

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES  
*CAMPUS* PATOS DE MINAS

MURILO PEREIRA CAIXETA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA AO PRÉDIO DOS  
LABORATÓRIOS DO *CAMPUS* PATOS DE MINAS**

PATOS DE MINAS  
2018

MURILO PEREIRA CAIXETA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA AO PRÉDIO DOS  
LABORATÓRIOS DO *CAMPUS* PATOS DE MINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas, como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações.

Orientadora: Prof. Dra. Elise Saraiva

MURILO PEREIRA CAIXETA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA AO PRÉDIO DOS  
LABORATÓRIOS DO *CAMPUS* PATOS DE MINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas, como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações.

Patos de Minas, 06 de Julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

---

Dra. Elise Saraiva – FEELT/UFU

(Orientadora)

---

Dr. Alexandre Coutinho Mateus – FEELT/UFU

(Examinador 1)

---

Ms. Júlio César Coelho – FEELT/UFU

(Examinador 2)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me proporcionado a vida, e ser um alicerce nos momentos de fraqueza.

Aos meus pais, Maria Elice e Pedro, por me dar o suporte necessário nesta jornada, dando-me força de vontade necessária, fazendo com que eu sempre perseverasse diante das adversidades e tendo sempre àquela paciência comigo, assim como meu irmão, Arthur, pelos momentos de alegria que motivaram, também, nesta caminhada.

Aos meus colegas, que juntos compartilhamos alegrias, preocupações e conhecimentos durante esta longa trajetória, no curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, *Campus* Patos de Minas.

Aos professores, que nos revelaram um “novo mundo”, nos incentivando a buscar novos conhecimentos, de acordo com os seus conhecimentos; além das conversas nos corredores, antes e depois das aulas, nos dando conselhos preciosos.

Aos técnicos laboratoriais, que contribuíram em projetos e aulas práticas, além da disposição de cada um, em poder ajudar. E, também, aos técnicos que colaboraram na realização deste trabalho, em especial, os técnicos Douglas, Carla, Istefane, Luciana e Milton.

Bem como, todos os funcionários que compõem a Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas, que incansavelmente contribuem e fazem parte da nossa jornada. E a Universidade Federal de Uberlândia – UFU, por toda a estrutura ofertada, apesar das dificuldades, pelos professores e técnico-administrativos.

Por fim, agradeço imensamente à minha orientadora Professora Dra. Elise Saraiva, por estar sempre disposta a ajudar, pela paciência e pelo cuidado incondicional, muito obrigado.

## RESUMO

O consumo de energia elétrica de forma inadequada provoca diversos prejuízos à sociedade. Neste sentido, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo elaborar um estudo sobre possíveis formas de se reduzir o consumo energético, de forma eficiente, embasado em dados e técnicas comumente utilizadas, com a finalidade de se reduzir as despesas energéticas nas instalações dos laboratórios, da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas. Pela grave crise energética, tanto no Brasil quanto no mundo, conforme será discutido no decorrer deste trabalho, e pelo fato do Brasil possuir uma dependência muito grande na geração de energia elétrica via hidrelétricas, uma vez que estas são responsáveis pela maior parte da energia produzida, e assim, o país se torna vulnerável a alterações climáticas, na qual se enfrenta atualmente. Neste trabalho é tratado, mais especificamente, o consumo energético nas instalações prediais públicas, que são responsáveis por aproximadamente 8% de todo o consumo elétrico nacional. E com isto, este trabalho busca caracterizar como acontece o gasto elétrico pelos usuários, além de compreender como funcionam os equipamentos existentes, e a partir daí, propor melhorias nas instalações elétricas, dispositivos elétricos e hábitos das pessoas, para reduzir o uso indiscriminado de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Eficiência energética. Setor público.

## **ABSTRACT**

The inadequate consumption of electricity causes several damages to society. The aim of this work is to elaborate a study on ways to reduce energy consumption efficiently, based on data and techniques used, in order to reduce the energy expenditure in the facilities of the laboratories, Federal University of Uberlandia - Patos de Minas Campus. For if there is a serious energy crisis, both in Brazil and in the world, as will be discussed in this paper, Brazil has a very large dependence on electricity generation, due to the use of hydroelectric plants, which are responsible for most of the energy produced, and so the country becomes vulnerable to climate change, which it is currently facing. And in this work, more specifically, will be the energy consumption in public buildings, which are responsible for approximately 8% of all national electricity consumption.

**Keywords:** Energy efficiency. Public sector.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.3.1.1.1 – Lâmpada Fluorescente.....	25
Figura 2.3.1.2.1 – Lâmpada LED.....	26
Figura 2.3.1.3.1 – Lâmpada Fluorescente e LED.....	27
Figura 4.1 – Fachada do onde se encontra os laboratórios da UFU.....	33
Figura 4.5.1 – Lâmpadas não acionadas, na escadaria dos laboratórios.....	41

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1.1 – Projeção do Consumo de Energia Elétrica Anual.....	20
Gráfico 2.1.2 – Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte, no ano de 2016.....	21
Gráfico 2.1.3 – Consumo elétrico brasileiro por setor (%)......	22
Gráfico 2.1.4 – Gasto de energia elétrica em um prédio público.....	22
Gráfico 2.3.1.3.1 – Eficiência Luminosa (lm/W).....	28
Gráfico 2.3.2.1 – Carga de refrigeração de um prédio público ou comercial.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.1 – Projeção do Consumo de Energia Elétrica Anual.....	19
Tabela 2.1.2 – Capacidade Instalada de Geração Elétrica (%)......	21
Tabela 2.3.1.3.1 – Características gerais das lâmpadas.....	27
Tabela 3.1.1 – Metodologia SEBRAE.....	32
Tabela 4.1.1 – Substituição da iluminação fluorescente existente por uma iluminação LED.....	35
Tabela 4.2.1.1 – Substituição dos condicionadores de ar existentes por outros, mais eficientes....	36
Tabela 4.2.2.1 – Substituição dos ventiladores existentes por outros, mais eficientes.....	37
Tabela 4.3.1 – Substituição dos projetores existentes por outros, mais eficientes LED.....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
EE	Eficiência Energética
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LED	Diodo Emissor de Luz
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PNE 2030	Plano Nacional de Energia 2030
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROCEL INFO	Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

## LISTA DE SÍMBOLOS

BTU	Unidade Térmica Britânica
cm	Centímetro
cv	Cavalo-Vapor
GWh	Gigawatt-hora
h	Hora
kWh	Kilowatt-hora
lm	Lúmens
m <sup>3</sup> /s	Metros Cúbicos por Segundo
MWh	Megawatt-hora
TEP	Tonelada equivalente de petróleo
TR	Toneladas de Refrigeração
TWh	Terawatt-hora
W	Watt

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Tema do Projeto.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Problematização.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Hipótese.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Justificativas.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Considerações Finais.....</b>	<b>16</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 A Busca pela Eficiência Energética.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Iniciativa do Governo em Expandir a Eficiência Energética.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Equipamentos.....	23
2.2.2 Edificações.....	23
2.2.3 Iluminação Pública.....	24
2.2.4 Poder Público.....	24
<b>2.3 Equipamentos com maiores eficiências.....</b>	<b>24</b>
2.3.1 Lâmpadas.....	25
2.3.1.1 Lâmpadas Fluorescentes.....	25
2.3.1.2 Lâmpadas LED.....	26
2.3.1.3 Lâmpadas Fluorescentes e LED.....	27
2.3.2 Condicionador de Ar.....	28
2.3.3 Sensor de Presença.....	30
<b>3. MÉTODOS E MATERIAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Metodologia SEBRAE.....</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 A EE na Iluminação.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 A EE na Refrigeração.....</b>	<b>35</b>
4.2.1 Condicionadores de ar.....	35
4.2.2 Ventiladores.....	37
4.2.3 Refrigeradores.....	38
<b>4.3 A EE em Projetores.....</b>	<b>38</b>

4.4 A EE em Computadores.....	39
4.5 A EE em Sensores de Presença.....	40
4.6 A EE nos Demais Equipamentos de Laboratório.....	41
4.7 A EE nas Demais Àreas.....	42
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE CARGA, POR AMBIENTE.....	48
APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DE CARGA, DOS PRINCIPAIS DISPOSITIVOS.....	49
ANEXO A – 1º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	51
ANEXO B – 2º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	52
ANEXO C – 3º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	53
ANEXO D – 4º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	54
ANEXO E – 5º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	55
ANEXO F – 6º PAVIMENTO DOS LABORATÓRIOS.....	56

## 1. INTRODUÇÃO

A humanidade é muito dependente do uso da energia elétrica para que ocorra seu desenvolvimento, e isso pode ser percebido a partir da história da evolução da humanidade, que busca sempre aperfeiçoar as formas que obtém energia, do meio onde vive [1].

Durante a evolução da humanidade, houve uma crescente necessidade de se obter formas de energias mais potentes, daí surgiram às energias fósseis, se por um lado possibilitou ao homem um desenvolvimento rápido, fez com que os preços aumentassem, pois, as energias fósseis eram finitas e poluentes. A partir daí, surgiu a necessidade de um modelo energético sustentável, estruturadas em energias renováveis e limpas [1].

Porém, para a utilização destas energias é necessário investimentos e o aprimoramento de tecnologias, para isto é indispensável o apoio do governo e das empresas [1].

No Brasil, grande parte da energia elétrica utilizada para abastecer as residências, os comércios, as indústrias e os setores públicos é gerada em hidrelétricas, no ano de 2016, a produção foi de 68,1%. As hidrelétricas têm como fonte de energia a energia potencial das águas, assim sendo é necessário que os reservatórios das usinas hidrelétricas estejam em níveis razoáveis, porém, o Brasil passa por um período de falta de chuvas, afetando conseqüentemente na oferta de energia elétrica [1].

A crise elétrica mostrou a toda à população, a enorme dependência que o Brasil tem em relação às hidrelétricas. Apesar de que o custo da geração de energia elétrica, por meio hidrológico ser mais baixo, o país se torna totalmente dependente do setor climático, assim, se houver uma crise climática haverá conseqüentemente uma crise econômica [1].

Por isso, o Brasil precisa investir em fontes alternativas de geração de energia elétrica, como por exemplo: a biomassa (utiliza matéria vegetal para produzir energia), a energia eólica (energia gerada por meio do estímulo do vento captado por aerogeradores), a energia solar (utiliza os raios solares para produzir energia) [2].

Uma forma para que se possa superar a crise energética e a crise de recursos, é que se tenham equipamentos que consumam energia elétrica de modo mais eficiente. Outra forma de superar a crise é fazer a conscientização da população, de forma que ela adquira equipamentos mais eficientes; desta forma, o governo deve promover a ampla divulgação dos aparelhos que tenham o melhor rendimento se comparado aos demais [1].

## **1.1 Tema do Projeto**

O projeto a ser desenvolvido tem como tema fundamental a eficiência energética.

## **1.2 Problematização**

O projeto busca esclarecer como acontece o consumo de energia elétrica no prédio dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas, localizado na Rua Major Jerônimo, 566. Para isso será necessário entender e esquematizar o consumo elétrico em: equipamentos gerais, iluminação, bem como condicionadores de ar, buscando formas de reduzir as despesas referentes à conta de energia elétrica, pois, sabe-se que o setor público é responsável por cerca 8% de todo o consumo brasileiro.

## **1.3 Hipóteses**

Para conseguir diminuir o consumo de energia elétrica, serão levantadas algumas averiguações, como por exemplo:

- Em aparelhos elétricos que consomem muita energia, no modo de espera;
- Em aparelhos que tem uma eficiência baixa, como lâmpadas, ventiladores e outros;
- Na planta elétrica dos laboratórios;
- Nos sensores de presença, que estão instalados.

## **1.4 Objetivos**

A pesquisa tem como objetivo analisar as possíveis medidas a serem adotadas, na utilização dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas, para a obtenção de uma melhor eficiência energética, visando à diminuição da conta de energia elétrica, que durante o período de Junho à Outubro de 2017, foi constatado um consumo médio de 12.224 kWh e o valor médio pago de R\$ 6.591,12, por mês.

## **1.5 Justificativas**

O setor público brasileiro utiliza cerca de 8% de toda a energia elétrica consumida no país, então, é de extrema importância buscar a diminuição do consumo energético deste setor. Desta forma, será recomendado meios de reduzir o consumo de forma eficiente, gerando assim, uma redução dos gastos públicos, que passa por dificuldades financeiras.

## **1.6 Considerações Finais**

De acordo com o que foi proposto anteriormente, será elaborado um estudo sobre formas de se reduzir o consumo de eletricidade de forma eficiente, a partir de dados científicos e técnicos que já são conhecidos. Assim, a pesquisa será realizada com a finalidade de reduzir as despesas relacionadas com o consumo elétrico.

## 2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Pode-se definir Eficiência Energética (EE) como a busca do melhor desempenho para se produzir um serviço, utilizando a menor quantidade de energia. Por exemplo, a modernização de equipamentos e processos, buscando a redução do consumo [3].

### 2.1 A Busca pela Eficiência Energética

A preocupação com a EE surgiu com os choques do petróleo na década de 1970, que apresentaram os indícios de carência deste recurso energético e coagiram o aumento dos preços dos energéticos, trazendo inúmeras ações voltadas à preservação e maior eficiência no uso dos seus resultados. Neste período, iniciou-se uma busca para a diversificação da matriz energética buscando dar uma maior garantia no atendimento à procura demandada de energia, no Brasil, um exemplo, é o Proálcool [4].

O Proálcool foi uma iniciativa do governo, do Brasil, em aumentar a produção do etanol (álcool combustível) para substituir a gasolina. Nos primeiros dez anos do programa, a população aderiu aos automóveis acionados a álcool. No ano de 1983, as vendas de carros movidos a álcool ultrapassou a venda de automóveis movidos à gasolina [5].

No Brasil, existe há mais de duas décadas programas que visam à busca de EE, como: o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) [4].

Em 1985, foi criado o PROCEL, que inicialmente atuava na publicação e distribuição de manuais que buscavam a conservação da energia elétrica, em vários setores. Paralelamente, aconteceram estímulos ao progresso tecnológico e o ajuste da legislação. Em 1990, o PROCEL começou a oferecer cursos técnicos para a formação de profissionais capacitados na área [4].

Em 1991, foi criado, por decreto presidencial, o CONPET, que abrangem as áreas e os setores comerciais, agropecuários, geradores de energia, residenciais e industriais, além das instituições de ensino. O CONPET no decorrer de sua existência buscou fazer a capacitação pessoal, realização de diagnósticos em veículos de cargas e divulgação de informações. E em 2005, foi criado o Selo CONPET, que indicava a eficiência de fogões, fornos e aquecedores de água a gás. Já em 2009, o CONPET em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) começou a fazer a etiquetagem de forma voluntária de veículos leves [4].

Em 24 de julho de 2000, aconteceu à promulgação da Lei nº 9.991, e esta regulamentou a obrigação das empresas distribuidoras de energia elétrica brasileira, em fazerem a aplicação anual de 0,50% de sua receita anual líquida, até 31 de dezembro de 2022, em pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico. E as concessionárias que fazem a geração e também as empresas que produzem independentemente energia elétrica devem destinar, anualmente, no mínimo 1% de sua receita líquida, para a pesquisa e o desenvolvimento no setor elétrico, exceto empresas que produzam exclusivamente energia elétrica a partir de instalações solar, biomassa, eólica, cogeração qualificada e pequenas centrais hidrelétricas [6].

As iniciativas e programas de EE vigentes no Brasil são de competência do Ministério de Minas e Energia (MME), o qual é responsável por formular políticas energéticas e determinar os níveis mínimos de EE e máximos de consumo específico de energia em aparelhos e máquinas, tanto os fabricados como os comercializados, no Brasil; baseado nos fatores técnicos, e também desenvolver formas de possibilitar a EE em edificações construídas, de acordo com a Lei nº 10.295/01 [7].

No ano de 2001, o Brasil passou por sua pior crise de energia elétrica de sua história, ocasionada pela falta d'água, nos reservatórios das usinas hidrelétricas, causados pela falta de investimentos em geração e distribuição de energia. Para amenizar o problema e impedir o “apagão”, o governo impôs à população a redução de 20% do consumo de energia elétrica, e multa para quem descumprisse a limitação [8].

O sistema elétrico brasileiro passou por diversas mudanças, após o racionamento de energia, verificado entre 2001 e 2002. A partir daí, foi percebido a carência de um sistema elétrico adequado, que conseguisse suprir as demandas exigidas [9].

Desde então, o Estado assumiu a sua responsabilidade de oferecer uma infraestrutura básica para o país. Na busca de um novo modelo no setor elétrico foi promulgada a Lei nº 10.847 e a Lei nº 10.848, que cuidam, respectivamente, da formação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e de uma nova estrutura de normas de comercialização de energia elétrica [9].

A EPE tem como atribuições legais elaborar pesquisas e análises que mapearão as necessidades do setor energético, para realizar um melhor atendimento ao interesse coletivo e ao desenvolvimento coletivo. Assim, a EPE é um instrumento que busca propiciar o princípio constitucional que destina ao Estado a obrigação de incentivar, fiscalizar e planejar ações setoriais [9].

Em janeiro de 2006, a EPE fez diversas investigações na literatura e debates com especialistas para compor o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), que busca formular estratégias para aumentar a oferta energética, de acordo com a evolução da demanda, de forma integrada e sustentável. O MME realizou várias apresentações específicas em 2006, que buscavam mostrar as questões associadas à oferta e a demanda de energia, isto aconteceu e em menos de um ano, foi conduzido por ente governamental, apesar de ser um processo complicado e amplo, aconteceu de forma rápida [9].

Com a busca incessante de se obter uma maior EE, foi adotada medidas para se reduzir o consumo energético, para isso foi feita uma estimativa do consumo de energia até o ano 2030, baseado nos dados até o ano de 2010. Considerando as medidas tomadas, é previsto uma queda ano a ano acumulada de 0,60% de acordo com o Consumo Base, conforme mostra a Tabela 2.1.1 [4].

Tabela 2.1.1– Projeção do Consumo de Energia Elétrica Anual.

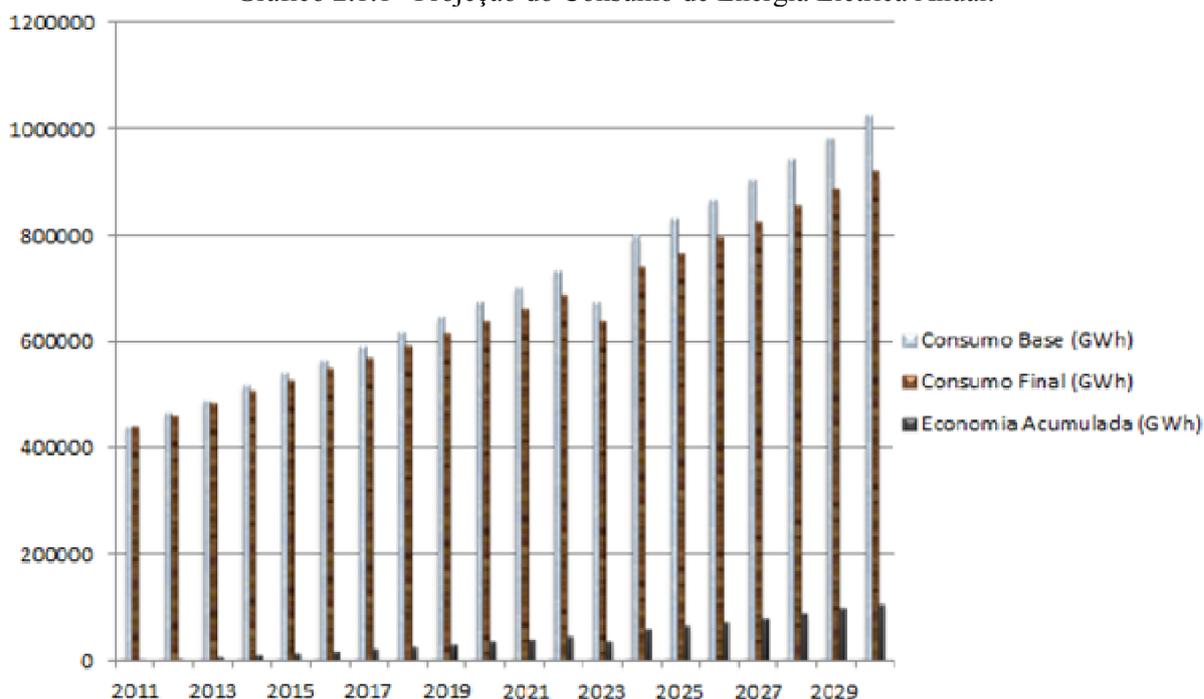
Anos	Consumo Base (GWh)	Consumo Final (GWh)	Economia Acumulada (GWh)	Economia do Ano (GWh)
2010	419.016	419.016	-	-
2011	442.062	439.548	2.514	2.514
2012	466.375	461.211	5.164	2.650
2013	492.026	483.943	8.083	2.919
2014	519.087	507.796	11.291	3.208
2015	542.446	527.752	14.694	3.403
2016	566.856	548.490	18.366	3.672
2017	592.365	570.044	22.321	3.955
2018	619.021	592.446	26.575	4.255
2019	646.877	615.729	31.148	4.573
2020	674.693	638.700	35.993	4.845
2021	703.705	662.525	41.179	5.186
2022	733.964	687.241	46.723	5.543
2023	674.693	638.700	35.993	4.845
2024	798.442	739.477	58.965	6.321
2025	832.775	767.067	65.708	6.743
2026	868.584	795.688	72.896	7.188
2027	905.934	825.379	80.555	7.659
2028	944.889	856.178	88.710	8.156

2029	985.519	888.129	97.390	8.680
2030	1.027.896	921.273	106.623	9.233

Fonte: Adaptado [4]

E também podem ser observados os dados da Tabela 2.1.1, no Gráfico 2.1.1.

Gráfico 2.1.1– Projeção do Consumo de Energia Elétrica Anual.



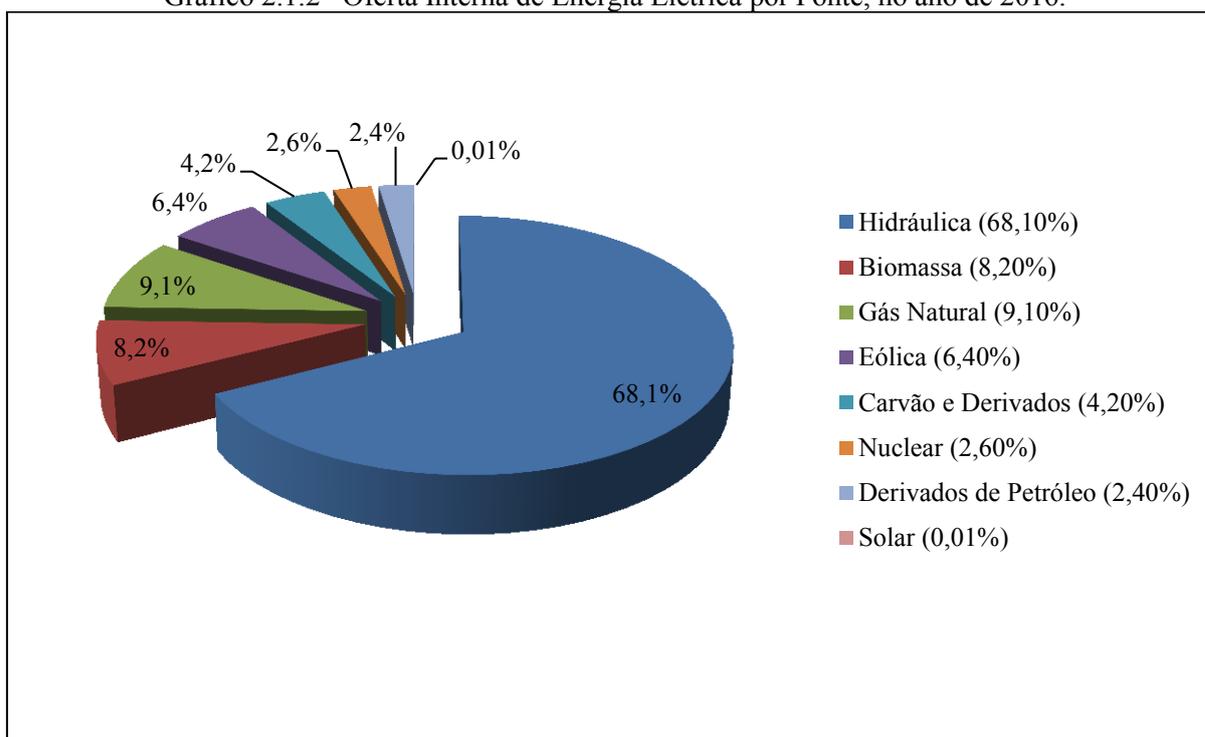
Fonte: Adaptado [4]

No Brasil, a geração de energia elétrica, em 2016, alcançou 578,9 TWh, produzidas em centrais de serviço público e autoprodutores, este saldo foi 0,4% inferior se comparado ao ano anterior. As centrais elétricas de serviço público são responsáveis por 83% da energia elétrica total do Brasil, continuando como as principais fornecedoras [11].

Foram importados 40,8 TWh, que somados com a produção nacional, garantiram uma oferta interna de 619,7TWh, superando em 0,7% a oferta do ano anterior [11].

A matriz elétrica brasileira é composta predominantemente renovável, destacando a geração hidráulica que corresponde a 68,1%, de toda oferta interna. As fontes renováveis representam 81,7% da oferta de eletricidade do Brasil, que se formam a partir das importações e a produção nacional, conforme o Gráfico 2.1.2 [11].

Gráfico 2.1.2– Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte, no ano de 2016.



Fonte: Adaptado [11]

E a capacidade instalada de geração elétrica no Brasil, não acontece de forma uniforme, principalmente a eólica e a solar, como pode ser observado na Tabela 2.1.2. A maior parte da capacidade instalada se concentra na região sudeste, que, também, é a maior consumidora energética do país.

Tabela 2.1.2– Capacidade Instalada de Geração Elétrica (%).

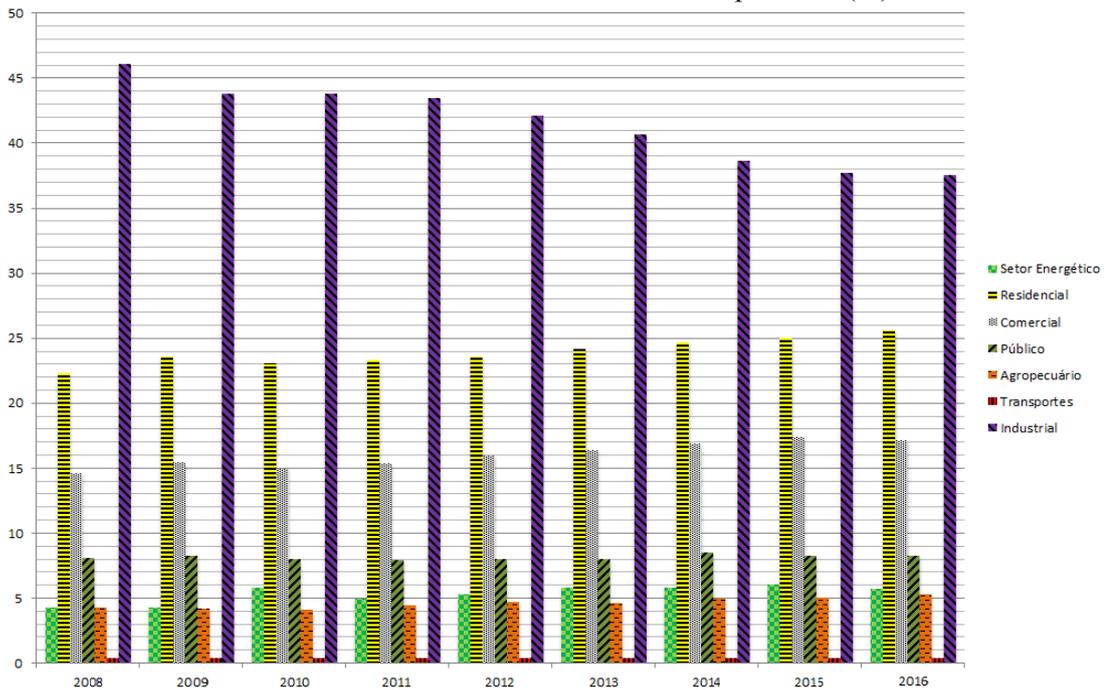
Região	Hidro	Termo	Eólica	Solar	TOTAL
Norte	22,2	9,6	0,0	0,8	17,0
Nordeste	11,9	24,3	81,1	61,7	19,8
Sudeste	25,9	42,8	0,3	16,5	29,8
Sul	25,5	12,2	18,6	17,1	21,1
Centro-Oeste	14,4	11,1	0,0	3,8	12,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Adaptado [10]

O Brasil possui programas de redução do consumo energético, leis e decretos que são aplicáveis também às instalações públicas, assim o país precisa buscar a economia do consumo energético nas áreas públicas, que consomem cerca de 8% da energia disponibilizada no país. A procura pela EE nas edificações públicas tem um papel fundamental como política pública, como efeito demonstrativo à população.

A seguir, no Gráfico 2.1.3, é mostrada a evolução da parcela de consumo do setor público, no Brasil [11]. O setor industrial é responsável por grande parte do consumo total, seguido pelo setor residencial e comercial, respectivamente, estando em quarto lugar, neste ranking, o setor público. Entretanto, o este setor necessita de grande atenção, pois, além de consumir energia elétrica, que tem sua disponibilidade limitada, contribui com os gastos públicos, e este busca diminuir suas despesas, devido a queda em arrecadação.

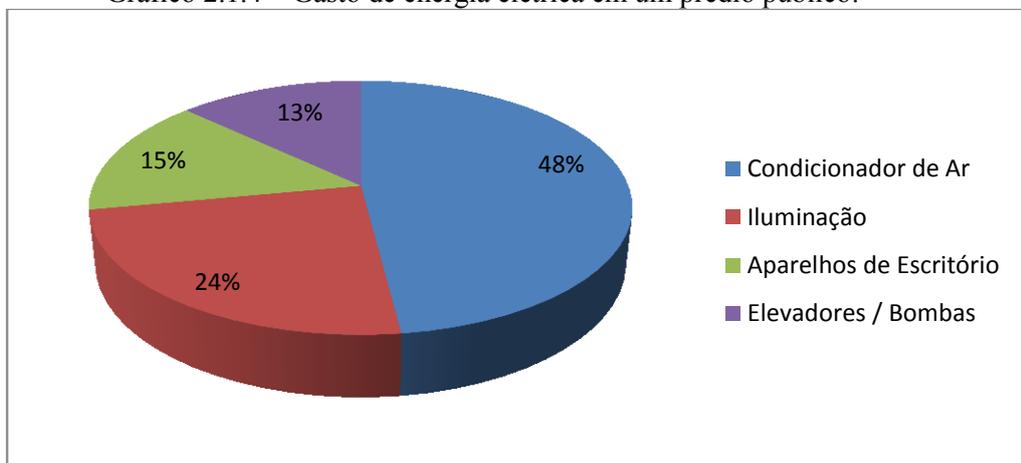
Gráfico 2.1.3 – Consumo elétrico brasileiro por setor (%).



Fonte: Adaptado [4]

O gasto de energia elétrica em um prédio público comum pode ser examinado no Gráfico 2.1.4.

Gráfico 2.1.4 – Gasto de energia elétrica em um prédio público.



Fonte: Adaptado [4]

Percebe-se o alto percentual de despesas com aparelhos de climatização e os sistemas de iluminação, que carecem receber prioridade de tratamento em qualquer programa que busca eficiência energética, difundido pelos gestores públicos.

## **2.2 Iniciativa do Governo para Expandir a Eficiência Energética**

Em 30 de dezembro de 1985, o governo federal criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que busca a aplicação eficiente da energia elétrica e a extinção do seu desperdício, e é coordenado pela Eletrobrás e o MME. O PROCEL tem suas ações fundamentadas na busca do aumento da eficácia dos bens e serviços, para o avanço de hábitos e informações acerca do consumo eficiente de energia; assim, investir no setor elétrico para a redução dos impactos ambientais e construir um país sustentável [12].

No ano de 2015, o PROCEL colaborou na redução de 11,7 TWh, o que representa 2,5% do consumo nacional de energia elétrica [12].

O PROCEL realiza ações que buscam a EE em vários segmentos, que contribuem na economia de energia elétrica e que provocam ganhos a sociedade brasileira [12].

### **2.2.1 Equipamentos**

O Selo PROCEL foi criado a partir do Decreto Presidencial em 8 de dezembro de 1993, que tem como objetivo ser um instrumento simples e eficiente para o consumidor entender, como os equipamentos que existem no mercado, quais são os que consomem menos energia e os mais eficientes [12].

Desde sua criação, foram feitas parcerias com o INMETRO, pesquisadores de laboratórios e de universidades, e os fabricantes, para incentivar ao mercado a disponibilidade de equipamentos mais eficientes. Assim, são definidos índices de desempenho para cada equipamento; e o equipamento que busca o Selo PROCEL é submetido a uma maratona de testes em laboratórios, credenciados pela Eletrobrás, e os equipamentos que alcançam os índices recebem o Selo PROCEL [12].

### **2.2.2 Edificações**

A energia elétrica consumida em edificações comerciais e residenciais, públicas e de serviços, corresponde a quase 50% da eletricidade consumida no Brasil. Porém, as novas edificações podem conseguir uma redução de 50% no consumo, desde que sigam as

recomendações; e as edificações construídas podem economizar até 30%, se passarem por reformas. O PROCEL realiza avaliações sobre a EE em edificações comerciais, residenciais, públicas e de serviços, com parceria do INMETRO [12].

Em prédios públicos, aproximadamente 70% do consumo de eletricidade acontece pelo uso de sistemas de climatização e de iluminação, por isso, projetos de EE buscam atuar na troca de equipamentos ineficientes e na conscientização dos usuários, para que estes mudem seus hábitos, contribuindo assim para a EE [12].

### 2.2.3 Iluminação Pública

Para a qualidade de vida a iluminação pública é indispensável, por isso o PROCEL realiza a implantação de projetos, de sinalização semafórica e de iluminação pública, que fazem a troca das lâmpadas, luminárias e demais equipamentos por outros que tenham mais eficiência e durabilidade [12].

Geralmente é possível alcançar uma economia de 30% no sistema de iluminação pública utilizando tecnologias mais eficazes e 90% na sinalização semafórica [12]

A partir de 2000, mais de 2,78 milhões pontos que faziam a iluminação pública foram trocados por outros exemplares com maior eficiência, com isso foram investidos mais de 500 milhões de reais [12].

### 2.2.4 Poder Público

O poder público consome cerca de 8% da eletricidade total do país, então o PROCEL procura soluções para auxiliar o setor a evitar o desperdício de energia elétrica. Assim, o PROCEL incrementou metodologias para a gestão energética, tendo em consideração as particularidades socioeconômicas de cada município e estado, estas ações, busca capacitar técnicos com conhecimentos em EE, para as áreas: de prédios públicos, iluminação pública e gestão energética, procurando acabar com desperdícios. As ações do PROCEL, beneficiaram os municípios com uma redução de 246 MWh, anualmente, economizando mais de R\$74.000 de custos, com energia elétrica [12].

## 2.3 Equipamentos mais eficientes

A utilização de equipamentos mais eficientes é de extrema importância, pois estes consomem menos energia elétrica e assim, ampliar o número de residências a serem atendidas

e utilizar menos fontes de energias térmicas, que emitem mais poluentes ao meio ambiente [12].

Há diversas maneiras de se conseguir diminuir as despesas com eletricidade, sem deixar de utilizar aparelhos elétricos, uma das alternativas é utilizar aparelhos com o Selo do PROCEL, pois estes aparelhos consomem de forma mais eficiente a energia elétrica. Então, deve-se buscar fazer a aquisição de equipamentos que possuem melhor eficiência [12].

### 2.3.1 Lâmpadas

O sistema de iluminação é responsável por cerca de: 23% do gasto de energia elétrica na área residencial, 1% na área industrial e 44% na área pública e comercial [13].

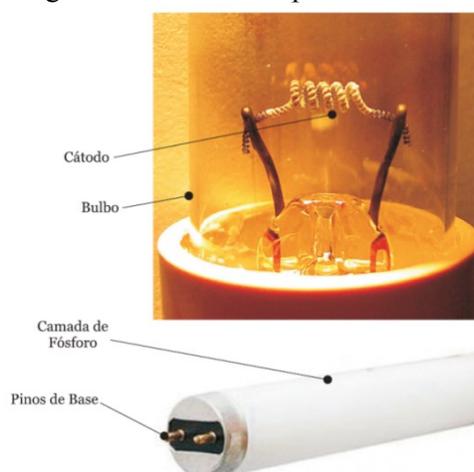
Inúmeras pesquisas desenvolvidas no Brasil mostram que a iluminação é pouco eficaz, por causa da combinação das lâmpadas, refletores e reatores ineficientes, unidos a costumes inadequados, esta uniões aplicadas juntas geram um aumento no consumo de energia elétrica [14].

#### 2.3.1.1 Lâmpadas Fluorescentes

São lâmpadas que empregam descargas de baixa tensão, onde a produção de luz acontece por pós-fluorescentes, acionados pela radiação ultravioleta ocorrida na descarga. Estas lâmpadas possuem vapor de mercúrio com baixa pressão e também, gás inerte para promover a partida, no seu bulbo. Sendo que o bulbo é recoberto, no seu interior, por uma camada de fósforo ou pó fluorescente, determinando assim a temperatura e a quantidade de cor, emitida pela luz. [14]

A seguir, tem-se uma lâmpada fluorescente de acordo com sua composição:

Figura 2.3.1.1.1 – Lâmpada Fluorescente.



Fonte: [14]

As lâmpadas fluorescentes podem ser fabricadas com formato menor, estas são chamadas de lâmpadas fluorescentes compactas, estas foram criadas para suceder as lâmpadas incandescentes. Elas possuem vantagens se comparadas com as incandescentes: produz o mesmo fluxo luminoso com uma potência utilizada bem menor, produzindo uma economia de aproximadamente 80%, sua vida mediana é maior e possuem uma melhor definição de cores [14].

As lâmpadas fluorescentes compactas possuem uma vida mediana de 3.000 a 12.000 horas. Por exemplo, uma lâmpada compacta de 23W emite cerca de 1520 lm, assim sua eficiência luminosa de 66 lm/W [14].

### 2.3.1.2 Lâmpadas LED

As lâmpadas LED tem se tornado uma ótima alternativa para a mudança das lâmpadas convencionais, o LED diferentemente das lâmpadas convencionais, que envolvem todo o espectro de cores, fornece somente uma única cor, esta cor depende do material empregado, como: o arsênio e o fósforo [14].

A seguir, tem-se uma lâmpada LED tubular que são usadas, principalmente, em locais espaçosos:

Figura 2.3.1.2.1 – Lâmpada LED.



Fonte: [15]

O LED tem aumentado de forma considerável sua eficiência luminosa, atualmente, devido aos avanços tecnológicos e de produção. Com estes avanços, a tecnologia LED tem se popularizado, e é usada, hoje em dia, na iluminação residencial, na orientação e sinalização de escadas, no segmento automotivo e letreiros luminosos [14].

As lâmpadas LED possuem uma vida mediana de 25.000 a 50.000 horas. E por exemplo, uma lâmpada LED de 20W emite cerca de 1500 lm, assim sendo sua eficiência luminosa de 75lm/W [14].

### 2.3.1.3 Lâmpadas Fluorescentes e LED

A seguir, serão mostradas algumas particularidades das lâmpadas LED e fluorescentes.

Figura 2.3.1.3.1 – Lâmpada Fluorescente e LED.



Fonte: [15]

A tabela abaixo mostra as principais características das lâmpadas fluorescentes e LED.

Tabela 2.3.1.3.1 – Características gerais das lâmpadas.

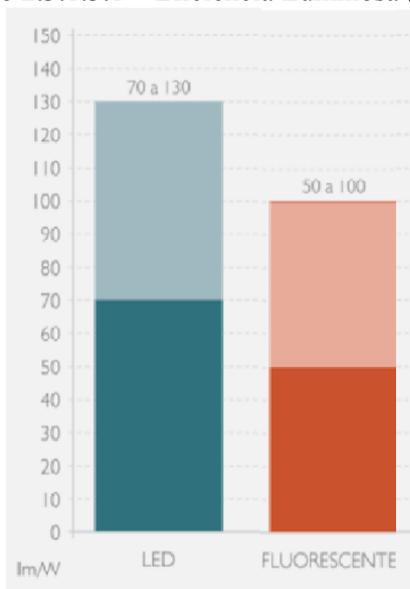
Tipo de Lâmpada	Características Gerais
<b>Fluorescente</b>	Boa reprodução de cores, eficiência luminosa satisfatória, vida mediana de 3.000 a 12.000 horas, demanda equipamento auxiliar (reator).
<b>LED</b>	Boa reprodução de cores, vida mediana entre 25.000 e 50.000 horas, eficiência luminosa satisfatória, alto valor de investimento e não demanda equipamentos auxiliares.

Fonte: Adaptado [14]

Conforme a Tabela 2.3.1.3.1, a lâmpada fluorescente possui uma vida mediana baixa, de 3.000 horas a 12.000 horas, se for comparada com a LED, apesar de ser uma boa alternativa; pois as lâmpadas LED têm um alto custo de investimento, e possuem uma excelente vida mediana e uma alta eficiência luminosa, além de uma boa reprodução de cores [14].

O gráfico, a seguir, mostra a EE das lâmpadas LED e fluorescente:

Gráfico 2.3.1.3.1 – Eficiência Luminosa (lm/W).



Fonte: Adaptado [16]

De acordo com o Gráfico 2.3.1.3.1, as lâmpadas de LED tem uma eficiência luminosa muito maior que a lâmpada fluorescente, tendo uma eficiência de até 130 lm/W, se for comparada com a fluorescente ela pode ser até 2 vezes mais eficiente. Assim, pode se concluir que as lâmpadas tipo LED para usos residenciais ou semelhantes, são as que possuem a melhor eficiência luminosa e uma vida mediana maior [14].

### 2.3.2 Condicionador de Ar

O condicionador de ar é busca fazer o controlar a pureza, temperatura, umidade e a movimentação do ar, em um local delimitado [14].

Eles são bastante empregados em:

- Ambientes de trabalho, buscando a elevação do conforto do funcionário e sua produtividade [14];
- Ambientes que processam materiais higroscópicos [14];
- Ambientes onde é necessário segurança, pois se utiliza produtos tóxicos ou inflamáveis [14];
- Laboratórios de teste e controle de materiais [14];
- Ambientes onde é fundamental eliminar a eletricidade estática, para evitar explosões e incêndios [14];

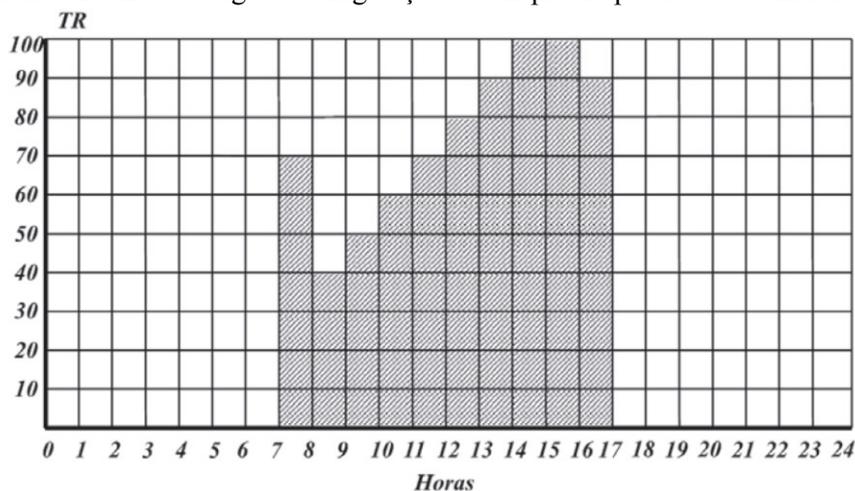
- Processos que demandam do controle da temperatura, pureza do ar e umidade, na fabricação de produtos alimentícios e farmacêuticos [14].

O condicionador de ar, principalmente no verão é principal responsável pelas pontas de demanda de energia em instalações públicas e comerciais. À tarde, quando o condicionador de ar é mais utilizado, para se obter temperaturas mais agradáveis, existe uma elevação na demanda elétrica que é acrescida pelos demais aparelhos elétricos e isto obriga as concessionárias a colocar fontes de geração adicionais, que são mais dispendiosas, para suprir tal demanda [14].

Estes consumidores, que consomem altas cargas de climatização, têm um custo adicional, pois demandam mais eletricidade no horário de ponta.

No Gráfico 2.3.2.1 mostra a carga de refrigeração de um edifício, em toneladas de refrigeração (TR) [14].

Gráfico 2.3.2.1 – Carga de refrigeração de um prédio público ou comercial.



Fonte: [14].

De acordo com o Gráfico 2.3.2.1 o período do dia que possui um maior demanda na refrigeração é entre 14:00 e 16:00 horas, quando as temperaturas são mais elevadas [14].

Com a criação do Selo PROCEL, em 1993, os equipamentos que obtiverem a melhor EE, em sua categoria, recebem o selo indicando seus resultados, encontrados em testes de laboratório, com isto, houve uma melhora nos índices de eficiência em vários aparelhos, reduzindo assim o consumo de energia elétrica no país [14].

Na busca da redução de danos ambientais e de custos energéticos, os sistemas de refrigeração têm buscado componentes e estratégias que admitem o equilíbrio entre a capacidade térmica e a carga térmica. Os recursos empregados são motores elétricos, compressores e ventiladores, que possuem maior rendimento; e também, a utilização de

sistemas de gerenciamento integrados, fazendo a integração entre os sistemas de iluminação e de condicionadores de ar, com a evolução do monitoramento remoto através de centrais de controle que proporcionam uma maior rapidez a manutenção, pois faz o monitoramento em tempo real [17].

Segundo o gerente de projetos da Heatcraft, Diego Almeida Kalume, houve alguns avanços no setor, tendo uma melhor EE:

- São inseridos motores eletronicamente comutados, nos condensadores e evaporadores, diminuindo o consumo elétrico e o nível do ruído [17];
- A utilização de compressores digitais que alternam a rotação sem usar variadores de frequência, nos sistemas mais recentes [17];
- Para a obtenção de um monitoramento mais eficiente é utilizado controladores inteligentes, que efetuam ajustes de forma automática e em tempo real, proporcionando assim, uma maior estabilidade [17].

### 2.3.3 Sensor de Presença

A redução do consumo de energia pode ser alcançada por meio de mudanças na atitude dos usuários, procurando não permitir que as lâmpadas fiquem ligadas sem necessidade e também por meio do emprego de sensores de presença. Os sensores de presença auxiliam bastante na economia de energia, impedindo gastos desnecessários, pois ligam e desligam as lâmpadas de um local de forma automática [18].

Os sensores de presença normalmente são instalados próximos às lâmpadas, no teto, mas podem ainda, serem postos nas paredes. Eles podem ser usados em todos os tipos de lâmpadas, como: fluorescentes e LED [18].

O grande benefício do sensor de presença é a economia de energia, evitando que as lâmpadas fiquem acesas sem a necessidade. Eles podem ser empregados para assegurar uma maior segurança, sendo aplicados em entradas de casas, garagens e portarias, pois assim que percebem o movimento ligam as lâmpadas ampliando o cuidado dos moradores [18].

### 3. MÉTODOS E MATERIAIS

Inicialmente foi feito uma pesquisa bibliográfica, para que se possa conhecer um pouco mais sobre o assunto e observar como os pesquisadores e os profissionais atuam de acordo com o tema proposto.

Neste estudo, além da pesquisa bibliográfica, foram realizadas pesquisas no projeto elétrico, do prédio dos laboratórios, do *Campus* Patos de Minas, no qual foram observados os estudos de previsão de carga que foi proposto pelo responsável.

Para auxiliar no estudo, do projeto, foi utilizado o *software* AutoCAD, para que se pudesse fazer uma análise detalhada das instalações elétricas existentes (que estão nos anexos A, B, C, D, E e F).

Foram efetuadas visitas em todos os ambientes, dos laboratórios, realizando assim verificações e avaliando possíveis melhorias, como: a pintura de paredes internas e tetos com cores claras, a limpeza das luminárias, a observação de recursos que aumentassem o aproveitamento da luz natural, a instalação de sensores em locais com pouca circulação de pessoas, a utilização de lâmpadas adequadas a cada ambiente de forma mais eficiente.

Para se alcançar uma maior eficácia, também houve a consulta: nos manuais dos equipamentos que já são utilizados, para que se possam entender quais são suas rotinas de funcionamento ideais, e o manual dos equipamentos que devem ser utilizados, na troca dos antigos, e também foi observado e discutido com os usuários dos aparelhos, para se entender como acontece à rotina de utilização e manuseio destes dispositivos, para se atingir uma maior eficiência.

Para uma melhor caracterização do estudo, será usada uma metodologia já consolidada, na análise de redução eficiente de energia elétrica, este sistema foi desenvolvido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

#### 3.1 Metodologia SEBRAE

A metodologia criada pelo SEBRAE trata medidas de mudança do sistema de iluminação, de motores, de refrigeração e muitos outros. Ela é bastante difundida, pois é prática, já que relaciona a tarifa paga, o consumo energético e os investimentos necessários, para que se possam avaliar os gastos mensais, a economia produzida e o tempo de devolução do investimento [19].

A vantagem desta metodologia é sua simplicidade de execução, o que propicia uma maior compreensão, aos leitores em geral. Assim, ela pode ser usada na substituição dos aparelhos elétricos de modo geral [19].

A Tabela 3.1.1 mostra como funciona a metodologia descrita anteriormente.

Tabela 3.1.1 – Metodologia SEBRAE.

Situação	Atual	Executada
Consumo de energia	$C_1$	$C_2$
Preço da energia	$P_1$	$P_2$
Investimentos necessários	I	
Despesas mensais	$D_1$	$D_2$
Economia gerada	$D_2 - D_1$	
Tempo de retorno do investimento	$I / (D_2 - D_1)$	

Fonte: Adaptado [19]

A Tabela 3.1.1 exibe os valores analisados comparando-os um a um, quando possível, em relação a situação existente no local com uma situação a ser proposta, como  $C_1$  e  $C_2$ , que são os consumos energéticos em cada situação, assim como o preço da energia elétrica e despesas gastas naquela situação. Relacionando os valores com as despesas ( $D_2$  e  $D_1$ ) e os investimentos essenciais, se obtém de forma simples o tempo necessário, para que se tenha retorno no investimento feito.

Devido às vantagens, mostradas anteriormente, será adotado este método no desenvolvimento deste trabalho.

## 4. RESULTADOS

Este projeto foi realizado para esclarecer como ocorre o consumo de energia elétrica no prédio dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus Patos de Minas*, situado na Rua Major Jerônimo, 566. A fachada do edifício pode ser visto na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Fachada do edifício onde se encontra os laboratórios da UFU.



Fonte: [20]

No edifício, estão presentes os laboratórios de ensino e de pesquisa, dos cursos de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, Engenharia de Alimentos e Biotecnologia.

E durante o intervalo de Junho à Outubro de 2017, foi verificado um consumo médio de 12.224 kWh.

Foram realizadas diversas visitas técnicas para coleta de dados e levantamento de carga, nos meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio. O levantamento de carga pode ser encontrado no Apêndice A.

Considerando os dados obtidos, a partir das visitas técnicas, pode-se fazer uma análise e propor possíveis medidas para reduzir eficientemente o consumo energético do edifício.

Foram feitas pesquisas no banco de dados do Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (PROCEL INFO) [21]. Neste informativo foram encontrados os

aparelhos que possuíam uma eficiência maior, do que os aparelhos em funcionamento. E assim, aplicar a metodologia SEBRAE (nos itens 4.1, 4.2 e 4.3), para melhor compreensão.

É preciso ressaltar que os valores de uso das lâmpadas, dos condicionadores de ar, ventiladores e projetores são apenas estimativas, dado que para se obter o tempo que cada aparelho está em funcionamento depende de inúmeros fatores, como: o dia da semana, o mês, o laboratório, o clima, dentre outros fatores.

#### **4.1 A EE na Iluminação**

A partir do levantamento realizado no prédio, verificou-se a presença de 324 lâmpadas fluorescentes tubulares com o comprimento de 604,0 mm, fluxo luminoso de 1.100 lm, 20 W de potência e uma eficiência de luminosa de 55 lm/W, da marca Philips e modelo TLTRS20W-ELD-25; 84 lâmpadas fluorescentes tubulares com o comprimento de 1.213,6 mm, fluxo luminoso de 2.600 lm, 40 W de potência e uma eficiência de luminosa de 65 lm/W, da marca Philips e modelo TLTRS40W-ELD-25; 58 lâmpadas fluorescentes compactas integradas com fluxo luminoso de 1.000 lm, 15 W de potência e uma eficiência de luminosa de 67 lm/W, da marca Philips e modelo PLWTWIST15W127B.

Somadas todas as potências, anteriores, tem-se 10.710 W de potência, e se for considerado 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o gasto mensal de energia elétrica é de R\$ 975,47.

Em uma possível troca das lâmpadas existentes no local por outras com os mesmos pré-requisitos existentes, como: o mesmo fluxo luminoso de cada lâmpada, o mesmo local de instalação e o mesmo bocal.

Se forem substituídas as 324 lâmpadas fluorescentes tubulares modelo TLTRS20W-ELD-25 por outras lâmpadas tipo LED, com o mesmo fluxo luminoso, 10 W de potência e uma eficiência luminosa de 110 lm/W da marca Luterled e modelo T8-600mm-10W-4000k, no valor de R\$ 12,50 cada lâmpada. Se forem efetuadas as trocas das 84 lâmpadas fluorescentes tubulares modelo TLTRS40W-ELD-25 por outras lâmpadas tipo LED, com o fluxo luminoso de 2.300 lm, 18 W de potência e uma eficiência luminosa de 128 lm/W da marca Alper e modelo ALP-LT8-18W-V145-023LM-840, no valor de R\$ 16,50 cada lâmpada. E ainda, substituir as 58 lâmpadas compactas do modelo PLWTWIST15W127B por outras lâmpadas tipo LED, com o fluxo luminoso igual, 10 W de potência e uma eficiência luminosa de 100 lm/W da marca Luterled e modelo PL-10W-6000k-AL+PC, no valor de R\$

8,99 cada lâmpada. Com estas mudanças, o investimento inicial seria de, aproximadamente, R\$ 5.957,42.

Considerando a mesma quantidade de pontos de luz, a potência cairia para 5.622 W, e se for mantido as ponderações de 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o novo gasto mensal com a energia elétrica será de R\$ 512,05.

A Tabela 4.1.1 mostra a aplicação da metodologia SEBRAE, aplicada aos dados mostrados anteriormente, em relação à iluminação.

Tabela 4.1.1 – Substituição da iluminação fluorescente existente por uma iluminação LED.

<b>Situação</b>	<b>Atual</b>	<b>Executada</b>
<b>Consumo de energia</b>	10,710 kWh	5,622 kWh
<b>Preço da energia</b>	R\$ 0,56925/kWh	R\$ 0,56925/kWh
<b>Investimentos necessários</b>	R\$ 5.957,42	
<b>Despesas mensais</b>	R\$ 975,47	R\$ 512,05
<b>Economia gerada</b>	R\$ 463,42	
<b>Tempo de retorno do investimento</b>	1 ano e 26 dias	

Fonte: Autor

Como pode ser observado na Tabela 4.1.1, a substituição das lâmpadas existentes nos laboratórios da universidade traria uma economia grande nos gastos com iluminação, e com um investimento relativamente pequeno, já que o tempo de retorno ao investimento é baixo. Esta é uma medida que deveria ser realizada rapidamente.

Porém, se for considerado apenas 5 horas de uso por dia, das lâmpadas, e mantidas as demais considerações, a economia gerada cairia para R\$ 289,64 e o tempo de retorno para subiria para 1 ano, 8 meses e 17 dias. Mesmo assim, a economia gerada pela troca das lâmpadas seria satisfatória considerando esta ponderação.

## 4.2 A EE na Refrigeração

O sistema de refrigeração dos laboratórios da UFU é responsável por uma parte considerável do consumo total, e ela será abordada em três partes: condicionadores de ar, ventiladores e refrigeradores, que serão discutidas na sequência.

### 4.2.1 Condicionadores de Ar

Segundo o levantamento realizado no prédio, constatou-se a presença de 13 condicionadores de ar Split hi-wall com rotação fixa da marca Elgin e modelo SRQE-12000-

2, do tipo reverso, com capacidade de refrigeração nominal de 12.000Btu/h, 1.190 W de potência, uma eficiência energética de 2,95 W/W e uma classificação “C” pelo PROCEL.

Somadas as potências dos condicionadores de ar anteriores, tem-se uma potência total de 15.470 W, e se for considerado 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o gasto mensal de energia elétrica é de R\$ 1.409,01.

Se houvesse a substituição dos 13 condicionadores de ar modelo SRQE-12000-2 por outro de melhor eficiência da marca Philco e modelo PH12000TQFM5, no valor de R\$ 1.099,99; o condicionador de ar sugerido é do mesmo tipo, com a mesma capacidade de refrigeração, mas com a potência de 1.029 W, eficiência de 3,36 W/W e classificação “A” pelo PROCEL. Com estas modificações, o investimento inicial ficaria em, aproximadamente, R\$ 14.299,87.

Considerando as condições mostradas, a potência baixaria para 13.377 W com a troca de aparelhos, e se for mantido às 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o novo gasto mensal com a energia elétrica será de R\$ 1.218,38.

A Tabela 4.2.1.1 apresenta a aplicação da metodologia SEBRAE, aplicada aos dados exibidos anteriormente, em relação aos condicionadores de ar avaliados.

Tabela 4.2.1.1 – Substituição dos condicionadores de ar existentes por outros, mais eficientes.

<b>Situação</b>	<b>Atual</b>	<b>Executada</b>
<b>Consumo de energia</b>	15,470 kWh	13,377 kWh
<b>Preço da energia</b>	R\$ 0,56925/kWh	R\$ 0,56925/kWh
<b>Investimentos necessários</b>	R\$ 14.299,87	
<b>Despesas mensais</b>	R\$ 1.409,01	R\$ 1.218,38
<b>Economia gerada</b>	R\$ 190,63	
<b>Tempo de retorno do investimento</b>	6 anos e 3 meses	

Fonte: Autor

De acordo com a Tabela 4.2.1.1, a mudança dos condicionadores de ar presentes nos laboratórios da universidade traria uma economia modesta nos custos com refrigeração, com um investimento razoável; contudo, o tempo de retorno ao investimento é a longo prazo. Esta medida, talvez, não seja bem aceita pelos gestores da instituição, pois o retorno financeiro desta mudança não seria imediato.

Entretanto, se for ponderado apenas 5 horas de uso por dia, dos condicionadores de ar, e mantidas as demais considerações, a economia gerada declinaria para R\$ 119,14 e o tempo de retorno para elevaria para 10 anos. Mesmo assim, a economia gerada pela troca dos

condicionadores de ar não seria imediata, continuando a longo prazo, considerando esta ponderação.

#### 4.2.2 Ventiladores

De acordo com o levantamento feito no edifício, averiguou-se a presença de 53 ventiladores da marca Venti-Delta, do modelo 73-6423, oscilante de 60 cm, com grade de ferro, do tipo parede; com alta velocidade a vazão de ar é 0,974 m<sup>3</sup>/s, a potência consumida é de 173,2 W e uma eficiência de 0,0028 m<sup>3</sup>/s /W e uma classificação “D” pelo PROCEL.

Reunidas às potências dos ventiladores anteriores, tem-se uma potência total de 9.180 W, e se for estimado 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o custo mensal de energia elétrica é de R\$ 836,11.

Se ocorrer a mudança dos 53 ventiladores modelo 73-6423 por outro de maior eficiência da marca Arno e modelo SilenceForce-VF30, no valor de R\$ 119,90; o ventilador indicado é do mesmo tipo, com alta velocidade a vazão de ar é 0,970 m<sup>3</sup>/s, mas com a potência de 60,5 W, a eficiência de 0,0049 m<sup>3</sup>/s /W e classificação “A” pelo PROCEL. Com estas alterações, o investimento inicial seria de, aproximadamente, R\$ 6.354,70.

Analisando as condições mostradas, a potência diminuiria para 3.207 W com a substituição de aparelhos, e se for mantido às 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um preço de R\$ 0,56925/kWh, o novo custo mensal com a energia elétrica será de R\$ 292,09.

A Tabela 4.2.2.1 ilustra a aplicação da metodologia SEBRAE, inserida aos dados expostos anteriormente, em relação aos ventiladores avaliados.

Tabela 4.2.2.1 – Substituição dos ventiladores existentes por outros, mais eficientes.

<b>Situação</b>	<b>Atual</b>	<b>Executada</b>
<b>Consumo de energia</b>	9,180kWh	3,207 kWh
<b>Preço da energia</b>	R\$ 0,56925/kWh	R\$ 0,56925/kWh
<b>Investimentos necessários</b>	R\$ 6.354,70	
<b>Despesas mensais</b>	R\$ 836,11	R\$ 292,09
<b>Economia gerada</b>	R\$ 544,02	
<b>Tempo de retorno do investimento</b>	11 meses e 20 dias	

Fonte: Autor

Conforme a Tabela 4.2.1, a troca dos ventiladores presentes nos laboratórios da UFU causaria uma economia apreciável nos custos com ventilação, com um investimento modesto, assim, seria proporcionado um retorno financeiro a curto prazo, então esta seria uma sugestão a ser considerada.

Contudo, se for analisado apenas 5 horas de uso por dia, dos ventiladores, e sustentadas as demais considerações, a economia gerada diminuiria para R\$ 340,01 e o tempo de retorno para ascenderia para 1 ano, 6 meses e 21 dias. Mesmo assim, a economia gerada pela troca dos ventiladores seria considerável, pois empregaria um baixo investimento com um breve tempo de retorno, com esta ponderação.

#### 4.2.3 Refrigeradores

Existem poucos refrigeradores presentes no prédio, conectados a rede elétrica, e conforme verificado foram adquiridos recentemente, e todos possuem a classificação “A” pelo PROCEL. Deste modo, não se carece a troca de aparelhos refrigeradores por outros, pois os existentes nos laboratórios estão em perfeito funcionamento e são eficientes.

### 4.3 A EE em Projetores

De acordo com o levantamento feito no prédio, averiguou-se a presença de 2 projetores de imagem da marca Vivitek e modelo D555WH, com 3.000 lm, a resolução nativa de 1.920x1.200 (WUXGA), a potência de 240 W (apenas a lâmpada de vapor de mercúrio consome 190 W) e duração da lâmpada de 10.000 horas.

A potência dos projetores, juntos, é de 480 W e se forem consideradas 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o gasto mensal de energia elétrica é de R\$ 43,72.

Se acontecer a substituição do projetor modelo D555WH por outro de melhor eficiência da marca Casio e modelo XJ-V2, no valor de R\$ 3.899,00; o projetor sugerido tem o brilho de 3.000 lm, com a resolução 1.600x1.200 (UXGA), mas com a potência de 140 W no modo “normal” e possui um laser (não há lâmpada) com durabilidade de 20.000 horas. Com estas trocas, o investimento inicial ficaria em torno de R\$ 7.798,00.

Considerando o projetor XJ-V2, a potência diminuiria para 280 W com a troca de aparelhos, e se for mantido às 8 horas de uso, por 20 dias no mês, a um custo de R\$ 0,56925/kWh, o novo gasto mensal com a energia elétrica será de R\$ 25,50.

A Tabela 4.3.1 apresenta o emprego da metodologia SEBRAE, inserida aos dados exibidos anteriormente, em relação aos projetores de imagem avaliados.

Tabela 4.3.1 – Substituição dos projetores existentes por outros, mais eficientes.

<b>Situação</b>	<b>Atual</b>	<b>Executada</b>
<b>Consumo de energia</b>	0,48 kWh	0,28 kWh
<b>Preço da energia</b>	R\$ 0,56925/kWh	R\$ 0,56925/kWh
<b>Investimentos necessários</b>	R\$ 7.798,00	
<b>Despesas mensais</b>	R\$ 43,72	R\$ 25,50
<b>Economia gerada</b>	R\$ 18,22	
<b>Tempo de retorno do investimento</b>	35 anos e 8 meses	

Fonte: Autor

Conforme a Tabela 4.3.1, a troca do projetor presente no laboratório da universidade traria uma economia de aproximadamente 40% nos custos com projeção, entretanto, o investimento é relativamente alto, se comparado ao valor da redução de consumo; assim, esta mudança, talvez, não seja uma prioridade para os gestores da instituição. Contudo, esta substituição seria interessante se for considerado alguns fatores, como: o projetor não possui lâmpada de vapor de mercúrio que além de ser prejudicial ao meio ambiente, diminuir o consumo energético (com a mesma potência luminosa), tem uma durabilidade maior e possui 5 níveis de operação (pode se adaptar a luminosidade do projetor, o que pode evitar o desperdício de energia).

Porém, se for analisado apenas 5 horas de uso por dia, dos projetores, e conservadas as demais ponderações, a economia gerada diminuiria para R\$ 11,38 e o tempo de retorno para cresceria para 57 anos, 1 mês e 7 dias. Mesmo assim, a economia gerada pela troca dos projetores continuaria a ser muito pequena, considerando esta ponderação.

#### **4.4 A EE em Computadores**

Os computadores são indispensáveis nos laboratórios, para os alunos, técnicos laboratoriais, professores e outros usuários; assim, é necessário seguir alguns passos para que se tenha uma melhor utilização dos computadores, sem desperdícios.

- Utilizar o computador somente quando necessário;
- Desligar o computador, quando se ausentar por mais de 30 minutos; pois, ainda, existem pessoas, que acham que o ato de ligar/desligar o computador, consome mais energia do que deixá-lo ligado;
- Desligar o monitor, quando não for utilizar o computador, por mais que 10 minutos;

- Configurar o computador para poupar energia, efetuar alterações nas configurações do aparelho, por exemplo: ajustar o brilho da tela e configure o período de espera ou hibernação;
- Desconectar os periféricos, da rede elétrica, quando estes não permanecerem em uso.

#### **4.5 A EE com Sensores de Presença**

Os sensores de presença são indicados, habitualmente, para ambientes de passagem de pessoas com curta permanência, e assim, facilitar o trânsito dos usuários, além de ajudar na economia de energia, pois em locais pouco movimentados a chance da iluminação artificial estar funcionando, sem ser necessário é maior.

Então, para se aplicar esta tecnologia nos laboratórios, há alguns ambientes que são passíveis a empregar os sensores, como:

- Nos corredores;
- Nas escadas;
- Nos banheiros;
- E diante dos elevadores.

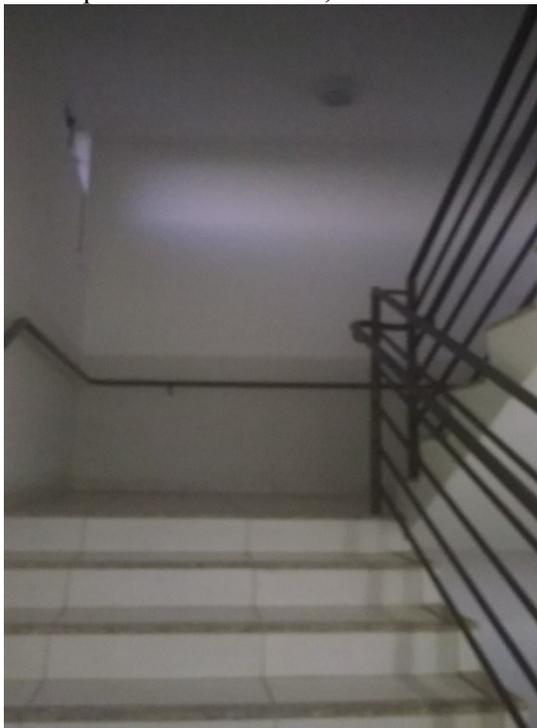
Os sensores de presença necessitam serem ajustados, em relação ao tempo de atuação sobre as lâmpadas, pois há ambientes em que a iluminação precisa atuar por um período maior, do que em outros; por exemplo, nos banheiros a permanência é maior do que nos corredores, e para isso, deve-se conhecer a rotina de uso de cada local.

De acordo com as visitas realizadas, sugere-se que os sensores existentes tenham um tempo de atuação de 30 segundos para os sensores dos corredores, das escadas e diante do elevador e de 5 minutos para aqueles que atuarão nos banheiros.

Durante a execução deste trabalho, foi constatada a existência de sensores de presença em locais não apropriados, como: laboratórios de ensino (onde há projetores de imagem, que auxiliam nas aulas laboratoriais, e para melhor desempenho daquele, é preciso diminuir a incidência de luz) e também, e laboratório de Física (onde se necessita fazer experimentos de ótica, e alguns destes podem ser influenciados pela presença de luz). Desta forma, é preciso que se faça o ajuste no sistema de iluminação, nestes locais que são inapropriados.

Do mesmo modo, foi observado que existem diversos sensores de presença e/ou lâmpadas com problemas de funcionamento, nas escadas. Como pode ser visto na Figura 4.5.1.

Figura 4.5.1 – Lâmpadas não acionadas, na escadaria dos laboratórios.



Fonte: O autor.

#### **4.6 A EE nos Demais Equipamentos de Laboratório**

Os equipamentos presentes nos laboratórios estão sob a supervisão dos técnicos e dos professores, para que estes tenham sua utilização de maneira apropriada, pois se estes não tiverem seu uso correto, podem apresentar um mau funcionamento (consumindo mais energia elétrica e produzindo menos trabalho) ou mesmo serem danificados.

Além desta supervisão ao aluno, é necessário que o próprio estudante tenha, um pouco, de conhecimento no manuseio destes equipamentos, pois existem muitos discentes a serem auxiliados em um mesmo laboratório. E para este auxílio, seria imprescindível a confecção de um guia, com instruções gerais de como manusear de forma correta os dispositivos.

Neste guia, possuiria o nome do dispositivo, a marca, o modelo, a tensão de trabalho (127 e/ou 220 V), de modo geral a finalidade do aparelho, as precauções a serem tomadas durante o seu manuseio, além de outras informações necessárias, que variam de equipamento para equipamento. Este guia estaria disponível em cada laboratório, para que antes ou durante a utilização do dispositivo, possa ser consultado, ou seja, serviria, apenas, para dar assistência aos técnicos e professores em eventuais dúvidas, assim como para conhecimento dos alunos.

Nos laboratórios usados pelos cursos de Engenharia de Alimentos e Biotecnologia, os técnicos responsáveis quando consultados, expuseram que buscam reduzir os desperdícios de energia elétrica em seus laboratórios, pois estes têm consciência que, os dispositivos presentes nestes ambientes, possuem uma potência de consumo muito alta.

Por meio de formas simples é possível reduzir os gastos referentes ao consumo de energia elétrica, como: verificar, periodicamente, se os equipamentos estão desligados, quando não estão em uso; utilizar os equipamentos de aquecimento de forma ininterrupta, evitando assim, o aquecimento e o desaquecimento do aparelho, pois isto consome bastante energia; evitar colocar objetos “quentes” em aparelhos resfriadores, pois o ideal é colocá-los quando estiverem em equilíbrio com a temperatura do meio.

Grande parte dos equipamentos empregados nos laboratórios destes dois cursos é fabricada no exterior, sendo difícil, uma possível substituição destes aparelhos por outros mais eficientes, pois o custo-benefício causado pela troca destes seria baixo, além de que estes equipamentos possuem patentes específicas para determinadas atuações, tornando mais complexa a substituição de aparelhos. Por isso, a melhor alternativa, para reduzir os custos elétricos, neste caso especificamente, é a mudança de hábitos.

#### **4.7 A EE nas Demais Áreas**

Nos laboratórios, há a possibilidade de adotar outras maneiras para se reduzir o consumo de energia elétrica eficientemente, de forma relativamente simples, que vão de hábitos da rotina até pequenas substituições nos equipamentos.

A seguir, serão mostradas algumas formas que podem ser adotadas nos laboratórios que são capazes de reduzir tal consumo e evitar “desperdícios” de energia, como:

- Abrir as janelas e cortinas, quando possível, para aumentar a circulação de ar e diminuir a iluminação necessária;
- Colocar lembretes perto da saída, para que os usuários não se esqueçam de desligar as luzes e equipamentos;
- Manter as luminárias e lâmpadas limpas, para aumentar a dispersão de luz no ambiente;
- Desligar os equipamentos e bancadas, de modo geral, quando estes passarem grande quantidade de tempo sem serem utilizados;
- Manter os filtros limpos dos condicionadores de ar, pois filtros sujos obstruem a circulação de ar e conseqüentemente reduzem a eficiência do aparelho;
- Evitar obstruir a parte de trás e laterais dos condicionadores de ar;

- Manter a temperatura definida no condicionador de ar adequado, ao ambiente, sem exageros;
- Conservar as janelas e portas fechadas, para evitar trocas de ar indesejadas;
- Desligar o condicionador de ar, quando o ambiente estiver despovoado, exceto quando houver equipamentos funcionando que precisem de refrigeração;
- Não obstruir terminais de troca de ar do dispositivo com o meio, por exemplo: prateleiras de refrigeradores, *cooler* de equipamentos eletrônicos;
- Utilizar a escada, ao invés do elevador, para subir ou descer poucos andares, além de reduzir o consumo elétrico faz bem à saúde praticar exercícios;
- Desligar o bebedouro no fim de semana e à noite;
- Manter a borracha que veda os refrigeradores em boas condições, para evitar a troca de calor indesejada.

## 5. CONCLUSÃO

Após várias crises energéticas nacionais e internacionais, que afetaram o abastecimento, no qual a economia energética passou a ser realidade de todos, que buscaram combater o desperdício, uma das formas encontradas foi à ampliação da atuação do PROCEL, que desenvolveu diversos projetos, que eram direcionados a todas as classes de consumidores: residenciais, industriais, comerciais, rurais e o poder público (principalmente prédios públicos). Pois, quando se faz economia de energia elétrica, se está revogando a necessidade de se construir novas usinas geradoras de energia elétrica, contribuindo assim para a preservação ambiental.

A EE cada dia mais se aproxima da realidade da população brasileira, que se torna cada vez mais consciente, assim, com o desenvolvimento de técnicas que buscam a eficiência em equipamentos se torna de extrema importância, pois propicia, também, aos gestores públicos fazerem sua parte, que é a busca de sustentabilidade e responsabilidade fiscal.

Os resultados encontrados, neste trabalho, mostram à necessidade de se haver a troca de alguns equipamentos presentes nos laboratórios, como por exemplo: as lâmpadas e os ventiladores. Se estes dispositivos forem substituídos, o tempo de retorno ao investimento será de aproximadamente 1 ano. Além do mais, o custo da energia elétrica tem aumentado frequentemente, o traria o retorno ao investimento em um espaço de tempo ainda menor.

Além disso, é preciso que os usuários, dos laboratórios, tenham consciência da necessidade de se reduzir os desperdícios energéticos, pois esta redução colaboraria com o meio ambiente e com os cofres públicos, e este, aliás, passa por graves problemas financeiros, por isso, deve-se colaborar com ambos.

O desenvolvimento de equipamentos com eficiência maior, feito por meio de pesquisas é fundamental para que a população tenha acesso, também, às tecnologias que consomem menos energia e forneçam mais trabalho.

O setor público tem feito parcerias com empresas, na procura de acordos que busquem o aumento da eficiência energética, através da troca de equipamentos que possuem baixa eficiência, como por exemplo: a CEMIG propõe a troca de motores antigos, por outros mais eficientes, os motores devem ser de 1 a 250 cavalo-vapor (cv), com a troca a empresa devolve até 40% do valor da compra do novo motor.

Além de equipamentos mais modernos, é preciso que as pessoas sejam conscientizadas da sua importância de fazerem sua parte para a contribuição com o meio ambiente, a conscientização pode ser feita através de campanhas educativas nos meios de

comunicação e, também através das escolas que são, em parte, responsáveis pela educação dos jovens.

## REFERÊNCIAS

- [1] UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Especial: A crise energética brasileira.** Juiz de Fora – MG, 2015. Disponível em: <<http://energiainteligenteufjf.com/especial/especial-a-crise-energetica-brasileira/>> Acesso em: 28 de setembro de 2017.
- [2] PORTAL ENERGIA. **Fontes de energia renováveis e não renováveis.** 2015. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/fontes-de-energia/>> Acesso em: 03 de outubro de 2017.
- [3] COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO. **O que é Eficiência Energética.** Boa Vista, 2016.
- [4] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano nacional de eficiência energética.** Brasília, 2017.
- [5] FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Proálcool;** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/proalcool.htm>>. Acesso em: 18 de junho de 2018.
- [6] BRASIL. Lei n. 9.991, de 24 de jul. de 2000. **Investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica,** Brasília, DF, jul 2000.
- [7] BRASIL. Lei n. 10.295, de 17 de out. de 2001. **Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia,** Brasília, DF, out 2001.
- [8] TANJI, Thiago. **Dossiê: energia e a crise no Brasil.** Rio de Janeiro – RJ, 2015. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2015/03/dossie-energia-e-crise-no-brasil.html>> Acesso em: 28 de setembro de 2017.
- [9] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia – 2030.** Brasília, 2006;
- [10] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Capacidade de Geração Elétrica.** Brasília, 2017.
- [11] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional 2017.** Brasília, 2017.
- [12] ELETROBRÁS. – **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.** Brasília – DF, 2017. Disponível em: <<http://www.PROCELinfo.com.br/main.asp>> Acesso em: 03 de outubro de 2017.
- [13] SANTOS, A. H. M., et all. **Conservação de Energia Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações,** 3ª. Edição, Eletrobrás / PROCEL Educação, Universidade Federal de Itajubá, Fupai, Itajubá, 2006.
- [14] VIANA, A. N. C., et all. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações,** 1ª. Edição, Elektro, Universidade Federal de Itajubá, Excen e Fupai, Campinas, 2012.

- [15] G-LIGHT. **Lâmpada LED Tubular: Conheça as principais vantagens para a sua iluminação.** Curitiba – PR, 2017. Disponível em: < <http://www.glight.com.br/blog/vantagens-lampada-led-tubular/> > Acesso em: 11 de abril de 2018.
- [16] EMPALUX. **Informações Luminotécnicas.** Curitiba – PR, 2017. Disponível em: <<http://www.empalux.com.br/?a1=1>> Acesso em: 07 de novembro de 2017.
- [17] ALMEIDA, R; GODINI, C. **A caminhada para sistemas energeticamente eficientes e de baixo impacto ambiental.** Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br>> Acesso em: 15 de novembro de 2017.
- [18] ELETROENERGIA. **Como funcionam os sensores de presença para luz.** 2016. Goiânia – GO, 2016. Disponível em: <<http://www.eletoenergia.com.br/como-funcionam-os-sensores-de-presenca-para-luz/>> Acesso em: 08 de novembro de 2017.
- [19] SEBRAE. **Uso inteligente de energia.** Cuiabá – MT, 2003. Disponível em: < [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/BCCBF7C3F163543703256FD30068C340/\\$File/NT000313FA.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/BCCBF7C3F163543703256FD30068C340/$File/NT000313FA.pdf) > Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [20] PREFEITURA DE PATOS DE MINAS. **Prefeitura Municipal entrega laboratórios da UFU.** Patos de Minas – MG, 2018. Disponível em: < <http://patosdeminas.mg.gov.br/noticias/read.php?id=1659> > Acesso em: 10 de junho de 2018.
- [21] PROCEL INFO. **Produtos que possuem o selo PROCEL.** BRASIL, 2018. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BB70B5A3C-19EF-499D-B7BC-D6FF3BABE5FA%7D> > Acesso em: 05 de junho de 2018.

## APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE CARGA, POR AMBIENTE

LOCAL	SALA	POTÊNCIA (W)
<b>LAFIS</b> (Laboratório de Física)	101	6.730
Sala de Protocolo	102	130
<b>DA</b> (Diretório Acadêmico)	103	520
Sala dos Técnicos	104	480
Sala do Almoxarifado	105	240
Sala dos Professores	106	180
<b>LAMIB</b> (Laboratório de Microbiologia)	202	19.730
<b>LAGEM</b> (Laboratório de Genética Molecular) e <b>LEGV</b> (Laboratório de Engenharia Genética Vegetal)	203	10.710
<b>LAMIC</b> (Laboratório de Microscopia)	204	3.120
<b>LBBM</b> (Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular)	205	26.710
<b>LAQAA</b> (Laboratório de Química e Análise de Alimentos)	301	14.790
<b>LAIN</b> (Laboratório Instrumental)	302	2.250
<b>LASE</b> (Laboratório de Análise Sensorial)	303	2.080
<b>LAP</b> (Laboratório de Antenas e Propagação)	401	980
<b>LATEL</b> (Laboratório de Telecomunicações)	402	8.260
<b>LRVD</b> (Laboratório de Redes de Dados e Voz) e <b>LACAD</b> (Laboratório de Comunicações Analógicas e Digitais)	403	6.530
<b>LAELE</b> (Laboratório de Eletrônica)	404	9.140
<b>LASE</b> (Laboratório de Sistemas de Energia) e <b>LCA</b> (Laboratório de Controle e Automação)	405	34.120
<b>LACEL</b> (Laboratório de Biologia Celular) e <b>LACCA</b> (Laboratório de Cultura de Células Animais)	501	1.710
<b>LAFTOU</b> (Laboratório de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias)	502	3.160
<b>LAPSE</b> (Laboratório de Pesquisa em Sistemas Embarcados e Processamento de Sinais)	503	6.170
<b>GBIO</b> (Laboratório de Genética e Biotecnologia)	601	10.410
<b>LBAM</b> (Laboratório de Bioinformática e Análises Moleculares)	602	16.140
<b>LAFUM</b> (Laboratório de Fungos e Membranas)	603	5.890
<b>LATEL</b> (Laboratório de Pesquisa em Telecomunicações)	604	5.120
<b>TOTAL</b>	-	195.300

## APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DE CARGA, DOS PRINCIPAIS DISPOSITIVOS

Quantidade	Equipamentos	Potência (W)	Subtotal (W)
3	Agitadores Magnéticos	500	1.500
2	Agitadores Vórtex	130	260
1	Autoclave Vertical	8.000	8.000
3	Autoclaves	100	300
4	Banho Maria com Circulação	1.400	5.600
1	Banho Seco com Aquecimento	150	150
1	Banho Ultratermostatizado	2.000	2.000
1	Bloco Digestor	2.000	2.000
1	Bomba a Óleo	370	370
4	Bombas a Vácuo	180	720
1	Cabine PCR	185	185
1	Centrífuga Z306	240	240
3	Centrífugas Refrigeradas	1.200	3.600
1	Compressor	1.500	1.500
13	Condicionadores de Ar 12.000 BTU	1.190	15.470
71	CPU's	50	3.550
1	Destilador de Nitrogênio	1.500	1.500
3	Destiladores de Água	7.000	21.000
4	Espectrofotômetro	180	720
6	Estufas	1.000	6.000
2	Estufas de Esterilização e Secagem	800	1.600
1	Fonte Trifásica Ajustável	4.500	4.500
78	Fontes de Alimentação	120	9.360
3	Fontes de Eletroforese	180	540
1	Forno do Tipo Mufla	5.000	5.000
68	Geradores de Função	20	1.360
1	Homogeneizador	125	125
1	Homogeneizador Turrax	750	750
4	Incubadoras	800	3.200
2	Incubadoras Shakher	1.500	3.000
58	Lâmpadas Fluorescentes Compactas	15	870
84	Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 1.213,6 mm	40	3.360
324	Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 604 mm	20	6.480
1	Lavadora Ultrassônica	500	500
2	Máquinas Automáticas de Gelo	450	900
1	Micro Centrífuga Refrigerada	560	560
3	Micro-ondas	1.500	4.500
67	Monitores	40	2.680
1	Motor com Rotor Bubinado	500	500

1	Motor de Corrente Contínua	500	500
1	Motor Monofásico	180	180
1	Motor Trifásico	550	550
1	Motor Trifásico Assíncrono	180	180
1	Motor Trifásico Dahlander	460	460
2	Motores Monofásico Voges	550	1.100
76	Osciloscópios	40	3.040
2	Projetores	240	480
9	Resfriadores	400	3.600
1	Secador por Nebulização	4.000	4.000
1	Sistema de Purificação de Água	100	100
25	Telefones	15	375
1	Termociclador	350	350
2	Ultra Freezers	1.500	3000
53	Ventiladores	173	9.169
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>151.534</b>











