

# *DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DE LÂMPADAS LEDS ALIMENTADAS POR ENERGIA SOLAR EM CAPÃO BONITO-SP*

## *CHALLENGES FOR INSTALLING SOLAR POWERED LED LAMPS IN CAPÃO BONITO-SP*

**Jéssica dos Santos Franciscatte**

Tecnóloga em Silvicultura pela FATEC – Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito e tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário UNINTER – [jessicafranciscatte@hotmail.com](mailto:jessicafranciscatte@hotmail.com).

**Rafael Lopes Ferreira**

Faculdades Integradas Camões / PR), Especialista em Biotecnologia (Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental (UTFPR)), orientador de TCC do Centro Universitário Internacional Uninter.

### **RESUMO**

Como alternativa, a fim de reduzir os impactos ao meio ambiente e as emissões de gases poluentes, fontes de energias renováveis têm sido inseridas no mercado, associadas às tecnologias de eficiência energética, para reduzir o consumo de energia elétrica e economizar com os gastos dispendidos por essas fontes. Este artigo tem como objetivo discorrer sobre os desafios da implantação de lâmpadas LED alimentadas por placas solares na iluminação pública de Capão Bonito-SP, trabalho que visa contribuir com um dos critérios do Programa Município Verde Azul, sobre o tema Município Sustentável. Comparação de especificações entre luminárias LEDs e de vapor de sódio, assim como orçamento do sistema LED-solar, são realizados para comprovar o menor consumo de energia e maior eficiência energética, além da evidente economia gerada na conta do mês. Todavia, pelo alto custo dos investimentos, sugere-se (de acordo com a Lei nº 3.335, de 14 de dezembro de 2009, Art. 1º - Parágrafo Único, que permite utilizar o valor da Contribuição de Iluminação Pública para instalação, manutenção, expansão e melhoramento da rede de iluminação) aplicar no sistema proposto parte da quantia economizada.

**Palavras-chave:** Cidade Sustentável. Programa Município Verde Azul. Iluminação Pública. Energia Solar. Luminárias LED.

### **ABSTRACT**

As an alternative, in order to reduce environmental impacts and pollutant gas emissions, renewable energy sources have been introduced in the market, coupled with energy efficiency technologies, to reduce electricity consumption and save on the expenses of these sources. This article aims to discuss the challenges for installing solar powered LED lamps in public lighting in Capão Bonito-SP, a work that aims to contribute for Programa Município Verde Azul [Green Blue Municipality Program]. Specification comparisons between LED and sodium vapor light fixtures, as well as LED-solar system budget, are carried out to prove the lowest energy consumption and higher energy efficiency, in addition to the obvious savings generated in the monthly bill. However, due to the high cost of investments, it is suggested (according to Law n. 3335 of December 14, 2009, Art. 1, which allows using the Public Lighting Contribution for installation, maintenance, expansion and improvement of the lighting network) to invest in the proposed system using part of the amount saved.

**Keywords:** Sustainable City. Municipality Program. Street lighting. Solar energy. LED light fixtures.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, a fim de reduzir os impactos no meio causados por fontes poluidoras como, por exemplo, a queima de petróleo e carvão, o país tem investido cada vez mais no uso de energias menos impactantes ao ambiente, tal como biomassa da cana, lenha e carvão vegetal, eólica, solar.

Considerada fonte renovável, o uso da água para gerar energia elétrica também produz impactos ambientais, desmatando o local e alterando a paisagem onde o curso do rio é represado, assim como modificando o trajeto dos peixes para realizar a piracema.

Entretanto, no Brasil, a maior parte da energia que chega até as nossas casas, provém das hidrelétricas. De acordo com o Balanço Energético Nacional (2017), ano base 2016, a oferta hidráulica correspondeu a 68,1%.

Para chegar até nós, às indústrias e ao comércio, a energia elétrica gerada nas usinas é conduzida pelas linhas de transmissão que formam a rede básica, passa por subestações e chega às redes de distribuição para satisfazer nossas demandas. A ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, é a responsável por monitorar e organizar todo o funcionamento dessa extensa rede de energia. São mais de 100 mil quilômetros de linhas de transmissão e centenas de usinas (ONS, 2017).

No estado de São Paulo há mais consumo de energia do que produção, devido a seu potencial industrial e grande número de habitantes, acarretando em ter que importar cerca de 80 mil GWh de outros estados, já que a produção anual paulista é de mais de 50 mil GWh e seu uso é quase 130 mil GWh (Secretaria de Energia e Mineração).

Um dos temas atuais, que tem se verificado, é a produção da energia limpa e de modo sustentável. A energia solar, por exemplo, se encaixa nesses quesitos, pois além de não emitir poluição ao meio, é uma fonte abundante e inesgotável. Ligado a isso, muitas cidades brasileiras têm tentado e investido em projetos e maneiras para se tornar um município sustentável.

De acordo com McDonough e Braungart (2002, apud LEITE & TELLO, 2016, p. 703), cidade sustentável é o equilíbrio entre os propósitos sociais, ambientais, políticos e culturais, como também, atender aos interesses econômicos e físicos de seus cidadãos.

Para ser sustentável, a destinação e reaproveitamento de qualquer tipo de resíduo devem ser feitos de modo correto; a água ofertada não pode esgotar os mananciais ou prejudicá-los intensamente; a água das chuvas tem que ser reaproveitada; gerar e servir-se de fontes de energia alternativa; disponibilizar transporte alternativo e de qualidade para a sociedade, bem como proporcionar-lhe opções de cultura e lazer. Em resumo, a intenção é utilizar os recursos da natureza de maneira consciente e garanti-los para as gerações futuras (TODA MATÉRIA, 2017).

Ainda não há no mundo uma cidade que seja 100% sustentável, entretanto, há muitas que estão a caminho em busca da sustentabilidade. No Brasil, Curitiba, localizada no estado do Paraná, por sua gestão de resíduos, transporte e qualidade de vida, já é um exemplo para a América Latina em pontos positivos para tornar-se um município sustentável (TODA MATÉRIA, 2017).

Com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável, o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, criou no ano de 2007, o Programa Município Verde Azul – PMVA, que tem como finalidade incentivar e apoiar as prefeituras paulistas na criação e realização de suas políticas públicas estratégicas (MUNICÍPIO VERDE AZUL, 2017).

Capão Bonito, município do interior do estado de São Paulo, foi uma das várias cidades que aderiu ao projeto, e desde 2009, vem investindo ainda mais na qualidade ambiental e social.

O objetivo deste trabalho é abordar o tema Município Sustentável, uma das dez diretrizes estratégicas propostas pelo PMVA, norteadoras da agenda ambiental local, discorrer sobre os desafios da implantação de lâmpadas LED alimentadas por placas solares na iluminação pública de Capão Bonito, e através de pesquisa orçamental, consulta em artigos, livros e sites, analisar e apresentar sugestões das tecnologias disponíveis no mercado para proporcionar maior consumo e eficiência energética, além da economia na conta de energia.

## **CIDADE SUSTENTÁVEL**

Abordar o assunto sustentabilidade e energia e suas relações, não é assim tão fácil. Porém, para que haja desenvolvimento econômico e social é imprescindível a oferta de

energia (LEITE & TELLO, 2016, p. 697). As cidades são grandes consumidoras de energia, e, portanto, aumentar a eficiência energética, o consumo de energia produzida pelas fontes renováveis, e também, o apoio à geração distribuída de energia, são grandes desafios a serem estudados (LEITE & TELLO, 2016, p. 697). Entretanto, vale ressaltar que já existem inúmeras cidades objetivando a sustentabilidade.

De acordo com a COMISSÃO..., (1988 apud OLIVEIRA *et al*, 2010), o termo “Sustentabilidade” surgiu no ano de 1987, no documento *Nosso Futuro Comum* ou Relatório de *Brundtland*, apresentado pela ex-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, que o definiu como: “[...] a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades”.<sup>1</sup>

O documento abordava a gravidade dos países, principalmente aqueles já industrializados, em querer seguir o padrão de desenvolvimento a qualquer custo, usando de forma abusiva os recursos, como também, a impossibilidade de rápida recuperação dos ambientes explorados, que poderiam tornar-se escassos ou prejudicados, caso não houvesse sérias mudanças nos conceitos e definições, de modo que as nações pudessem relacionar crescimento econômico à capacidade que o planeta tinha de sustentar a vida (SILVA & PRZYBYSZ, 2014).

O ideal seria, segundo McDonough e Braungart (2002), conforme citado por LEITE & TELLO (2016, p. 703), “promover um sistema de ciclo fechado – *cradle to cradle* – sem desperdício”, ou seja, haver desperdício zero e reciclar absolutamente tudo, tornando os processos produtivos de uma empresa mais perspicazes e capazes de utilizar bem menos dos recursos limitados providos da natureza e muito mais do que se é produzido artificialmente.

## **PROGRAMA MUNICÍPIO VERDE AZUL – PMVA**

---

<sup>1</sup> OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MEDEIROS, Raffaella Martins; TERRA, Pedro de Bragança; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**: Niterói – RJ, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop\\_0007\\_0245.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop_0007_0245.pdf)>. Acesso em 11 out. 2017.

A fim de contribuir com uma cidade mais limpa, a preservação dos ecossistemas e gestão da qualidade do ar, água e solo, o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, lançou em 2007 o Programa Município Verde Azul – PMVA, em que consta como objetivo principal: incentivar e apoiar as prefeituras paulistas na criação e realização de suas políticas públicas estratégicas (MUNICÍPIO VERDE AZUL, 2017).

O PMVA é composto por dez diretrizes estratégicas, norteadoras da agenda ambiental local, envolvendo os seguintes temas: “Esgoto Tratado, Resíduos Sólidos, Biodiversidade, Arborização Urbana, Educação Ambiental, Cidade Sustentável, Gestão das Águas, Qualidade do Ar, Estrutura Ambiental, e Conselho Ambiental” (MUNICÍPIO VERDE AZUL, 2017).

Para que o propósito do programa seja atingido, é fornecida aos interlocutores apontados pela municipalidade qualificação específica, e assim, ao término de cada período anual, o “Ranking Ambiental dos municípios paulistas” é divulgado. Este “Ranking” é gerado após análise técnica dos dados providos pelos municípios, com base em metodologias pré-determinadas de aferição da eficácia dos procedimentos efetuados. E então, a partir dessa análise, o Indicador de Avaliação Ambiental – IAA é publicado no intento de poder ser utilizado pelo poder público e pela população como condutor na criação e desenvolvimento de políticas públicas e demais iniciativas sustentáveis (MUNICÍPIO VERDE AZUL, 2017).

### **PMVA em Capão Bonito – SP**

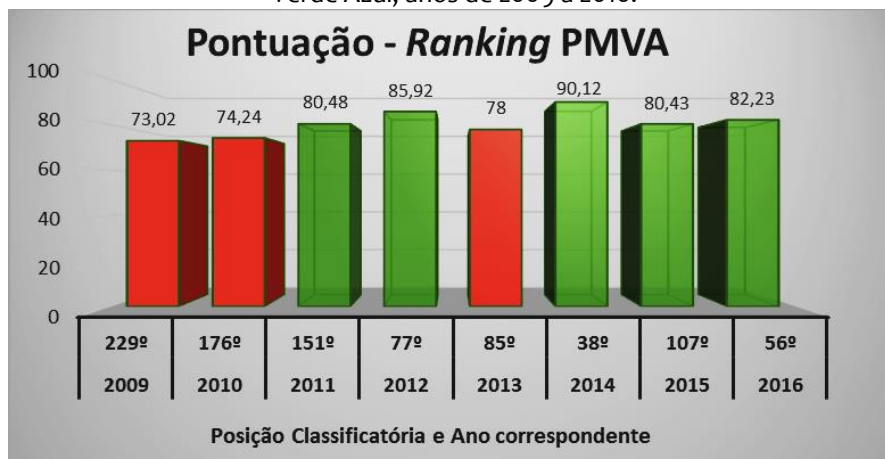
O município de Capão Bonito está situado no Vale do Alto do Paranapanema, na zona fisiográfica do Paranapiacaba, distando 222 km da cidade de São Paulo. Possui 1.641 km<sup>2</sup> de área territorial (PREFEITURA DE CAPÃO BONITO). E, segundo o IBGE (2017), a população está estimada em 47.463 habitantes.

Desde 2009, a cidade participa do Programa Município Verde Azul, buscando, além das certificações (selo Município Verde Azul, 2017) – pontuação acima de 80, um maior desenvolvimento sustentável.

De acordo com o MUNICÍPIO VERDE AZUL (2017), Capão Bonito destacou-se na 21ª colocação no ranking dos municípios sustentáveis do Estado, com nota 6,45. E no Ranking

Ambiental Paulista, desde em que aderiu ao programa, teve atingido nos anos de 2011, 2012, 2014, 2015 e 2016, pontuações acima de 80 e conseguiu certificação, conforme ilustrado na Figura 1 abaixo:

**Figura 1.** Posição classificatória e pontuação no Ranking Ambiental Paulista do Programa Município Verde Azul, anos de 2009 a 2016.



Fonte: PMVA – Pontuações, (2017).

O Ranking Ambiental é também utilizado pelo PMVA na outorga de premiações regulares, como o “Certificado Município Verde Azul”, em que é necessário alcançar nota maior que 80 pontos, além de cumprir requisitos pré-estabelecidos para cada Ciclo e ao Interlocutor respectivo; e o “Prêmio Governador André Franco Montoro”, em que é entregue aos municípios que tiveram melhor classificação no Ranking em cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI’S. Este último, recebido 3 vezes seguidas por Capão Bonito nos anos de 2014 a 2016 (Figura 2).

**Figura 2.** Premiação Governador André Franco Montoro, 2014 a 2016.

PREFEITURA DE CAPÃO BONITO gestão e eficiência		Ranking Capão Bonito Programa Município Verde Azul							
Capão Bonito	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Classificação		229	176	151	77	85	38	107	56
Nota		73,02	74,24	80,48	85,92	78	90,12	80,43	82,23
adesão	332	566	644	645	376	587	610	616	644
= > 80	44	168	144	164	141	78	130	119	78
Prêmio Franco Montoro							1º	1º	1º

Fonte: Ranking PMVA – Capão Bonito

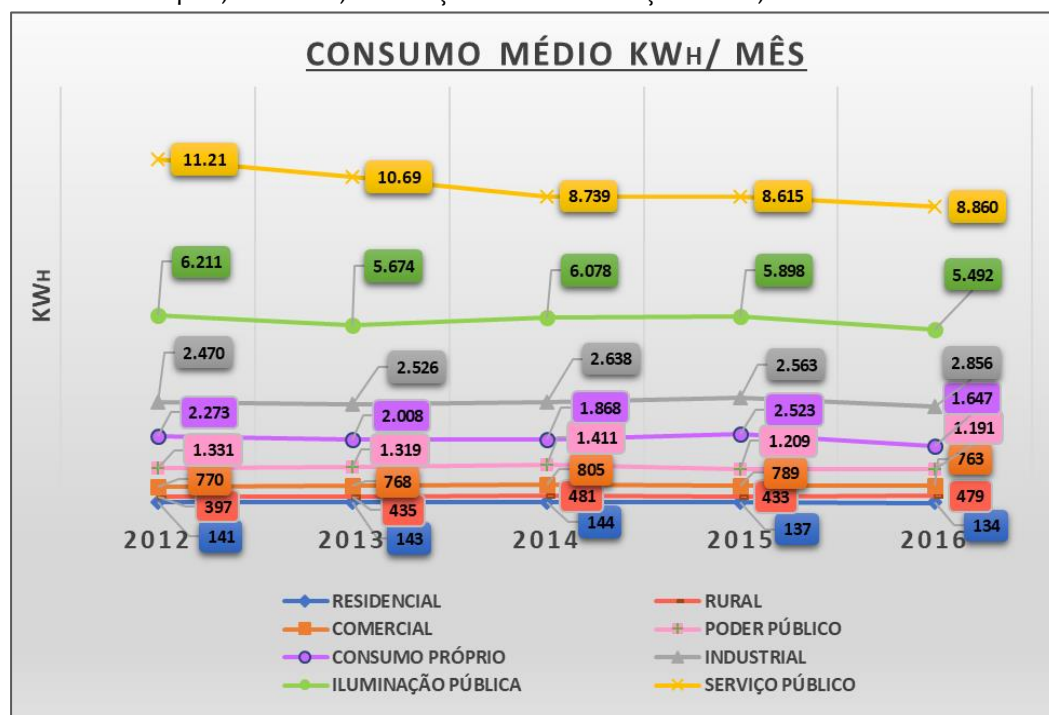
Segundo o MUNICÍPIO VERDE AZUL (2017), um dos critérios do PMVA – ciclo 2017, Município Sustentável (MS), aborda-se o seguinte:

“Levantamento da(s) fonte(s) geradora(s) e da quantidade de energia elétrica consumida pelo município, no meio urbano (no meio rural é facultativo); e incentivo ao uso de outras fontes de energia renováveis, de baixo impacto ambiental e de tecnologias associadas, que visem menor consumo, e suas consequências”.<sup>2</sup>

Para atender à população, no quesito energia, a cidade se beneficia com a prestação de serviços da ELEKTRO – distribuidora de energia elétrica que atende em 223 cidades do estado de São Paulo e cinco do Mato Grosso do Sul, integralizando mais de seis milhões de consumidores (ELEKTRO, 2017).

A Figura 3, a seguir, ilustra os principais consumidores de energia elétrica entre os anos de 2012 e 2016, em Capão Bonito:

**Figura 3.** Consumo médio mensal em KWh nas categorias Residencial, Rural, Comercial, Poder Público, Consumo Próprio, Industrial, Iluminação Pública e Serviço Público, nos anos de 2012 a 2016.



Fonte: Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo, (2016).

<sup>2</sup> GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - MUNICIPIO VERDEAZUL. Critérios: 2017. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2011/11/criterios-e-comprovacoes-pmva-27.07.17.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017

A energia que chega até o município, provém do Sistema Interligado Nacional, em que a energia produzida é injetada na rede e através de linhas de transmissões chega até nós. As fontes geradoras de energia elétrica no estado de São Paulo, segundo Balanço Energético do Estado de São Paulo – Ano Base 2016 (2017), vem em maior quantidade do Petróleo e seus Derivados (39,7%) e Cana de Açúcar (29,7%), logo por Energia Elétrica (5,2%), Gás Natural (6,6%), Carvão Mineral (0,01%) e os outras fontes energéticas (18,8%).

Em Capão Bonito, segundo dados da Secretaria de Energia e Mineração (2016), a ELEKTRO atendeu a 17.368 consumidores, em um total de consumo médio mensal de 263 KWh.

## **EFICÁCIA DAS LEDs E ENERGIA SOLAR**

Potencializar a eficiência dos aparelhos utilizados é um modo estratégico de se economizar energia, isto é, fazer com que este realize suas tarefas, dependendo o mínimo de energia (REIS & FILIPINI, 2016, p. 162). Ou, como poder-se-ia dizer, “fazer mais com menos energia” (ABESCO, 2017). Por exemplo: Ao trocar lâmpadas incandescentes por lâmpadas LEDs, haverá menor consumo de energia, menor calor emitido e maior tempo de vida útil.

Tem-se verificado, ao longo do tempo, a evolução que projetos luminotécnicos. Lâmpadas de vapor de sódio, utilizadas nos postes de iluminação pública, têm sido trocadas por outras de vapor de mercúrio, objetivando maior eficiência (VARELA *et al*, 2007). Entretanto, atualmente, projetos voltados aos estudos da aplicação do uso de LEDs em postes solares vêm ganhando espaço no mercado, assegurando de forma autônoma e sustentável, melhor luminosidade a espaços sociais, avenidas e rodovias.

De acordo com o INMETRO, LED – *Light Emitting Diodes* são componentes eletrônicos que geram luz com baixo consumo de energia, possuem vida útil mais extensa e reduzido impacto ambiental. Além disso, devem ser certificadas, respeitando as determinações mínimas regulamentadas pelo Inmetro, em especial ao desempenho energético, segurança elétrica e compatibilidade eletromagnética (INMETRO, 2017).

Considerada econômica, a lâmpada LED consome menos energia para produzir a mesma iluminação que outras lâmpadas; pode ser descartada em lixo comum, pois não há mercúrio em sua composição, como as lâmpadas fluorescentes; não emitem radiação



ultravioleta e infravermelho; e são difíceis de quebrar (INMETRO, 2017). Outro detalhe importante é que o LED pode atingir até 90% de luminescência após ultrapassar metade de sua vida útil, enquanto a de vapor de sódio terá apenas 40% (JUNIOR, 2017). Além disso, sua vida útil, dependendo de vários fatores, como boa dissipação térmica e corrente estabilizada, pode alcançar 50.000 horas, o que não ocorre com as de vapor de sódio (SILVA, 2012). Todavia, seu preço ainda é mais alto que outras lâmpadas. Mas, comparando o baixo custo de manutenção (por possuir maior durabilidade), e menor valor na conta de luz, o gasto com o alto investimento poderá ser compensado (INMETRO, 2017).

Associar o uso da tecnologia das lâmpadas LEDs com energia solar, que é uma fonte limpa e renovável, tem demonstrado ser bastante promissor pela dinâmica do sistema autônomo. Os painéis solares, através das células fotovoltaicas, absorvem a energia da luz do Sol, convertem em energia elétrica transmitida para a lâmpada. Este tipo de energia pouco produz impactos ambientais, além de ajudar a minimizar a emissão de CO<sup>2</sup> para a atmosfera.

Dentre as vantagens, pode-se citar: não há emissão de ruído para se produzir a energia; as placas solares quase não precisam de manutenção, duram cerca de 25 anos e a limpeza das placas pode ser feita anualmente; baixo custo, considerando a energia gratuita e a mínima manutenção do sistema; facilidade na instalação dos painéis fotovoltaicos; a energia solar é gerada mesmo em áreas de sombra (basta receber luz por perto) e isoladas da rede elétrica. Já as desvantagens, tem-se: elevado custo para a implantação do sistema; não é possível gerar energia no período noturno, porém, baterias que armazenam energia já solucionaria este quesito; e há baixos incentivos no Brasil ao uso desta fonte (PORTAL SOLAR, 2017).

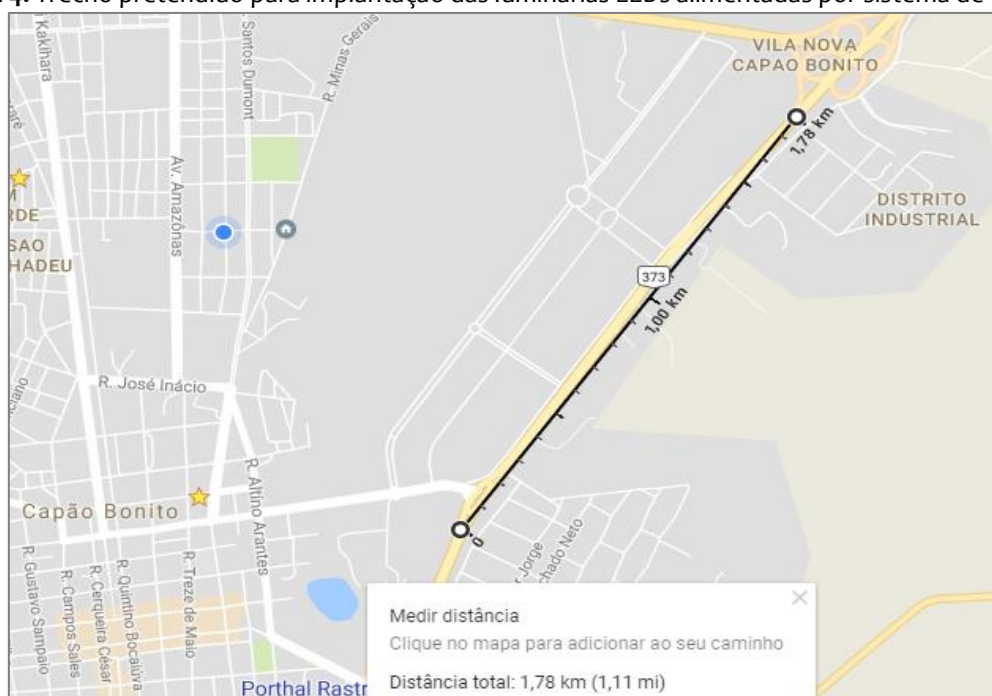
### **Viabilidade do sistema led-poste solar em Capão Bonito**

A característica principal da iluminação pública é oferecer visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres, de modo ágil, preciso e confortável. A NBR 5101:2012 fornece todos os requisitos para a instalação (UTFPR, 2017). Os projetos de iluminação pública devem fornecer à população benefícios econômicos e sociais, além de cumprir às solicitações peculiares do consumidor (ABNT, 2016).

## Desafios da implantação de lâmpadas leds alimentadas por energia solar em Capão Bonito-SP

Em Capão Bonito, a rodovia Capitão Calixto de Almeida, é um local estratégico para a implantação de luminárias com lâmpadas LEDs em postes solares. O trecho pretendido, compreende aproximadamente 1,8 km (Figura 4) e possui 63 postes e 135 luminárias (Figuras 5 e 6).

**Figura 4.** Trecho pretendido para implantação das luminárias LEDs alimentadas por sistema de energia solar.



Fonte: Google Mapas, (2017).

**Figuras 5.** Luminárias atuais e quantidades de postes:



	POSTE	Nº lâmpadas	QDE
	58	2	116
	1	3	3
	4	4	16
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>		<b>135</b>

Fonte: Quantidade das Luminárias atuais.

**Figura 6.** Rodovia e Praça onde pretende-se implantar o sistema Solar-LED.



Fonte: O autor, (2017).

Para que haja eficiência no consumo de energia pela lâmpada LED, não basta apenas averiguar qual possui menor preço, o fluxo luminoso em lúmens (quantidade de luz emitida), potência em Watts (consumo de energia elétrica) e eficiência luminosa (relação do fluxo luminoso com a potência), é imprescindível que estes itens sejam comparados (INMETRO, 2017).

A auditoria energética, por meio de análise de dados fornecidos sobre o consumo de energia em KW/h e normas específicas à iluminação pública, às lâmpadas LEDs e à produção de energia solar, permite-nos comparar e identificar o melhor projeto a ser adotado, com foco no baixo custo, vida útil do sistema, baixo consumo e menor impacto ao meio ambiente.

Segundo BRASIL (2015), o consumo anual de energia (KW/h) é o primeiro item a ser analisado, evidenciando dados da conta de energia do período de, pelo menos, um ano, bem como o custo de energia anual (R\$); depois descrição e análise dos diferentes consumidores; e por fim, recomendações das medidas a serem tomadas, com o objetivo de apresentar economia e estimativa dos custos de implantação e investimento.

A média do consumo mensal de energia elétrica, somente do departamento da Iluminação Pública, do período de 2012 a 2016, foi de 5.870,6 KW/h, conforme evidenciado na Figura 3, com gasto médio anual de energia elétrica consumida em toda a cidade, durante o mesmo intervalo de tempo (Figura 7), de R\$ 1.588.650,76 (Divisão de Contabilidade, 2017).

Abaixo está identificado o valor de energia elétrica gasto por ano, de 2012 a 2016 em Capão Bonito:

**Figura 7.** Gasto anual de energia elétrica.

<b>ANO</b>	<b>Gasto Anual Energia Elétrica</b>
<b>2012</b>	R\$ 1.243.854,30
<b>2013</b>	R\$ 1.097.525,36
<b>2014</b>	R\$ 1.454.197,77
<b>2015</b>	R\$ 2.180.331,67
<b>2016</b>	R\$ 1.967.344,68
<b>MÉDIA</b>	R\$ 1.588.650,76

**Fonte:** Divisão de Contabilidade, (2017)

Para se ter uma boa equivalência luminosa é importante observar as características das lâmpadas de vapor de sódio para substituí-las por LEDs, além disso, se faz necessário analisar o fluxo luminoso, índice de reprodução de cores, vida útil média e eficiência luminosa (SCHUCH *et al*, 2011). Essas equivalências podem ser diferentes para cada fabricante.

Capão Bonito dispõe, na iluminação pública, de lâmpadas de Alta Pressão de Vapor de Sódio de 250 watts, e para se ter uma ideia, a Figura 8 a seguir compara especificações entre lâmpadas LEDs e Vapor de Sódio.

**Figura 8.** Comparação de especificações entre lâmpadas LEDs e Vapor de Sódio.

<b>POR QUE ILUMINAÇÃO CITY LED ?</b> Comparação de especificação			
Tipo Lâmpada	90 W CITY LED	120 W normal LED	250 W tradicional AP
Iluminação - fluxo luminoso	9800 lm	7800 lm	4100 lm
Ângulo distribuição	150°	120°	150°
Iluminação central	16-20 Lux / 8m	13-18 Lux / 8m	18-19 Lux / 8m
Potência total	99 w	112 w	266 w
Vida útil	>50.000 horas	>25.000 horas	>15.000 horas

**Fonte:** Mundo Sol, (?).

Uma lâmpada LED normal consome menos energia que uma tradicional de vapor de sódio, e ainda proporciona maior fluxo luminoso.

Nota-se também que é possível economizar com a conta de energia elétrica, segunda consta na Figura 9, uma comparação de consumo e custos entre as lâmpadas convencionais da iluminação pública (HPS – Alta Pressão de Vapor de Sódio) e as luminárias de LED (*Light Emitting Diode*):

Figura 9. Comparação de consumo e gastos – lâmpadas LEDs x Vapor de Sódio.

<b>Cálculo exemplar de Economia</b>			
<b>Exemplo 135 Lâmpadas</b>	<b>Custo Luminária Solarled 80W</b>	<b>Custo Lâmpada Vapor de Sódio 250W</b>	<b>Economia LED x Vapor de Sódio</b>
135 Lâmpadas	10.800 W	33.750 W	22.950W
Consumo em 30 dias x 12 horas	3.888 KW/h	12.150 KW/h	8.262 KW/h
Preço do KW/h	R\$ 0,50 KW/h	R\$ 0,50 KW/h	-
Custo da Energia Mensal	R\$ 1.944,00	R\$ 6.075,00	R\$ 4.131,00
Custo Manutenção/Mês	R\$ 750,00	R\$ 2.100,00	R\$ 1.350,00
<b>Custo Total Mensal</b>	<b>R\$ 2.694,00</b>	<b>R\$ 8.175,00</b>	<b>R\$ 5.481,00</b>
<b>Custo Total Anual</b>	<b>R\$ 32.328,00</b>	<b>R\$ 98.100,00</b>	<b>R\$ 65.772,00</b>
<b>Custo em 4 anos</b>	<b>R\$ 129.312,00</b>	<b>R\$ 392.400,00</b>	<b>R\$ 263.088,00</b>

Fonte: O autor, (2017).

Figura 10. Orçamento Solaris – Custo lâmpadas LEDs x Vapor de Sódio.

<b>Orçamento Eletro Casare - Capão Bonito-SP</b>	<b>Custo Luminária Solarled 80W</b>	<b>Custo Lâmpada Vapor de Sódio 250W</b>
Custo Unitário da Lâmpada	R\$ 1.989,50	R\$ 842,02
Custo 135 Lâmpadas	R\$ 268.582,50	R\$ 113.672,70
Diferença de valores	<b>R\$ 154.909,80</b>	

Fonte: Solaris, (2017).

É evidente a economia das lâmpadas LEDs contra as de vapor de sódio. Todavia, é reconhecido o alto custo de investimento. Aguera (2015), nos informa que os preços das luminárias LEDs variam entre R\$ 1.200,00 a R\$ 2.000,00. A Figura 10, ilustra valores obtidos do orçamento recebido pela empresa Solaris de Leme – SP, Luminária Solarled SL 80 IP 80W - 36 LEDs (Figura 11). Segundo fabricante, apresenta como especificações fluxo luminoso de 9.800 lúmens, vida útil superior a 50.000 horas, ângulo de distribuição de 120°, IRC: 70 e vem com drive OSRAM. Estima-se que em até 5 anos, somente com a economia gerada pelas LEDs, o custo com os investimentos das luminárias será pago, e nos próximos anos já é possível se ter uma economia de mais de R\$ 65.000,00 a cada ano. Sendo assim, pela qualidade em iluminação, em vista dos reduzidos números de reparos devido ao ganho com economia, esse investimento se mostra interessante.

**Figura 11.** Solarled SL 80 IP 80W – 36 LEDs



**Fonte:** Solaris, (2017).

Visando melhorar ainda mais a economia do consumo de energia, as placas solares constituem excelente recurso para tal. Porém, seu custo de investimento é bem elevado, isso porque as placas fotovoltaicas e seus componentes, além de serem importados e não receber grande apoio do governo com relação aos impostos cobrados na implantação, são tecnologias relativamente novas e ainda bem caras (AGUERA, 2015).

A lâmpada LED, comparada à de vapor de sódio, é a mais indicada, até o momento, para integrar o sistema de captação de energia solar, pois consome menos energia e possui maior eficiência, podendo minimizar também o custo dos equipamentos, o peso, como também reduzir a estrutura de sustentação (AGUERA, 2015).

Para melhor entender os custos e averiguar a viabilidade do investimento, está ilustrado abaixo, na Figura 12, uma estimativa de custo no estado de São Paulo.

**Figura 12.** Custo do sistema Solar-LED:

<b>EQUIPAMENTOS</b>
02 - Módulos Fotovoltaico 270 Watts / 24 Vcc
02 - Luminárias Solarled IP80 / 80 Watts / 24 Vcc
01 - Controlador de Carga CIS 20 A / 24 Vcc
04 - Baterias Estacionárias Freedom DF 3000 185 Ah/12 Vcc
01 - Suporte para 2 módulos fotovoltaicos
02 - Caixas plásticas com tampa para duas baterias DF 3000 (baterias ficarão subterrâneas)
01 - Chicote elétrico
<b>VALOR TOTAL</b>
<b>R\$ 10.085,00</b>

**Fonte:** Solaris, (2017).

O total em investimentos para o sistema Solar-LED, para este orçamento, é de aproximadamente R\$ 584.930,00, que compreende apenas os 58 postes com 2 lâmpadas cada, apenas para termos uma ideia do valor a ser aplicado. O conjunto compreende regime de operação de 12 horas de iluminação durante a noite, com autonomia de carga, pelas baterias, de até 3 dias, segundo informações do fabricante. Devido a economia,

estipulada em torno de 50%, podendo ser até mais dependendo da abrangência do empreendimento, prevê-se a possibilidade de que o sistema seja pago, no mínimo, em 5 anos. E, também, somado a isso, com a finalidade de diminuir o tempo total de sua quitação, o valor arrecadado com a taxa de iluminação pode ser usado para contribuir ao pagamento deste investimento.

Neste ano de 2017, desde janeiro até o mês de outubro, segundo dados informados pela Divisão de Contabilidade, a prefeitura já recolheu R\$ 1.029.538,13. Abaixo, segue valor anual arrecadado com a Contribuição de Iluminação Pública no período de 2012 a 2016 (Figura 13).

**Figura 13.** Valor anual arrecadado com a Contribuição de Iluminação Pública:

<b>ANO</b>	<b>Valor Contribuição Iluminação Pública</b>
<b>2012</b>	R\$ 885.279,11
<b>2013</b>	R\$ 890.014,39
<b>2014</b>	R\$ 928.858,83
<b>2015</b>	R\$ 1.348.183,68
<b>2016</b>	R\$ 1.358.925,30
<b>MÉDIA</b>	R\$ 1.082.252,26

**Fonte:** Divisão de Contabilidade, (2017)

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, a metodologia utilizada foi baseada na revisão bibliográfica, utilizando livros e sites, para melhor compreensão dos assuntos envolvidos, como por exemplo, fontes de energia renováveis, tecnologias de baixo custo e impacto ambiental; em seguida, obtenção de dados coletados em sites de órgãos públicos (consumo de energia elétrica); informações sobre o Programa Município Verde Azul obtidas por intermédio do Diretor de Meio Ambiente de Capão Bonito – Adalberto de Almeida Mendes e também por ele, dados da Divisão de Contabilidade; solicitação de orçamento à empresa Solaris de Leme – SP; e por fim, registros fotográficos e imagem do Google da rodovia Capitão Calixto de Almeida com câmera fotográfica semiprofissional.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Não há dúvidas da real economia de energia elétrica que as luminárias LEDs associadas ao sistema de energia solar proporciona na conta de energia. Todavia, a grande barreira, ainda, se dá no elevado valor de investimento, tanto das LEDs como das placas fotovoltaicas e seus componentes, porém, estes últimos, acrescido das dificuldades tributárias impostas pelo governo.

Contudo, este artigo sugere que o valor economizado anualmente com a melhor eficiência e baixo consumo das lâmpadas LEDs em conjunto com as placas solares, somado à taxa de iluminação pública cobrada na conta de energia elétrica, valor que é repassado da ELEKTRO para a prefeitura, possam ser utilizados para investir na economia do consumo e gastos com energia, manutenção, bem como realizar troca das lâmpadas LEDs e instalar o sistema solar fotovoltaico, entre outros custos voltados para este trabalho, em trecho da rodovia Capitão Calixto de Almeida, conforme ilustrado na Figura 4. Pois, referente às tarifas de Iluminação Pública, de acordo com a especificação da Lei N° 3.335, de 14 de dezembro de 2009, Art. 1° - Parágrafo Único, o valor da Contribuição de Iluminação Pública pode ser usado para instalação, manutenção, melhoramento e expansão da rede de iluminação do Município.

## **REFERÊNCIAS**

AGUERA, Roger Saraiva. **Cenário Brasileiro da Iluminação pública**: São Carlos, 2015. Disponível em:

<[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK Ewjop7Doka\\_XAhXEfpAKHQLwBbQQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tcc.sc.usp.br%2Ftce%2Fdisponiveis%2F18%2F180500%2Ftce-19042016-113314%2Fpublico%2Faguera\\_roger\\_saraiva-tcc.pdf&usg=AOvVaw3\\_VfnxITDqfIElnZ7atarA](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK Ewjop7Doka_XAhXEfpAKHQLwBbQQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tcc.sc.usp.br%2Ftce%2Fdisponiveis%2F18%2F180500%2Ftce-19042016-113314%2Fpublico%2Faguera_roger_saraiva-tcc.pdf&usg=AOvVaw3_VfnxITDqfIElnZ7atarA)>. Acesso em: 07 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ABESCO). **O que é Eficiência Energética**: s.d. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>> Acesso em: 02 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Dossiê Técnico – Iluminação Pública**: 2016. Disponível em:

<<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/54edaf9foaf33793ee9b ff6785a9a1b8.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2017.



BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **Relatório Síntese – ano base 2016**: 2017. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2017\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf)> Acesso em: 06 set. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas**. Brasília: MMA, 2015. 80 p. ISBN 978-85-7738-251-4. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/clima/category/109-energia?download=1172:guia-pr%C3%A1tico-conceitos-e-ferramentas-de-gest%C3%A3o-e-auditoria-energ%C3%A9ticas>>. Acesso em: 11 set. 2017.

ELEKTRO. **Perfil**: s.d. Disponível em: <<https://www.elektro.com.br/sobre-a-elektro/perfil>>. Acesso em 28 set. 2017.

GOOGLE MAPS: Trecho medido – **Rodovia Cap. Calixto de Almeida, Capão Bonito**: 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.9948231,-48.3271871,14.8z>>. Acesso em: 15 out. 2017.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - MUNICIPIO VERDEAZUL. **Critérios**: 2017. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2011/11/criterios-e-comprovacoes-pmva-27.07.17.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - MUNICIPIO VERDEAZUL. **O Programa**: s.d. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/o-projeto/>> Acesso em: 07 out. 2017.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - MUNICIPIO VERDEAZUL. **Pontuações**: 2017. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/ranking-pontuacao/>>. Acesso em: 12 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População**: 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/capao-bonito/panorama>>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. **Lâmpada LED**, s.d. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>>. Acesso em 10 out. 2017

JUNIOR. TS Iluminação – **Luminária em LED Alto Brilho x Vapor de Sódio**: 09 out. 2017. Disponível em: <<https://www.tsiluminacao.com/single-post/2017/10/09/Lumin%C3%A1ria-em-LED-Alto-Brilho-X-Vapor-de-S%C3%B3dio>>. Acesso em: 31 out. 2017.

LEITE, Carlos & TELLO, Rafael. **Energia e Sustentabilidade**, cap. 19, p. 697. Barueri-SP, 2016

LEITE, Carlos & TELLO, Rafael. **Energia e Sustentabilidade**, cap. 19, p. 703. Barueri-SP, 2016.

MUNDO SOL. Folheto: CITY LED – **Economia Excelente**, p. 4: s.d. Disponível em: <[http://www.mundosol.com.br/folheto\\_iluminacao/](http://www.mundosol.com.br/folheto_iluminacao/)>. Acesso em: 15 out. 2017.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MEDEIROS, Raffaella Martins; TERRA, Pedro de Bragança; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**: Niterói – RJ, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop\\_0007\\_0245.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/2011nahead/aop_0007_0245.pdf)>. Acesso em 11 out. 2017.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **O que é o ONS**, Vídeo Institucional: 2017. Disponível em: <<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons>>. Acesso em: 06 set 2017.

PORTAL SOLAR. **Vantagens e Desvantagens da energia solar**, s.d. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.html>>. Acesso em: 15 out. 2017.

PREFEITURA DE CAPÃO BONITO. **Dados Geográficos**: 2000. Disponível em: <<http://www.capaobonito.sp.gov.br/dados-geograficos/>>. Acesso em: 28 set. 2017

PREFEITURA DE CAPÃO BONITO. **Município Verde Azul**: 2017. Disponível em: <<http://www.capaobonito.sp.gov.br/municipio-verde-azul/>>. Acesso em: 19 out. 2017

REIS, Lineu Belico dos & FILIPINI, Fábio. **Energia e Sustentabilidade**, cap. 6, p. 162. Barueri-SP, 2016.

SCHUCH, Luciano; COSTA, Marco A. Dalla; RECH, Cassiano; COSTA, Guilherme H. e SANTOS, Anderson S dos. **Sistema Autônomo de Iluminação Pública de Alta Eficiência Baseado em Energia Solar e LEDs**: Eletrôn. Potên., Campinas, v. 16, n. 1, p.17-27, dez. 2010/fev. 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/224141616\\_Autonomous\\_street\\_lighting\\_system\\_based\\_on\\_solar\\_energy\\_and\\_LEDs](https://www.researchgate.net/publication/224141616_Autonomous_street_lighting_system_based_on_solar_energy_and_LEDs)>. Acesso em: 03 set. 2017.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Geração**: s.d. Disponível em: <<http://www.energia.sp.gov.br/energia-eletrica/geracao/>>. Acesso em: 06 set. 2017.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Geração**: Capão Bonito – SP, 2016. Disponível em: <[http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/PortalCEv2/Municipios/Eletricidade/Detalhes\\_RA\\_Eleto.asp?ano=2016&ra=16&nome=ITAPEVA](http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/PortalCEv2/Municipios/Eletricidade/Detalhes_RA_Eleto.asp?ano=2016&ra=16&nome=ITAPEVA)>. Acesso em 06 set. 2017

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Balanco Energético do Estado de São Paulo 2017 (Ano Base 2016)**, São Paulo – SP: 2017. Disponível em: <<http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalicev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2017.

SILVA, César e PRZYBYSZ, Leane Chamma Barbar. **Sistema de Gestão Ambiental**: Curitiba – PR, 2014.

SILVA, Mauri Luiz da. LEDs – Origem, atualidade, aplicações e futuro – **Capítulo 5 – Eficiência dos LEDs x outras fontes**: Workshop On-Line – Portal *Lighting Now*, out/2012. Disponível em:  
<[http://www.lightingnow.com.br/cursos/leds/modulo\\_03.pdf](http://www.lightingnow.com.br/cursos/leds/modulo_03.pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2017.

SOLARIS. **Luminária Solarled 80 IP**, Leme – SP: 2017. Disponível em:  
<<http://www.solaris.com.br/arquivos/luminaria-sl-80-ip.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

TODA MATÉRIA. **Cidade Sustentável**: 2017. Disponível em:  
<<https://www.todamateria.com.br/cidade-sustentavel/>> Acesso em: 08 out. 2017.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ – UTFPR. **Página Pessoal, NBR 5101 – Arquivo para impressão**: 04 out 2017. Disponível em:  
<[http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/engenharia-de-iluminacao/NBR5101%20-%20Arquivo%20para%20impressao.pdf/at\\_download/file](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/engenharia-de-iluminacao/NBR5101%20-%20Arquivo%20para%20impressao.pdf/at_download/file)>. Acesso em: 23 out 2017.

VARELA, Gustavo Hellstrom; TAVARES, Igor Lima; ARAÚJO, José Ricardo F. de; LEONI, Pedro Nery. DIMENSIONAMENTO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO COM LED'S UTILIZANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO: **Revista Unifacs**, 2007. Disponível em:  
<<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa/article/viewFile/39/33>>. Acesso em: 15 out. 2017.