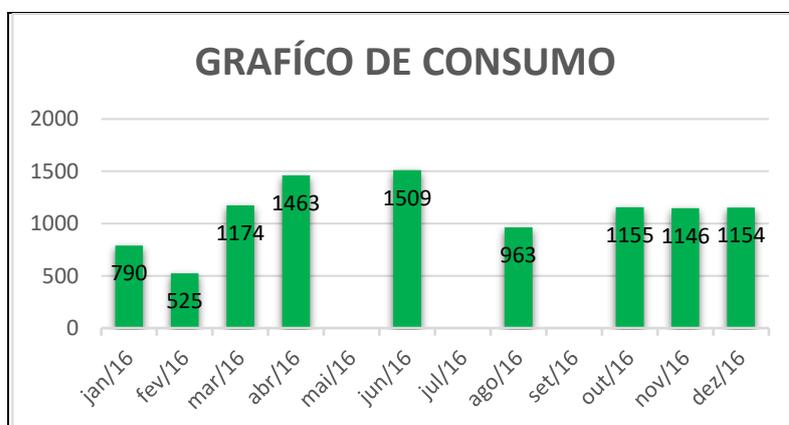
Por se tratar de uma instituição pública, que funciona nos três períodos do dia, a escola apresenta um alto índice de consumo. Os dados da tabela 2 foram fornecidos pela Secretaria Regional de Educação de Caratinga e são referentes ao ano de 2016:

Tabela 2: Consumo e vencimentos

CONSUMO ESCOLA		
MÊS/ANO	CONSUMO KWH	VALOR
01/2016	790	541,18
02/2016	525	367,04
03/2016	1174	710,43
04/2016	1463	855,88
06/2016	1509	890,77
08/2016	963	588,55
10/2016	1155	706,05
11/2016	1146	711,35
12/2016	1154	701,14

Fonte: Autor, 2017

A secretaria Regional de Caratinga não disponibilizou o consumo nos meses de maio (05/2016), Julho (07/2016) e Setembro (09/2016).

Gráfico 2: Consumo mensal da instituição

Fonte: Autor, 2017

O mês que apresentou maior consumo foi julho e o que apresentou o menor consumo foi o de fevereiro que tem a medição de referência no mês de janeiro, mês este que não acontece nenhum dia letivo na instituição.

3.2 LEVANTAMENTOS DE CARGA

Foi realizada uma pesquisa de campo na instituição, a fim de averiguar qual a carga total instalada na escola, foram levantados os dados: tipos de equipamento, quantidade, potência e tempo de uso.

Para compreender melhor o tempo de uso dos equipamentos elétricos da escola, elaborou-se a tabela 3:

Tabela 3: Escala de tempo médio de uso

Número de horas em funcionamento	Denominação
Até uma hora	A
Até quatro horas	B
Até 8 horas	C
Até 16 horas	D
24 horas	E

Fonte: Autor, 2017

Sendo “A” para o menos utilizado durante o dia “E” para o mais utilizado.

Observação: Esta escala foi elaborada a partir de dados coletados na escola.

A partir do levantamento de carga realizado na escola, tem-se a tabela 4:

Tabela 4: Levantamento de carga

Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Tempo de uso	Horas utilizadas por dia
Lâmpada fluorescente compacta	76	25	D	9 horas
Lâmpada fluorescente tubular	18	40	D	8 horas
Lâmpada vapor de mercúrio	6	250	A	0 hora
Bebedouro	2	120	E	24 horas
Ventiladores	14	160	C	3 horas

Câmera de segurança	16	10	E	24 horas
Lâmpada incandescente	1	60	C	3 horas
Forno elétrico	1	4500	A	1 hora
Computador	19	300	C	3 horas
Impressora	5	45	B	3 horas
Antena de internet	1	5	E	24 horas
Roteadores	2	10	D	16 horas
Chuveiro	1	5500	A	0 hora
Liquidificador	1	300	A	1 hora
Freezer	1	130	E	24 horas
Geladeira	1	130	E	24 horas
Potência total		22.145		

Fonte: Autor, 2017

Observação 1: para equipamentos que possuem grandes quantidades na escola (lâmpadas, computadores), não significa que necessariamente todos funcionaram a mesma quantidade de horas todos os dias.

Observação 2: alguns equipamentos não tinha a potência total disponível, então usou-se como referência a cartilha “energia Inteligente” fornecida pela CEMIG.

A partir da tabela 4 pode-se constatar que os equipamentos mais utilizados, são os destinados a iluminação, ou seja, as lâmpadas.

Segundo ROCHA (2012) a iluminação só perde em gastos, para os sistemas de ar condicionado (responsável mais da metade do consumo geral), como a escola de estudo não possui nenhum ar condicionado, então pode-se concluir que as lâmpadas que são responsáveis por pouco mais de vinte por cento do consumo total, são responsáveis por quase metade do consumo na instituição em estudo. (ROCHA, 2012)

3.3 PERDAS E DESPERDÍCIOS

3.3.1 Perdas na iluminação

A escola possui mais de 100 (cem) lâmpadas para atender as necessidades diárias, sendo a grande maioria lâmpadas fluorescentes compactas, também entram nesta lista seis refletores utilizados na quadra poliesportiva, que são utilizadas pelos menos uma vez toda semana pelas turmas do horário noturno. Uma parcela dessas lâmpadas compactas é utilizada exclusivamente para auxiliar câmeras de segurança no período noturno.

Ao longo dos anos às lâmpadas fluorescentes tubulares, foram substituídas pelas lâmpadas compactas, pelo fato de serem mais baratas e mais acessível no mercado, isso se deve ao fato de não haver um funcionário com a qualificação técnica pra a realização da troca das lâmpadas. Por serem mais baratas oferecem um nível de eficiência muito baixo. Pode-se constatar que todas as lâmpadas fluorescentes compactas utilizadas operam com o fator de potência de 0,55, valor muito longe do ideal.

A potência real consumida pela lâmpada é de 45,45 VA, quase o dobro da potência ativa, ou seja, quase metade da energia gasta para o funcionamento da lâmpada está sendo desperdiçada, ocorrendo uma circulação de corrente muito superior à que necessita.

3.4 SISTEMAS INDEPENDENTES

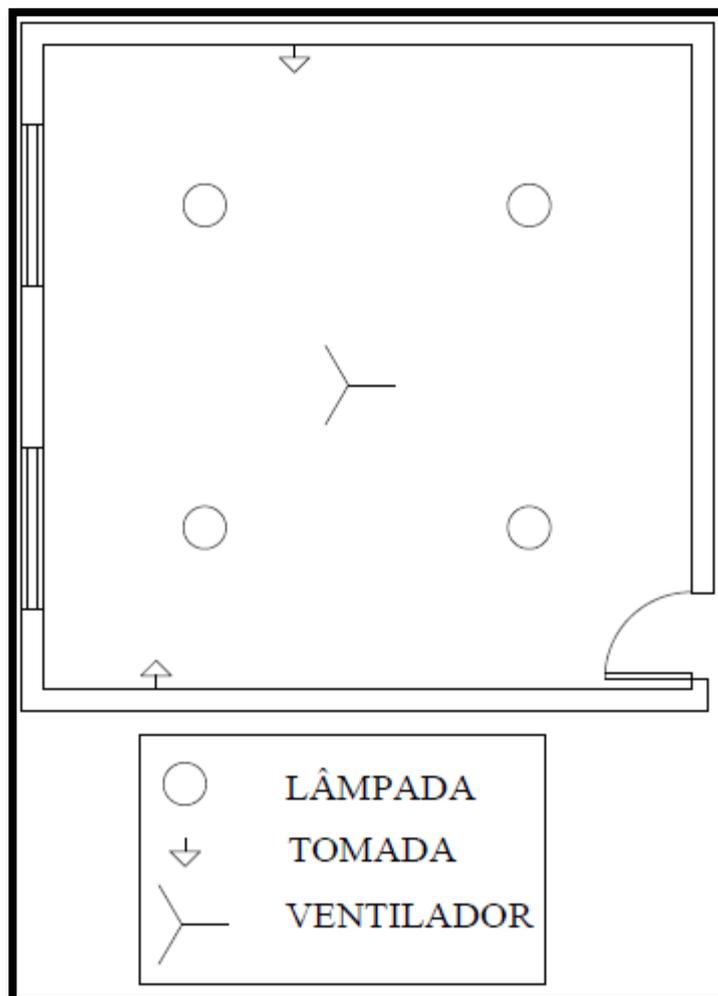
Sistemas automatizados para ligar/desligar as lâmpadas geram resultados positivos contra o desperdício de energia elétrica. Na instituição existe o sistema de segurança que depende da iluminação durante todo o período da noite, requisitando um funcionário para acendê-las e apagá-las todas as noites e manhãs.

Existem percas relacionadas ao uso inadequado do sistema de iluminação, podem-se verificar luzes acesas em toda instituição sem necessidade por longos períodos. Por esta razão os sensores de fotoelétricos e de presença, poderiam ser aliados utilizados para se obter um menor consumo de energia elétrica.

3.5 CARACTERÍSTICAS DAS SALAS DE AULA

A escola possui nove salas de aula que são usadas diariamente. A figura 8 esquematiza as cargas existentes nas salas de aula:

Figura 8: Esquema da sala de aula



Fonte: Autor, 2017

As salas de aula são padronizadas, sendo todas de 36 m² (trinta e seis metros quadrados) de área, equipadas de um ventilador 4 (quatro) lâmpadas e 2 (duas) tomadas, atendendo em média cerca de 25 (vinte e cinco) alunos por período.

3.6 COMPARAÇÃO DO CONSUMO ENTRE AS LÂMPADAS FLUORESCENTES E LEDS

A pesar de não possuir lâmpadas LED em suas instalações, essas lâmpadas consomem menos energia elétrica que as fluorescentes, (compacta e tubular) por

possuírem eficácia luminosa superior, por esta razão foi realizado uma comparação de consumo mensal entre estes dois tipos de lâmpadas utilizando o simulador de consumo que já fora citado anteriormente.

A partir dos dados da tabela 4, realizou-se uma simulação apenas do setor de iluminação, mas substituindo as lâmpadas Fluorescentes tubulares e compactas (40W e 25W, respectivamente) por lâmpadas LED tubular (18W).

Obteve-se através do simulador sobre as mesmas condições de tempo de uso o seguinte resultado:

Tabela 7: Comparação entre lâmpadas LED e fluorescente

Tipo de lâmpada	K/W mês
Lâmpada Fluorescente (Tubular e compacta)	459,36
Lâmpada LED tubular	298,8

Fonte: Autor, 2017

A partir da tabela 7, fica evidente o quanto é desperdiçado em iluminação na instituição, as LEDs consomem apenas 65.05% da energia consumida pelas lâmpadas fluorescentes, ou seja, teria uma economia maior que 30% (trinta por cento) uma diferença considerável de eficiência entre elas, além de disso as LEDs tubulares emitem apresentam um fluxo luminoso superior às lâmpadas fluorescentes compactas, proporcionando maior conforto aos estudantes.

Segunda a NBR5413, em uma sala de aula o fluxo luminoso tem que ser no mínimo de 200 lm/m² (duzentos lumens por metro quadrado). Como as lâmpadas LED tubulares emitem aproximadamente 2000 lm (dois mil lumens) cada, e as salas de aula são 36 m², sendo 4 (quatro) lâmpadas por sala, temos que para cada metro quadrado é emitido cerca de 230 lm (duzentos e trinta lumens), além disso, existe apenas uma turma no período noturno, sendo a maioria das aulas realizadas no período diurno, o fluxo luminoso das lâmpadas é auxiliado ou até substituído pela luz solar. (NBR5413, 1992)

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa do trabalho aconteceu na instituição, na qual foi realizada o levantamento de carga e também coletados os dados de consumo referentes ao ano de 2016, em seguida utilizando o simulador de consumo, foi elaborado algumas simulações para se compreender melhor como é feito o uso da energia elétrica.

Para a realização de simulações para gerar os resultados necessários a este estudo de caso foi utilizado um simulador de consumo da concessionária de energia elétrica COPEL, sendo assim, foi possível mensurar o consumo médio mensal da escola, assim foi possível identificar qual setor apresenta o maior índice de consumo.

A simulação foi realizada a partir dos dados coletados a partir de observações feitas da escola, como potencia dos equipamentos e tempo de uso (tempo médio) sendo inserida no software de simulação, a potência dos equipamentos em utilização, e em seguida o tempo médio de uso mensal de cada equipamento isolado, ou em grupo – em caso de muitos equipamentos.

Figura 9: Simulador de consumo da COPEL



Fonte: Copel, 2017

O resultado da simulação se dá pela soma da potência consumida por equipamentos da instituição, ou seja, a potência consumida por cada aparelho de acordo com o tempo que o mesmo fica ligado é somado com a dos demais aparelhos, assim tem-se a potência total consumida.

Sendo simulado primeiramente por grupos (“Iluminação”, “Climatização”, “Equipamentos de cozinha e Refrigeração” e “Informática e segurança”), em seguida simulado todos os grupos somados.

Depois de já simulado, com todos os resultados obtidos foi possível identificar o setor que mais consome energia elétrica, podendo então dar um enfoque maior a este setor. Através de pesquisas foi possível gerar algumas sugestões que podem ter um efeito positivo, diminuindo desperdícios e aumentando a eficiência do sistema. Também foi realizada uma comparação entre dois tipos de equipamentos destinados a iluminação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados das simulações realizadas a partir dos levantamentos realizados realizado na instituição em estudo, a partir destes resultados foi elaborado sugestões que surtiriam efeito positivo ao consumo de energia elétrica na escola.

5.1 ANÁLISE DO CONSUMO ANUAL

Nos meses de janeiro, fevereiro e agosto, houve uma baixa no nível de consumo, isso se deve ao período de férias, como está claro no mês seguinte a períodos sem aulas há uma queda significativa no consumo mensal. Mesmo assim por há um consumo consideravelmente alto

5.2 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Através do simulador de consumo da COPEL, obteve-se uma tabela (Tabela 5) de consumo mensal de acordo com cada setor de consumo. Assim foram definidos os setores de consumo:

- **Iluminação:** lâmpadas incandescentes e fluorescentes;
- **Informática e segurança:** computadores, câmeras, roteadores, etc.;
- **Equipamentos da cantina e refrigeração:** forno elétrico, freezer, etc.;
- **Climatização:** ventiladores;

Tabela 5: Estimativa de consumo

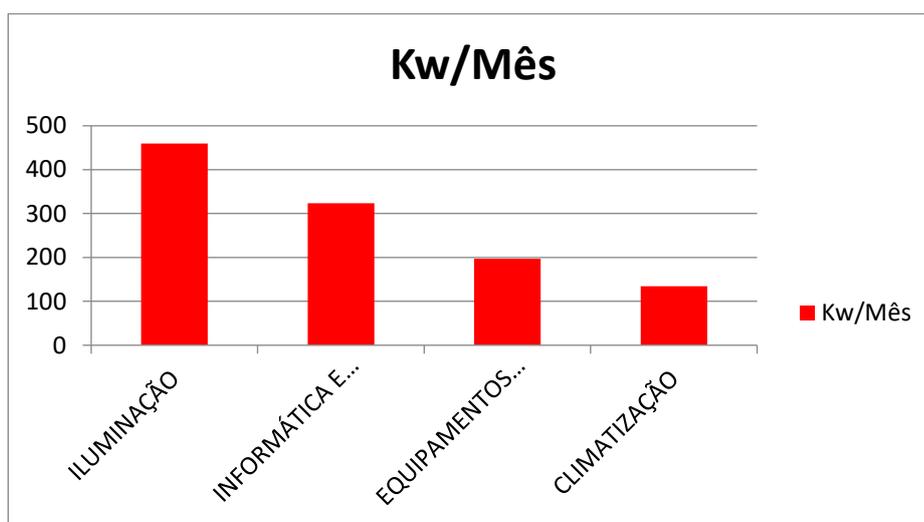
CONSUMO MENSAL	KW/Mês
ILUMINAÇÃO	459,36
INFORMÁTICA E SEGURANÇA	323,4
EQUIPAMENTOS DA CANTINA E REFRIGERAÇÃO	197,1
CLIMATIZAÇÃO	134,4
CONSUMO TOTAL	1114,26

Fonte: Autor, 2017

As estimativas de consumo utilizadas no simulador foram baseadas em observações do cotidiano de um dia na escola, podendo variar de mês para mês. Como pode ser observado na tabela 5, a maior parte do consumo de energia mensal é destinada a iluminação, seguido pela informática, equipamentos da cozinha e refrigeração e por último a climatização.

Agora observe o gráfico 3, gerado com os resultados da simulação:

Gráfico 3: Consumo mensal estimado



Fonte: Autor, 2017

De acordo com os resultados da simulação, o setor de iluminação é o que mais consome energia elétrica, isso acontece por ser o que tem mais equipamentos instalados ao sistema, mesmo que sua carga instalada seja inferior a outros setores, possui um alto índice de horas de uso da maioria das lâmpadas utilizadas, ou seja, é um serviço muito requisitado na escola por oferecer conforto visual, algo essencial aos alunos.

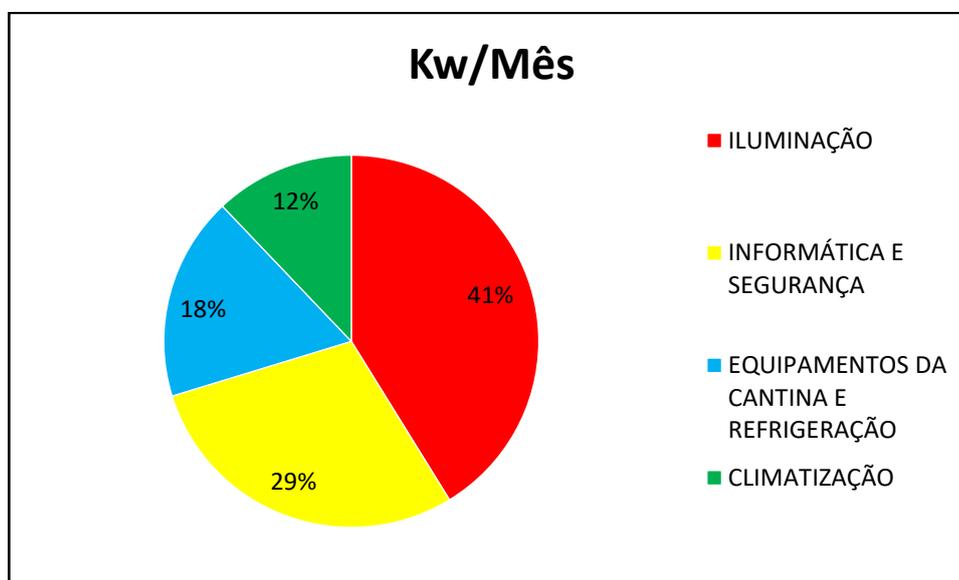
A informática e segurança apresentaram um índice considerável de consumo, ficando atrás apenas da iluminação, isso se dá pelo fato de que possui equipamentos (câmeras de segurança) que ficam ligados continuamente. Também estão neste grupo também computadores e impressoras, os computadores são utilizados geralmente poucas horas por dia, porém sua potência consumida por unidade é considerável (300 w), além de ter algumas unidades (da secretária) que permanecem ligadas por mais horas por dia.

Em relação ao consumo do grupo “equipamentos da cantina e refrigeração”, o consumo gerado pela simulação foi bem menor que os dois primeiros citados. Isso acontece por que há poucos equipamentos elétricos com uso contínuo ou considerável, sendo apenas a geladeira freezer e os bebedouros, que mesmo com uso contínuo não estão sempre operando com a potência máxima (130 W), temos também o forno que apesar da potência alta é raramente utilizado e outros que também são utilizados por pouco tempo e não são grades consumidoras de energia elétrica.

A climatização, mesmo contando apenas com ventiladores em sua carga instalada, apresenta um índice menor de uso, sendo mais requisitados em determinados períodos do ano (meses mais quentes). Também verificou-se uma preocupação maior por parte dos alunos e funcionários em mantê-los desligados quando não eram necessários.

O gráfico 4, a seguir mostra a proporção em porcentagem que cada seguimento de consumo apresenta:

Gráfico 4: Porcentagem de consumo



Fonte: Autor, 2017

A partir do gráfico 4, é possível concluir que a iluminação, grupo que apresentou maior consumo, é responsável por quase metade do consumo total

da escola, já o grupo denominado climatização, o que apresentou o menor consumo, consome pouco mais de 1/10 (um décimo) do total da energia consumida.

Contudo, a partir de observações feitas no cotidiano de trabalho da escola ficaram evidentes que os maiores causadores de desperdício de consumo foram os próprios alunos e funcionários, que ao não se preocupar em apagar a luz ao sair, por exemplo, mesmo com diversos cartazes espalhados pela escola referente à prevenção do desperdício, geraram um desperdício relativamente alto.

5.1.1 Resultado Da Comparação Do Consumo Entre As Lâmpadas Fluorescentes E LED

A partir dos dados da tabela 4, realizou-se uma simulação apenas do setor de iluminação, mas substituindo as lâmpadas Fluorescentes tubulares e compactas (40W e 25W, respectivamente) por lâmpadas LED tubular (18W).

Obteve-se através do simulador sobre as mesmas condições de tempo de uso o seguinte resultado:

Tabela 7: Comparação entre lâmpadas LED e fluorescente

Tipo de lâmpada	K/W mês
Lâmpada Fluorescente (Tubular e compacta)	459,36
Lâmpada LED tubular	298,8

Fonte: Autor, 2017

Com os resultados apresentados na tabela 7, fica evidente o quanto é desperdiçado em iluminação na instituição, as LEDs consomem apenas 65.05% da energia consumida pelas lâmpadas fluorescentes, ou seja, teria uma economia maior que 30% (trinta por cento) uma diferença considerável de eficiência entre elas, além de disso as LEDs tubulares emitem um fluxo luminoso superior às lâmpadas fluorescentes compactas, proporcionando maior conforto aos estudantes.

Segundo a NBR5413, em uma sala de aula o fluxo luminoso tem que ser no mínimo de 200 lm/m² (duzentos lumens por metro quadrado). Como as lâmpadas LED tubulares emitem aproximadamente 2000 lm (dois mil lumens) cada, e as salas de aula são 36 m², sendo 4 (quatro) lâmpadas por sala, temos que para cada metro

quadrado é emitido cerca de 230 lm (duzentos e trinta lumens), além disso, existe apenas uma turma no período noturno, sendo a maioria das aulas realizadas no período diurno, o fluxo luminoso das lâmpadas é auxiliado ou até substituído pela luz solar. (NBR5413, 1992)

5.2 SUGESTÕES

Sugere-se a implantação de sensores fotoelétricos e de presença, por estes apresentarem resultados positivos a favor da eficiência energética. Estes sensores seriam instalados nas áreas de circulação, havendo uma hierarquia entre o sensor de fotoelétrico e o sensor de presença, sendo necessário o sensor fotoelétrico estar acionado para então o sensor de presença poder ser acionado. Essa configuração é necessária por que se a luminosidade no ambiente já estiver “agradável”, não há a necessidade do sistema de presença ser acionado, mesmo que houvesse pessoas no ambiente. Então, as lâmpadas ficariam ligadas menos horas por dia, gerando uma certa economia. Infelizmente não é possível realizar uma comparação entre a instalação da escola com os sistemas de sensores, pois para isso seria necessário a instalação física do sistema.

Outra sugestão que teria um efeito positivo ao sistema diminuindo o consumo seria a substituição das lâmpadas em uso, por lâmpadas LED, que apresentam maior eficiência em relação as já instaladas na escola. Contudo seria necessário fazer uma avaliação econômica relacionada à substituição de todas as lâmpadas e a instalação do sistema automatizado, avaliação essa que não foi contemplada neste trabalho.

A sugestão dos sensores e substituição das lâmpadas poderiam melhorar o desempenho do setor de iluminação, diminuindo consumo, porém está modificação não afetaria no modo de consumo dos outros setores, visto que estão relacionados a utilização das lâmpadas. Foi verificado que nos outros setores não á a necessidade de trocas de equipamentos, pois estes não apresentaram desperdícios de energia consideráveis em suas utilizações.

6 CONCLUSÃO

Como foi evidenciada no trabalho, a maior parte do consumo em prédios públicos é destinada a climatização, seguido pela iluminação, porém a escola em estudo não faz o uso do ar condicionado – equipamento que apresenta alto consumo de energia elétrica. Então foi possível comprovar através da simulação que o setor que mais consome energia na escola é o de iluminação.

Mesmo com a existência de vários cartazes de incentivo ao uso consciente da energia elétrica, ficou claro que a má utilização por parte dos funcionários e alunos, também foi uma das causas para um consumo excedente ao necessário. Portanto as realizações de campanhas destinadas à conscientização não bastam para um uso mais eficiente da energia elétrica no local de estudo, sendo necessária a implantação de sistemas de automatizados em sincronia para haver uma eficiência maior ao sistema.

A iluminação apresentou o maior índice de consumo da escola, resultado esse que sofreu influência dos motivos citados no parágrafo acima, a sugestão da implantação do sistema automatizado, através dos sensores de presença e fotoelétrico em sincronia surtiria um efeito positivo ao sistema, podendo gerar alguma economia ao consumo destinado a iluminação.

A substituição das lâmpadas em uso ofereceria mais conforto aos estudantes e funcionários por as lâmpadas LEDs oferecerem um maior fluxo luminoso e maior eficiência luminosa em comparação com as lâmpadas Fluorescentes, como foi relatado na seção 6 do capítulo 3, além de proporcionar uma economia considerável, por serem mais eficientes que as utilizadas, podendo chegar a reduzir o consumo em mais de 30% (trinta por cento).

Por não estar na categoria a qual é realizada medição de energia reativa, ocasionando em multas, verificou-se que não há preocupação e nem conhecimento dos funcionários em relação a este problema. Logo, o baixo fator de potência das lâmpadas fluorescentes utilizadas em grande escala na escola tende a deixar o sistema todo com o fator de potência abaixo do ideal estipulado pela ANEEL, podendo causar transtornos desnecessários à rede da Cemig.

Há metodologia aplicada ao trabalho, utilizando principalmente do software de simulação possibilitou entender como é consumida a energia elétrica na escola,

podendo comprovar algumas teorias, relacionadas aos setores que maior consomem energia elétrica em prédios gerenciados pela rede pública.

Por fim, o conhecimento do modo como é consumido a energia permitiu dar um enfoque maior ao setor que mais consome energia, possibilitando então sugestões mais eficientes ao sistema, evitando possíveis sugestões que não surtiriam algum efeito considerável. Com isso a melhor maneira de se economizar energia é primeiramente conhecer a o sistema e como ele funciona.

6.1 PROPOSTAS A TRABALHOS FUTUROS

Um dos temas não explorados pelo autor, é relacionado a custo econômico em relação à implantação de algumas mudanças, como o custo da instalação de sensores de presença e fotoelétricos ao sistema de iluminação e a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED.

Outro assunto que pode ser aprofundado é relacionado ao quanto prejudicial a rede elétrica o sistema com várias lâmpadas de baixo índice de fator de potência está sendo para a rede elétrica da concessionária.

Exluidos:

No caso deste trabalho

Esse sensor também seria útil no sistema destinado a iluminação noturna para câmeras de segurança, já que dispensariam a necessidade de um funcionário ligar e desligar a lâmpada ao anoitecer e ao amanhecer, respectivamente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Energia Elétrica - ANNEL; **RESOLUÇÃO N.º 456**. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>> Acesso em 12 out, 2017.

CEMIG; **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Bandeiras_tarifarias.aspx> Acesso em 25 out, 2017.

COPEL; **Fator De Potência: Como Transformá-Lo Em Um Fator De Economia**. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator-de-potencia/\\$>FILE/fator_potencia.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator-de-potencia/$>FILE/fator_potencia.pdf)>. Acesso em 14 set, 2017.

G1; **Lâmpadas incandescentes deixam mercado nacional dia 1º de julho**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/06/comeca-valer-na-6-proibicao-de-venda-de-lampadas-incandescentes.html>>. Acesso em 26 set, 2017.

GUGEL, Eloir Carlos; WESTPHAL, Fernando Simon; **Estudo comparativo entre sistemas de iluminação**. Florianópolis: UFSC, 2006. 11 p. Estudo Comparativo.

HAUSMANN, Romeu. **Sistema Inteligente De Iluminação Para Duas Lâmpadas Fluorescentes De 40w**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. 137p. Dissertação de Mestrado

INMETRO; **Lâmpada LED**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampadaled/lampadale.pdf>>. Acesso em 22 set, 2017.

KEELER, Marian; BURKE, Bill; **Projeto de edificações sustentáveis**. São Paulo: Bookman, vol 1, 2010. 362 p.

POMILIO, José Antenor; DECKMANN, Maurer Sigmar; **Condicionamento de Energia Elétrico e Dispositivos**. Disponível em: <<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/it741/cap1.pdf>>. Acesso em 20 set, 2017.

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL; **Manual de Iluminação**. Rio de Janeiro, 2011, 54p.

ROCHA, Afranio. **Eficientização Energética Em Prédios Públicos: Um Desafio Aos Gestores Municipais Frente Aos Requisitos De Governança E Sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2012. 25p. Artigo.

SANTOS, Talía Simões dos; BATISTA, Marília Carone; POZZA, Simone Andréa; ROSSI, Luciana Savoi; **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais.** Campinas: Unicamp, 2015. 8 p. Artigo.

SCHMIDT, Hernán Prieto; GRIMONI, José Aquiles Baesso; KAISER Walter; OLIVEIRA Carlos C. Barioni de; TAHAN, Carlos Márcio Vieira; GOUVEA, Marcos Roberto. **Lâmpadas e instalações elétricas.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016. 36 p. Trabalho de Graduação.

SOMMERFELD JUNIOR, Erasto Leonel; PETRY, Jacir Rodrigo. **Bancada didática para estudo de fator de potência.** Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012. 46p. Trabalho de Conclusão de curso.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho; BORTONI, Edson da Costa; NOGUEIRA, Fábio José Horta; HADDAD, Jamil; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; VENTURINI Osvaldo José; YAMACHITA, Roberto Akira. Energia: conceitos e fundamentos. **Eficiência Energética: Fundamentos E Aplicações.** 1. Ed. Itajubá: Elektro,2012. p. 13-28.

APÊNDICE A AUTORIZAÇÃO

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia
Instituto Tecnológico de Caratinga
Curso de Engenharia Elétrica

Rua João Pinheiro, 168 – Centro – Caratinga/MG Cep: 35300-037
Credenciado Portaria nº 3.977 de 16/12/2004
Reconhecido portaria nº 826 de 14/04/2011

Caratinga, 25 de Outubro de 2017

Senhor (a): Alencar Soares Sobrinho

Vice Diretor e Professor da Escola Estadual Sudário Alves Pereira

Por meio desta apresentamos o acadêmico , **AGUINALDO SOARES NETO** do 10º semestre do Curso de Engenharia Elétrica, devidamente matriculado (120900024) nesta Instituição de ensino, que está realizando a pesquisa intitulada “**ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESCOLA ESTADUAL SUDÁRIO ALVES PEREIRA NA CIDADE DE CARATINGA/MG**”. O objetivo do estudo é verificar o consumo de energia elétrica na Escola Estadual Sudário Alves Pereira, situada na Rua Izaltino Silveira da Matta, 97, Patrocínio de Caratinga, CARATINGA-MG.

Na oportunidade, solicitamos autorização para que realize a pesquisa através da coleta de dados (questionário/entrevista/observação).

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes e segredos inerentes ao processo produtivo.

Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento do pesquisador em possibilitar, aos participantes, um retorno dos resultados da pesquisa. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando sigilo e ética, conforme termo de consentimento livre que será assinado pelo participante. Esclarecemos que tal autorização é uma pré-condição.

Atenciosamente,

Alencar Soares Sobrinho
Vice Diretor - MASP: 518886-1
Nomeação MG 31/12/2015

Alencar Soares Sobrinho

ANEXO A RELATÓRIO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA E.E SUÁRIO ALVES PEREIRA

UNIDADE: EE SUDÁRIO ALVES PEREIRA

QTD ALUNOS MANHA: 233

QTD ALUNOS TARDE: 142

QTD ALUNOS NOITE: 70

TOTAL DE ALUNOS: 445

Nº DA INSTALAÇÃO: 3003286553

MEDIDOR: APD126143208

ENDEREÇO: R IZALTINO SILVEIRA DA MATTA, 97

TIPO TARIFÁRIO: BAIXA TENSÃO

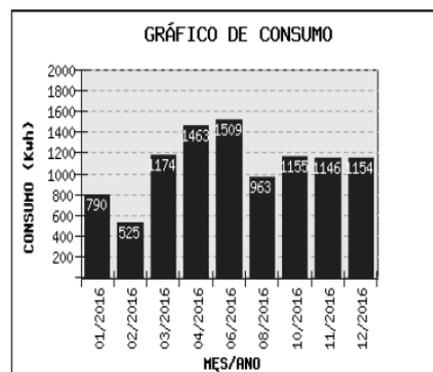
DEMANDA CONTRATADA: -----

MESES DE REFERÊNCIA PARA MÉDIA: 09/2016 - 10/2016 - 11/2016

MÉDIA(Kwh/Mês): 767,00

CONSUMO ESCOLA:

MÊS/ANO	CONSUMO KWH	VALOR	% ULTRAPASSADO
01/2016	790	541,18	0,00
02/2016	525	367,04	0,00
03/2016	1174	710,43	0,00
04/2016	1463	855,88	0,00
06/2016	1509	890,77	0,00
08/2016	963	588,55	0,00
10/2016	1155	706,05	0,00
11/2016	1146	711,35	0,00
12/2016	1154	701,14	0,00



ANEXO B PLANTA DA ESCOLA ESTADUAL SUDÁRIO ALVES PEREIRA

