

**A inovação do ensino com criação de “usinas virtuais” de energia por meio da
eficientização de sistemas de iluminação pública****Innovation in teaching with the creation of virtual Power plants through the
improvement of efficiency on public lighting systems**

Recebimento dos originais: 07/06/2018

Aceitação para publicação: 20/07/2018

Jorge de Lima Tostes

Estudante de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: jorgelimatostes@gmail.com

Thiago Oliveira Costa

Estudante de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: thiagocostabr@outlook.com

João Vitor dos Reis Alves

Estudante de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: jv.alves69@gmail.com

Lauro Correa dos Santos Junior

Estudante de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: lauro0junior@gmail.com

Paulo de Lima Tostes

Estudante de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: paulolimatostes@gmail.com

Carolina Gomes

Estudante de graduação em engenharia biomédica na Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil
Email: c.gomes@outlook.com.br

Diorge de Souza Lima

Mestre em engenharia elétrica pelo PPGEE/UFPA

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil

Email: diorge.lima15@gmail.com

Wellington da Silva Fonseca

Doutor em engenharia elétrica PPGEE/UFPA

Instituição: Professor da Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil

Email: fonseca@ufpa.br

Maria Emilia de Lima Tostes

Doutora em engenharia elétrica pela Universidade Federal do Pará - PPGEE

Instituição: Professora da Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil

Email: tostes@ufpa.br

Ubiratan Holanda Bezerra

Doutor em engenharia elétrica pela COPPE/UFRJ

Instituição: Professor titular da Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Av. Augusto Correa, No. 1. ITEC/FEEB – Guamá, Belém, Pará, Brasil

Email: bira@ufpa.br

RESUMO

Atualmente, são utilizados diversos processos para a geração de energia elétrica, como por exemplo: usinas hidrelétricas, termoeletricas, nucleares, eólicas, solares, entre outras. Também, neste atual cenário, podem-se ressaltar as usinas virtuais, pois estas são responsáveis por disponibilizar energia por meio de ações de eficiência energética. Portanto, este artigo apresenta o direcionamento a esta forma de geração de energia, a qual fica disponibilizada, por alguma ação de eficiência energética, para outro uso na sociedade. A usina virtual apresentada neste trabalho é baseada em pesquisas de ações de eficiências no sistema nacional de iluminação pública por meio do uso de lâmpadas com maior índice de eficiência e maior vida útil, o que permite a disponibilidade de energia a outros setores, reduzindo gastos quanto a investimentos e melhorando os níveis de tensões do sistema elétrico. Com isso, pode-se considerar como uma usina geradora de energia.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Usina Virtual de Geração de Energia; Sistemas de iluminação pública.

ABSTRACT

Currently, several processes are used to generate electrical energy, such as hydroelectric, thermoelectric, nuclear, wind and solar power plants. Also, in nowadays' scenery, virtual power plants can be highlighted, since those make energy available through energy efficiency actions. Therefore, this article presents the directions to this energy generation form, which is let available, through any energy efficiency project, to be used by society as a whole. The virtual plant presented by this paper is based on efficiency researches on the national system of public lighting by using lamps with a higher efficiency index and larger lifespan, which allows energy to be available to

other sectors, reducing expenses with investments and improving voltage levels on the electrical system. Given that, it can be considered as an energy generating plant.

Key-words: Energy Efficiency; Energy Generating Virtual Power; Public Lighting Systems.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica participa cada vez mais de todos os aspectos da cadeia produtiva nacional, e o bem-estar econômico e social da população depende crescentemente de um suprimento confiável e da eficiência e qualidade da energia elétrica. Dentre os maiores desafios a serem enfrentados pelo país se destacam (ARRIFANO, RILDO, 2006):

- a) Atender a crescente demanda de serviços de eletricidade, inclusive na zona rural e comunidades isoladas;
- b) Diversificar a matriz de fornecimento de eletricidade;
- c) Desenvolver tecnologias de energia com menor impacto ambiental e maior alcance social, que contribuam para o uso racional e eficiente da energia;
- d) Garantir as características de interesse público em um ambiente de mercado competitivo dos serviços de eletricidade (como por exemplo: garantir qualidade e confiabilidade satisfatórias nos Serviços de Energia Elétrica).

No Brasil existe um programa responsável pela coordenação de projetos de Eficiência Energética (EE), o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) que tem por objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais.

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais. Há diversas maneiras de usar essa energia para a geração de luz e para o funcionamento de diversos equipamentos elétricos ou eletrônicos, os quais atualmente se encontram em grande escala nas residências dos consumidores, como: computadores, *smartphones*, *tablets*, geladeiras, televisores, micro-ondas, entre outros (MONTEIRO, 2015).

Portanto, diversos processos podem ser utilizados para a geração de energia elétrica, como por exemplo, por meio de usinas hidrelétricas, termoeletricas, nucleares, eólicas e fotovoltaicas. Também, podem-se ressaltar as usinas virtuais, as quais disponibilizam energia elétrica por meio de ações de eficiência energética. Com essa iniciativa, ocorrerá uma diminuição no consumo de energia elétrica, evitando a sobrecarga do sistema elétrico e permitindo que essa energia economizada em alguns processos possa ser utilizada em outros processos.

Neste trabalho é apresentada uma pesquisa relacionada a ações de eficiência energética no sistema nacional de iluminação pública por meio da substituição das atuais lâmpadas utilizadas na

iluminação por lâmpadas mais eficientes, o que permitirá a diminuição do consumo e conseqüentemente será disponibilizada energia para outros setores, o que caracteriza como uma usina virtual. Por isso, torna-se importante a contextualização das tecnologias e das diversas formas de geração citadas anteriormente na formação de alunos, assim como a importância de contextualizá-los a conceitos de eficiência energética e educação sobre o consumo eficiente de energia elétrica.

Com isso, o projeto de extensão desenvolvido com incentivo da PROEX/UFPA intitulado: “Apresentação lúdica e interativa das principais tecnologias existentes para a geração de energia disponível na região Norte e a importância da Eficiência Energética para o atual Sistema Elétrico de Potência” tendo como objetivo a realização de apresentações lúdicas e interativas com alunos de escolas públicas na região metropolitana de Belém, apresentando protótipos de alguns dos principais tipos de usinas utilizadas na matriz energética nacional e o conceito de eficiência energética como usina virtual. Também, foi incentivada a produção e confecção de alguns experimentos na tentativa de aproximá-los aos atuais problemas quanto ao fornecimento de energia aos consumidores.

Para alcançar os objetivos desse projeto, foram realizados estudos relacionados a iluminação pública. A proposta de melhoria seria realizar a substituição das lâmpadas de mercúrio e vapor de sódio por lâmpadas de LED. Na tentativa de ilustrar aos discentes das escolas públicas, foi desenvolvida uma maquete com intuito de ilustrar a iluminação pública eficiente sendo alimentada por meio de uma usina eólica.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS AÇÕES

A energia elétrica no Brasil é gerada predominantemente por usinas hidroelétricas. Para funcionar, essas usinas dependem das chuvas e do nível de água nos reservatórios. Quando há pouca água armazenada, usinas termelétricas podem ser ligadas com a finalidade de poupar água nos reservatórios das usinas hidrelétricas. Com isso, o custo de geração aumenta, pois essas usinas são movidas a combustíveis como gás natural, carvão, óleo combustível e diesel. Por outro lado, quando há muita água armazenada, as térmicas não precisam ser ligadas e o custo de geração é menor.

Desde janeiro 2015, as contas de energia são faturadas de acordo com o sistema de Bandeiras Tarifárias, segundo a resolução Normativa nº 547/13 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

As bandeiras verde, amarela e vermelha indicam se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. O sistema possui três classificações de bandeiras:

verde, amarela e vermelha – as mesmas cores dos semáforos. O acionamento de cada bandeira tarifária será sinalizado mensalmente pela ANEEL, de acordo com informações prestadas pelo Operador nacional do Sistema Elétrico – ONS, Conforme a capacidade de geração de energia elétrica do País.

Houve uma grande incidência da bandeira vermelha durante o ano de 2015 e início de 2016, em 2017 o mês de abril já teve bandeira tarifária vermelha, ou seja, o consumidor está pagando mais caro pela energia elétrica e se deu em função do rigoroso período seco pelo qual o país passou e que afetou principalmente os reservatórios das usinas hidrelétricas e motivou a utilização das termelétricas para suprir o sistema (<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias>).

Também se podem destacar problemas pela deposição de sedimentos em suspensão nos lagos de usinas hidrelétricas, como por exemplo, o assoreamento, que altera a capacidade de armazenamento, diminuindo a produção de energia ao longo do ano.

Devido às dificuldades enfrentadas pelo setor elétrico com o baixo nível dos reservatórios houve um aumento considerável no custo da energia, aprovado pela diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2015). Esse aumento vem oferecendo transtorno ao orçamento familiar de muitos brasileiros. A tentativa de minimizar esse problema seria utilizar equipamentos que apresentam menor consumo, ou seja, mais eficientes.

Porém, ainda é perceptível o alto uso de produtos que apresentam elevado consumo e baixa eficiência, como no caso de lâmpadas de vapor de mercúrio. Por isso, esse trabalho tem como objetivo demonstrar para o atual cenário brasileiro do sistema elétrico a proposta de redução de consumo de energia elétrico por meio de ações de eficiência energética no sistema de iluminação.

Na tentativa de contribuir na educação de alunos de escolas públicas estaduais da região metropolitana de Belém, esse projeto realizou apresentações lúdicas e interativas para a compreensão de tecnologias utilizadas na produção de energia elétrica. Para isso, foram desenvolvidas diversas palestras juntamente com os professores das instituições de ensino fundamental e médio, apresentando novas técnicas e abordagens lúdicas e interativas. Para este trabalho, será apresentada a confecção de uma maquete utilizada na representação do sistema de iluminação pública no Brasil.

É importante ressaltar que para o desenvolvimento desta maquete, os materiais utilizados são de baixo custo e recicláveis, sendo de fácil acesso e paralelamente a isso, gera uma discussão a respeito da reutilização de materiais e o descarte correto do lixo, relacionando a educação socioambiental. Portanto, este trabalho permite a compreensão dos conceitos relacionados a usina virtual, em que com o desenvolvimento de ações de eficiência energética, será disponibilizado energia a diversos outros setores, contribuindo para a diminuição de problemas quanto ao

fornecimento de energia e conseqüentemente diminuindo a possibilidade de investimentos futuros a curto prazo de ampliação do sistema elétrico e paralelamente a isso, possibilitando melhores níveis de tensão para os consumidores.

2.1 ABRANGÊNCIA E IMPACTOS DO PROJETO

O projeto de extensão incentivado pela PROEX/UFPA está vinculado a este artigo intencionou os seguintes impactos:

e) Desenvolvimento de metodologias juntamente aos professores que facilitem o aprendizado de jovens e adolescentes, possibilitando a compreensão e discernimento sobre o uso de fontes renováveis para a geração de energia;

f) Apresentação aos professores as maneiras para o uso eficiente de energia no âmbito escolar e em suas residências;

g) Realização de palestras aos pais e alunos sobre o consumo eficiente de energia em suas atividades do dia a dia;

h) Realização de apresentações para alunos das escolas localizadas na região metropolitana de Belém sobre a potencialidade energética da região amazônica;

i) Melhorar a participação de jovens e adolescentes nas metodologias utilizadas em sala para a compreensão dos assuntos abordados;

j) Incentivo quanto ao uso de tecnologias para auxiliar os professores na educação;

k) Desenvolvimento de publicações de trabalhos e congressos, anais e periódicos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção da maquete utilizaram-se materiais alternativos e de baixo custo. A seguir destaca-se:

- 2 circuitos integrados 7474;
- 2 circuitos integrados 7408;
- 2 circuitos integrados 7404;
- 1 transistor Bc547a;
- 15 resistores de 100 ohms;
- 1 timer 555;
- 17 LED's de 5 mm (4 vermelhos, 4 verdes, 4 amarelos e 5 de cores variadas);

- Folha de Papel Cartão;
- Folha de Isopor;
- Tinta;
- Cola;
- 3 coolers;
- 4 palitos de picolé.

A Maquete foi feita com duas placas de isopor de 100x50cm, de forma que juntas formaram um quadrado de 1m de lado. Para a confecção do cenário de um cruzamento, foram usados papéis cartão de diferentes cores a fim de indicar diferentes terrenos.

Os semáforos foram feitos por meio de contadores, de forma que suas lógicas diferentes não permitiam com que ambos estivessem abertos ao mesmo tempo. Foram usados, também, dois LED's amarelos, dois LED's verdes e dois LED's vermelhos por semáforo.

Os postes foram feitos com papelão, papel cartão e possuíam uma base oca para que os fios do circuito, que passavam por baixo da maquete, pudessem chegar até o LED em sua ponta. O suporte para o LED foi feito com palitos de picolé pintados da mesma cor do papel cartão. Além disso, as casas foram confeccionadas com os mesmos materiais do poste, excetuando-se os palitos de picolé. Sua finalidade é apenas decorativa.

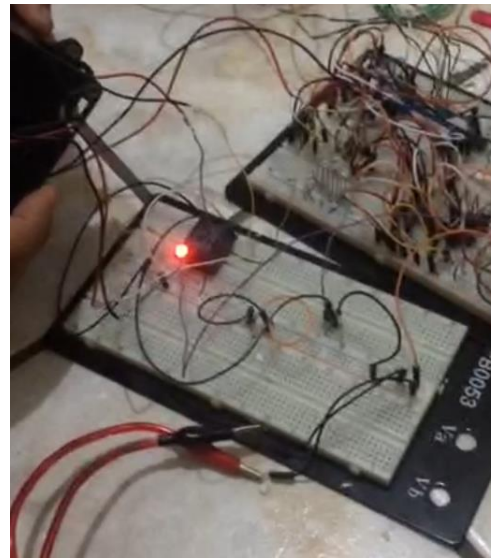
Dessa forma, construiu-se um cenário cotidiano onde a energia elétrica é extremamente necessária. Portanto, a demonstração de como o vento do secador sobre os coolers poderia fazer com que o circuito funcionasse ajudou a ilustrar o princípio de funcionamento de uma usina eólica.

As Figuras(1) e (2) representam a maquete desenvolvida pelos alunos da Universidade Federal do Pará, tendo a usina eólica e o sistema eletrônico que controla o semáforo.

Figura 1 – Representação da Maquete com (a) usina eólica e o (b) sistema eletrônico que controla o semáforo.



(a)



(b)

Na Figura (2) é representado o sistema de iluminação pública juntamente com os semáforos, ambos, alimentados por uma usina eólica.

Figura 2 – Sistema de iluminação pública em funcionamento após o secador realizar o movimento no cooler (representação de uma usina eólica).



(a)



(b)



(c)

4 PROJETO DE EFICIENTIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

O aumento no custo da energia é um fator crítico para grande parte da população, principalmente os de renda mais baixa. Desse modo, o projeto de efficientização será muito importante para contribuir na diminuição dos gastos públicos ao servir como uma “Usina virtual”, a qual disponibiliza energia para outros setores, diminuindo a necessidade do uso de termoeletricas para a geração de eletricidade.

Existem vários tipos de lâmpadas que são usadas para iluminação pública, como vapor de sódio, vapor de mercúrio, multivapores metálicos, incandescentes, fluorescentes e LED's. Dentre elas, as mais utilizadas atualmente são as de vapor de mercúrio e vapor de sódio. Para desenvolver o projeto, deve-se saber a eficiência de cada lâmpada, como a iluminação, ou seja, a quantidade de lúmens para cada espaço é pré-definida, então a lâmpada que tem a maior capacidade de iluminar para cada watt é a mais eficiente. Desse modo, foram coletados os dados de cada lâmpada, a quantidade de lâmpadas em cada região e no país, além do fluxo luminoso gerado por cada tipo de lâmpada e o fluxo total. Esses dados são apresentados nas Tabelas (1) e Tabela (2).

Tabela 1: Distribuição de Lâmpadas de IP no Brasil – ano base 2004.

Tipo de Lâmpada	Região					TOTAL	Participação
	N	NE	CO	S	SE		
Vapor de Mercúrio	336.135	1.133.676	664.419	1.430.814	3.212.811	6.777.855	52,0%
Vapor de Sódio	144.507	1.244.822	428.026	824.885	2.614.822	5.257.062	40,3%
Multivapor Metálico	1.810	15.196	220	4.278	42.096	63.600	0,5%
Incandescente	7.415	159.298	42.767	35.059	29.775	274.314	2,1%
Fluorescente	11.554	215.879	88.845	109.768	93.162	519.208	4,0%
Mistas	626	2.976	197	90.449	6.000	100.248	0,8%
Outras	7	16.366	258	700	31.837	49.168	0,4%
TOTAL	502.054	2.788.213	1.224.732	2.495.953	6.030.503	13.041.455	100,0%

Tabela 2: Fluxo Luminoso Produzido pelas Lâmpadas com Base no Cadastro Nacional de IP Brasileiro.

Tipo de Lâmpada	Efic. Média (lm/W)	Potência (kW)	Participação (potência)	Fluxo luminoso (mi lumens)	Participação (fluxo luminoso)
Vapor de Mercúrio	50	1.066.759	48,02%	53.338	35,19%
Vapor de Sódio	95	977.264	43,99%	92.840	61,25%
Multivapor Metálico	72	30.277	1,36%	2.180	1,44%
Incandescentes	16	41.306	1,86%	661	0,44%
Mistas	22	100.717	4,53%	2.216	1,46%
Fluorescentes	68	5.071	0,23%	345	0,23%
TOTAL		2.221.394		151.579	100%

O projeto de efficientização do sistema de iluminação consiste em calcular a potência total consumida pelo sistema de iluminação pública nacional se ele fosse constituído apenas pelo tipo de lâmpada mais eficiente, ou seja, que consome a menor quantidade de energia para gerar a mesma luminosidade.

Por dados obtidos pelo fabricante da OSRAM, foi identificado que as lâmpadas de vapor de sódio e as de LED as quais tem uma eficiência de 95lm/W e 150lm/W, respectivamente.

As Tabelas (1) e (2) fornecem a potência total consumida pelo sistema de iluminação antes do projeto, a qual é de 2.221MW, e o fluxo luminoso total necessário para o sistema em 2004, o qual é de 151.579Glm.

Dessa forma, deve-se dividir o fluxo luminoso total necessário pela eficiência média das lâmpadas para se encontrar a potência total consumida pelo sistema elétrico após o projeto ser efetuado. Caso fossem utilizadas apenas as lâmpadas de vapor de sódio, a potência total consumida seria de 1.595MW, e caso fossem usadas apenas as de LED ela seria de 1.010MW. Logo, nota-se uma ampla diferença entre o sistema de iluminação antes e depois do projeto, e entre as duas lâmpadas mais eficientes (vapor de sódio e LED), resultando em uma economia de 600MW, se todas as lâmpadas fossem substituídas pelas de vapor de sódio, a 1.200MW, se elas fossem substituídas pelas de LED, que poderiam ser disponibilizados para outros setores. Levando em consideração que a potência ativa nacional é em torno de 66.000MW, haveria uma economia de 0,91% a 1,81% do total consumido no país.

Desse modo, para calcular a poupança em reais após o projeto ser implementado, pesquisou-se a tarifa média da iluminação pública no Brasil no ano de 2004, a qual era 147,64 R\$/MWh (ANEEL, 2004). Assim, deve-se multiplicar essa tarifa pela potência consumida antes e depois da troca de lâmpadas, obtendo um valor em reais por hora. Os resultados encontrados foram de 327.908,44 R\$/h e 149.116,4 R\$/h, respectivamente. Após o cálculo, multiplicaram-se os valores pelas horas anuais em que as lâmpadas permanecem funcionando, que é de 4380h anuais, já que elas ficam 12h por dia acesas. E os valores anuais obtidos são de: 1.436.238.967,2 reais antes do projeto e 653.129.832 reais após as trocas por lâmpadas de LED. Então, a economia anual seria de 783.109.130,2 reais.

No entanto, deve-se levar em consideração o gasto com a compra das lâmpadas de LED. O preço médio por watt de uma lâmpada de LED é de 4,5 reais, dessa forma, o custo da compra seria de 4,545 bilhões de reais. Logo, ao dividir esse preço pela economia anual obtida, encontrou-se o tempo para que o sistema de iluminação pública do projeto seja mais economicamente vantajoso que o atual, o qual foi de 5,8 anos, sem contar com o preço da mão de obra. Considerando que a vida média das lâmpadas de LED é de 11 anos, ainda haverá, aproximadamente, 5,2 anos de lucro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual crise energética Brasileira seria amenizada caso fossem utilizadas as lâmpadas de LED, já que a potência anual usada no país diminuiria em torno de 0,91% a 1,81% em comparação

com a de 2004. Essa mudança, embora pequena em termos percentuais, certamente traria economia ao país, principalmente se avaliada após um certo período. Ademais, essa ideia também pode ser incorporada por muitas famílias que enfrentam dificuldades com a tarifa da energia elétrica.

Com relação a apresentação do projeto junto às escolas estaduais da região metropolitana de Belém, pode-se observar a grande participação dos alunos. As atividades foram organizadas em encontros periódicos, sendo realizadas palestras a respeito dos principais tipos de geração de energia elétrica, e a confecção de maquetes com o intuito de enfatizar os tipos de geração.

A partir disto os alunos das escolas públicas participaram de feiras de ciências nas escolas do Estado do Pará Ulysses Guimarães e Maria Araújo Figueiredo, com apresentações das maquetes pelos discentes de engenharia elétrica da UFPA.

Toda essa metodologia desenvolvida nas escolas proporcionou aos alunos da UFPA o desenvolvimento de habilidades práticas e o melhor domínio em apresentações, e aos alunos das escolas estaduais envolvidas novos conhecimentos e a responsabilidade com relação ao uso eficiente de energia.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2014. Acesso em: 28/05/2017.

Eletrobras – Cadastro Nacional de iluminação Pública de 2003 – Departamento de Desenvolvimento de projetos Especiais, PROCEL, 2004.

FANATICOS POR LED. **Cálculo de eficiência de lâmpadas**. Disponível em:

<<https://fanaticosporled.wordpress.com/2012/12/04/calculo-de-eficiencia-de-lampadas/>>. Acesso em: 30/05/2017.

FRÓES DA SILVA, Lourenço Lustosa. **“Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais”**. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, M. Sc., Programa de Planejamento Energético, 2006.

FROÉS DA SILVA, Lourenço Lustosa. **“Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais”**. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, M.SC=c., Programa de Planejamento Energético, 2006.

KITLED. **Luminárias para iluminação pública.** Disponível em:

<http://www.kitled.com.br/iluminacao-publica/luminaria-para-iluminacao-publica-200w?parceiro=6640&gclid=CjwKEAjwpcdnJBRC4hcTFtc6fwEkSJABwupNiGuUlgXR68IJMiMtFVxop_1FyKPTbZADEopFHlsqACBoCPZLw_wcB>. Acesso em: 01/06/2017.

MONTEIRO. M. V., “**Fontes de Geração de Energia no Brasil: o Estudo da Relação entre as Fontes e suas Participações na Matriz Energética do País**”. Acessado em: 28/05/2017.

RILDO CÉSAR DIAS ARRIFANO, “**Análise do Papel dos Programas de Conservação de Energia no Mundo, no Brasil e no Estado do Pará, com Enfoque no Setor Industrial**”, Dissertação de Mestrado, PPGEE/UFGA, 2006.

SCHWERTL, Simone Leal. Matemática básica.2. ed. Blumenau: Edifurb, 2010. 113 p, il. OSRAM.

4 Motivos para escolher a melhor Iluminação para a sua cidade. Disponível em:

<http://www.osram.com.br/osram_br/aplicacoes/iluminacao-publica/zonas-e-pracas-pedonais/index.jsp>. Acesso em: 30/05/2017.

VEIGA PESSOA, Cristovão César. **Manual de Iluminação Pública.** Disponível em:

<[http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/F5F8DB1E97503339032574F1005C8FF9/\\$FILE/MANUAL_IP_20120816.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/F5F8DB1E97503339032574F1005C8FF9/$FILE/MANUAL_IP_20120816.pdf)>.