

## ANÁLISE DE UM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Gabriel Belchior Miranda<sup>1</sup> ([gabriel.tmi2016@gmail.com](mailto:gabriel.tmi2016@gmail.com)), Roberto Bornancin<sup>1</sup> ([robertombornancin@gmail.com](mailto:robertombornancin@gmail.com)), Alexandre Dullius<sup>1</sup> ([alexandre.dullius@ifpr.edu.br](mailto:alexandre.dullius@ifpr.edu.br)), Ivani Ferreira<sup>1</sup> ([ivani.ferreira@ifpr.edu.br](mailto:ivani.ferreira@ifpr.edu.br))

1 INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS PARANAGUÁ

### RESUMO

A incessante busca por soluções sustentáveis com foco em causar o mínimo impacto ao meio ambiente tornou-se prioridade mundial. Não restam dúvidas de que o futuro sustentável depende de atitudes ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis, assim como da utilização eficiente dos recursos naturais que integre novas soluções energéticas. Diante desse contexto, o projeto ASIPES tem como finalidade projetar e construir um poste de iluminação pública que utilize a energia solar como recurso energético para suprir a demanda elétrica necessária para seu funcionamento e que possa ser implantado em ambientes públicos como parques e ciclovias, buscando incentivar o uso de energias limpas, renováveis e econômicas, de forma mais responsável e sustentável. A energia elétrica é obtida por meio de módulos fotovoltaicos que geram a energia elétrica necessária para o funcionamento do poste. A energia gerada é armazenada em baterias estacionárias para o funcionamento do poste no período noturno. Este estudo priorizou a utilização de materiais recicláveis o que oportunizou a redução do custo total do projeto.

**Palavras-chave:** Energia solar. Resíduo eletrônico. Sustentabilidade.

## AN ANALYSIS OF A PUBLIC LIGHTING SYSTEM USING PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY

### ABSTRACT

The incessant search for sustainable solutions with focus in causing the minimal impact to the environment has become a worldwide priority. There is no doubt that the sustainable future depends on environmentally correct, socially fair and economically viable attitudes, as well as the efficient use of natural resources integrated with new energy solutions. In view of this context, the ASIPES project has to design and build a public lighting pole that uses solar energy as an energy resource to supply the electric demand necessary for its operation and can be deployed in public areas, such as parks and bicycle paths, seeking to encourage The use of clean, renewable and economical energies, in a more responsible and sustainable way. The electric energy is obtained by means of photovoltaic panels that generate the electric energy necessary for the operation of the pole. The generated power is stored in stationary batteries for night-time pole operation. This study prioritized the use of recyclable materials, which made it possible to reduce the total cost of the project.

**Keywords:** Solar energy. Electronic waste. Sustainability.

### 1. INTRODUÇÃO

No atual cenário econômico e sócio ambiental mundial, há uma grande preocupação que leva a uma tendência única: re/utilização de resíduos eletrônicos e a busca por novas fontes de energias limpas ou renováveis, que possam atender a demanda, e ao mesmo tempo contribuir para a sustentabilidade do planeta e reduzir o impacto que a acelerada demanda por energia vem gerando no mundo e reduzindo o descarte de componentes eletrônicos em rios, lixões e aterros sanitários. Um fator que está presente no cotidiano de todos os cidadãos das zonas urbanas e

rurais é a iluminação das vias públicas. Segundo Rodrigues (IEEE/IAS, 2010), “a Iluminação pública tem como função promover luz ou claridade artificial em locais públicos, estes locais têm grande importância na vida das pessoas uma vez que está presente em parques, ciclovias, calçadas, ruas e também auxilia o comércio, turismo e lazer das pessoas no período noturno”.

É fácil perceber o quão importante a iluminação é, oferecendo segurança e comodidade no caminho entre a casa e o trabalho, ida e volta a instituições de ensino como faculdades, colégios de ensino médio no período noturno, trazendo conforto e segurança as pessoas. Esta afirmação é corroborada por Aver (2013), que afirma que “A falta de iluminação pública nas ruas das cidades contribui significativamente para a falta de segurança da população das cidades”. Com a constante evolução dos sistemas de iluminação onde cada vez mais a eletrônica está sendo empregada para processos de acionamento, controle de fluxo, controle de iluminação, não restam dúvidas que novas ideias surgirão trazendo um maior benefício a todos os cidadãos. Entretanto um dos maiores problemas da atualidade está centrado na geração de resíduo eletrônico.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) através da publicação do primeiro mapa global sobre resíduo eletrônico (E-waste World Map), em 2012 a geração de resíduo eletrônico fôra aproximadamente 49 milhões de toneladas, representando 7 kg de cada habitante/ano (LUNDERS; GALLUP, 2015, s/p). Neste cenário o Brasil aparece em posição de destaque na América Latina no que se refere a resíduo eletrônico, em segundo lugar na produção de resíduo eletrônico, produzindo 1,4 milhão de toneladas em 2012, o que equivale a média global de 7 kg por habitante (LUNDERS; GALLUP, 2015, s/p). É preciso pensar em soluções para o resíduo eletrônico e a reciclagem de materiais, é isto que este estudo apresenta, uma avaliação de um sistema de iluminação que faz uso de energia solar fotovoltaica, construído em partes a partir de resíduo eletrônico. Acredita-se que este estudo pode contribuir com alternativas de utilização componentes eletro/eletrônicos descartados inadequadamente e, que possam ser utilizado para a geração de energia elétrica e/ou criação de protótipos de geração de energia como instrumento didático em instituições de ensino.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Gore, (2010), “a civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a crise climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate”, muitos estudos na área comprovam esta premissa. Isto porque o homem vem utilizando cada vez mais os recursos da natureza de forma desenfreada, sem preocupações ambientais e sociais, consumindo cada vez mais energia elétrica e gerando resíduo eletrônico.

Segundo Goldemberg (2007), “Muita energia vem do Sol para a Terra, mas pouco é aproveitado. Uma parte da radiação solar fornece calor, outra forma os ventos, outra, os potenciais hidráulicos dos rios (pela evaporação e condensação), outra, as correntes marinhas”. Com tanta energia solar disponível e tantos meios de utilização, por que não convergir os dois conceitos de iluminação pública e energia solar para desenvolver um sistema que forneça iluminação pública através da conversão direta da radiação solar em energia elétrica através do processo fotovoltaico?

Quando se trata de energia renovável, podemos citar os vários benefícios que ela trás, onde temos como exemplo uma definição feita por Farret (2010, p. 91) sobre energia solar, que afirma “[...] o sol é considerado como uma fonte perene, silenciosa, gratuita e não poluente de energia, além de ser responsável pela manutenção da vida no planeta “. Essa energia é convertida em eletricidade por dispositivos chamados de módulos fotovoltaicos. Outro autor, Braga (2008), fala sucintamente sobre o funcionamento das células e corrobora com os benefícios da energia solar, mencionados por Farret:

As células solares convertem diretamente a energia solar – a mais abundante fonte de energia renovável- em eletricidade. O processo de geração, executado por dispositivos semicondutores, não tem partes móveis, não produz cinzas nem outros resíduos e, por não liberar calor residual, não altera o equilíbrio da biosfera.

Como não envolve queima de combustíveis, evita por completo o efeito estufa.  
(Braga, 2008)

De acordo com estudos realizados pela Eletrobrás em 2009, a iluminação pública representa aproximadamente 3,96% do total de energia elétrica consumida no Brasil, correspondendo a 10.624 Gwh/ano, este dado evidencia a necessidade de que seja avaliado potencial de economia neste segmento, pois a Iluminação Pública (IP) faz parte deste montante de consumo de energia elétrica utilizada pelo país (MME, 2010).

### 3. OBJETIVO

Este é um projeto que visa desenvolver um sistema de iluminação para vias públicas que utiliza a energia solar fotovoltaica como recurso energético, através de um protótipo denominado Poste de Luz Solar. Esse protótipo tem a função de ele mesmo gerar a energia elétrica que necessita para funcionar no período noturno através da conversão direta da radiação solar em energia elétrica. Para isso realizou-se um estudo de caso no aeroparque da cidade de Paranaguá, localizado no litoral do Paraná, com vistas a criar esse protótipo do poste de luz solar com baixo custo, que priorizasse em sua montagem a utilização de resíduos eletrônicos e reutilização de materiais que podem ser reciclados.

### 4. METODOLOGIA

Não restam dúvidas, que a gestão eficiente destas novas formas de geração de energia, trazem consigo um ganho econômico, ambiental, social e humano imensurável. Neste contexto, as etapas deste estudo seguiram as seguintes etapas: Primeiramente buscou-se dimensionar e montar um protótipo de um poste de luz, que utilize a energia solar como fonte de energia através de módulos fotovoltaicos, com baterias estacionárias para armazenamento da energia gerada pelos módulos, com um sensor fotoelétrico para regulagem do momento de funcionamento do poste e com *leds* para a iluminação. Após a decisão do local a ser considerado como referência e dos componentes do circuito, iniciou-se o dimensionamento de cada componente. Ao final, o grupo focou nos conceitos sobre a geração de eletricidade por meio de energia solar fotovoltaica que é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. “Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico” (IMHOFF,2007).

O desenvolvimento do projeto ASIPES foi realizado na disciplina de fundamentos da eletricidade industrial do curso superior de Manutenção Industrial do Instituto Federal do Paraná, Campus Paranaguá. O projeto dos componentes eletrônicos, da base do poste e a montagem do conjunto seguiram as seguintes etapas, a saber:

Etapas de projeto dos componentes eletrônicos:

1. Com um luxímetro verificou-se que os postes de iluminação pública do aeroparque (local referência) possuem em média uma iluminância de 120 lux cada um. A iluminância é definida como “o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte” (SENAI, 2004, p.72), realizando a conversão para lumens (Equação 1) considerou-se que o ideal seria uma fonte de iluminação com um fluxo luminoso de aproximadamente 480 lumens, o fluxo luminoso é definido como “ a quantidade de luz emitida por uma fonte” (SENAI, 2004, p.71) ;

2. Após a quantificação das características luminotécnicas que o poste deveria ter e algumas pesquisas com alguns fornecedores de *leds* para encontrar um modelo de *led* que pudesse ser adaptado ao poste, encontrou-se o *led* modelo k1374, conforme a Figura 1. Este modelo possui 120 lumens cada, necessita de uma tensão de 3 volts e de uma corrente de 350mA. Optou-se por este modelo de *led* pois se mostrou adequado para as medidas do poste, por ser de fácil adaptação e por possuir uma quantidade significativa de lumens. Com todas as informações do *led* e, com base numa estimativa de tempo médio de operação de 12 horas, quantificou-se

corrente, Ampere hora (Ah), do circuito (Equação 2). Um cálculo simples mostrou que bateria deveria ter no mínimo uma carga de 8,4 Ah para que o poste funcionasse por pelo menos 12 horas; Vale realçar que escolheu-se essa marca de *led*, porque o fornecedor oferece um serviço de logística reversa para os clientes.

3. Com base nas características técnicas dos *leds*, pesquisou-se as baterias. Sabia-se que deveria ser uma bateria estacionária. Com base na corrente do circuito foram escolhidas duas baterias estacionárias de 6 volts e 4,5 Ah cada, conforme mostra a Figura 2;

4. O penúltimo item a ser dimensionado foi o sensor fotoelétrico, que tem a função de controlar o funcionamento do poste, de modo que o sistema somente fosse acionado a noite. Sendo assim, dimensionou-se um sensor fotoelétrico, a partir de um circuito doado, para que o poste funcionasse com alimentação de uma bateria de 9v;

5. Os últimos itens a serem dimensionados foram os módulos fotovoltaicos. Foi definido o uso de dois módulos de 3 W de potência, que geram 6 v e 500 m Ah cada, conforme mostra a Figura 3.

$$E = \frac{\phi}{d} \quad (1)$$

$$Ih = I \times h \quad (2)$$

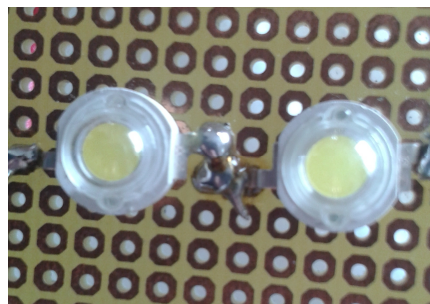


Figura 1: Led Modelo k1374.

Figura 2: Modelo da bateria utilizada.





Figura 3: Os módulos fotovoltaicos utilizados.

#### Etapa de base do Poste:

1. A base do poste, por se tratar de um protótipo, precisava ser de fácil locomoção. Optou-se por uma base em “X” (base de madeira cruzada) que proporcionou a sustentação necessária para o poste e seus componentes;
2. Foi comprado em um ferro velho um perfil em alumínio com espessura de 1,5 mm e medida de 60 x 30 mm e 2,20 m de comprimento. Neste mesmo ferro velho adquiriu-se ainda um globo antigo de luminária de postes de luz, comuns em praças, de acrílico e com acabamento de argenta;
3. Foi confeccionada uma caixa para armazenar as baterias, módulos fotovoltaicos e o sensor fotoelétrico, que foi presa ao poste. Utilizou-se como material uma chapa de alumínio com espessura de 2 mm para o corpo e, como tampa da caixa, acoplou-se uma pequena chapa de alumínio. A tampa foi construída de modo a formar uma base inclinada, com inclinação próxima de 25°, onde os módulos fotovoltaicos foram acopladas. De acordo com a segunda edição (2005) do Atlas de Energia Elétrica do Brasil da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a inclinação ideal para os módulos fotovoltaicos deve ser feita de acordo com a latitude local. Para obter a latitude existem diversos sites, com diversas ferramentas que buscam em uma determinada cidade qual é a latitude local. A inclinação adequada dos módulos serve para tornar o sistema de captação da radiação solar mais eficaz.

#### Etapa de Montagem do Poste:

1. Foi montado o corpo do poste conforme a Figura 4 e Tabela 1;
2. Com o diagrama do sensor fotoelétrico, (Figura 5), confeccionou-se a placa de circuito impresso através do processo de corrosão por Percloroeto de Ferro. Em seguida, foram soldados os fios de alimentação para o circuito de iluminação e para o sensor.
3. Posteriormente com a carcaça de um sensor fotoelétrico queimado, adaptou-se a placa no mesmo para poder ser acoplado no corpo do poste, realizou-se então, um furo na base do sensor para passar os fios de alimentação do circuito de iluminação e do sensor, sendo que posteriormente o sensor foi acoplado ao corpo do poste;
4. Os módulos fotovoltaicos foram soldadas em paralelo pois com esse tipo de ligação a tensão gerada permanece 6v enquanto a corrente gerada dobra para 1 Ah;
5. As baterias foram soldadas umas nas outras em paralelo pois com esse tipo de ligação a tensão enviada para os *leds* se mantém de 6v enquanto a corrente disponível para o circuito dobraria para 9 Ah;
6. Com duas chapas de fenolite de 30 x 20 mm foram montados os quatro *leds* utilizados, a ligação realizada entre eles foi um circuito misto com dois ramos paralelos de dois *leds* em série

cada, conforme a Figura 6, pois dessa forma em cada ramo entraria 6v e com os *leds* dispostos da forma como estão (em série) a tensão se divide em 3v para cada, o suficiente para funcionarem seguramente;

7. Realizou-se a ligação dos módulos às baterias com o polo negativo da bateria ligado direto no circuito de iluminação, o polo positivo ligado ao contato NA do sensor fotoelétrico, o retorno do sensor ligado direto ao circuito de iluminação e por fim acoplou-se a bateria de 9v no clipe do sensor. O circuito elétrico final do projeto é representado na Figura 7.

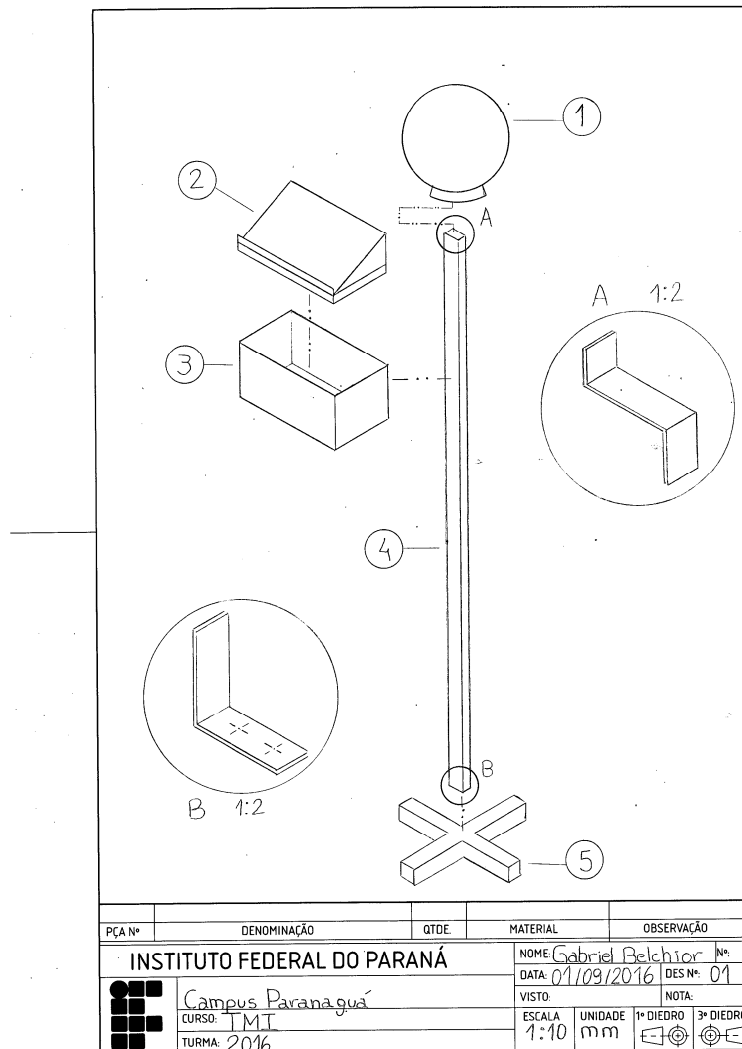


Figura 04: Desenho técnico montagem corpo do poste.

Tabela 01: Legenda desenho técnico.

Número - Material	Quantidade
01- Globo de acrílico com acabamento em argenta	01
02- Tampa com acabamento para acoplamento dos módulos fotovoltaicos, chapa de alumínio 2 mm	01
03- Caixa central do circuito elétrico, chapa de alumínio 2 mm	01

04- Perfilado de alumínio 50 x 25 mm	01
05- Base de madeira	01
A- Suporte em Z para o globo	04
B- Suporte em L para a fixação do perfilado a base	04

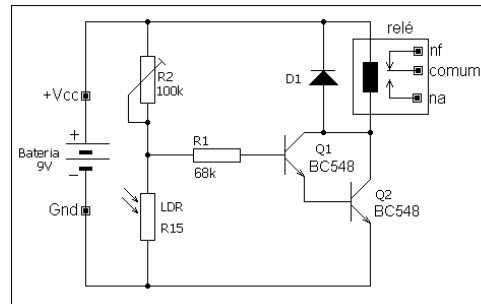


Figura 5: Diagrama do circuito do sensor fotoelétrico.

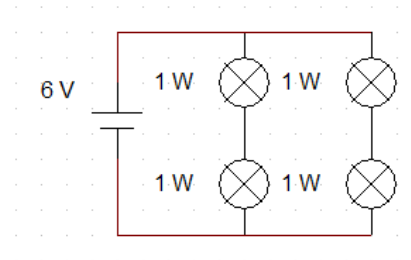


Figura 6: Circuito dos leds.

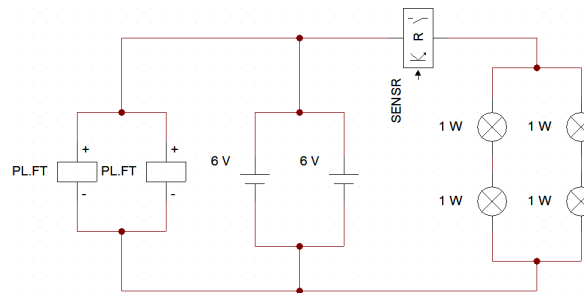


Figura 7: Circuito elétrico final do projeto.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação e coleta de dados do poste se dividiu em dois momentos: 1. Teste em laboratório; 2. Teste ao ar livre. No primeiro teste, logo após a conclusão da integração de circuito e estrutura, analisou-se no laboratório o funcionamento do sensor de luminosidade, pois é um dos principais componentes do poste. Analisou-se se o sistema era acionado corretamente durante uma semana (7 dias), que deveria ser iniciando no período noturno e se manter acionado até o amanhecer. Era necessário verificar o sensor, pois, caso o mesmo não funcionasse, as baterias não descarregariam durante a noite, e no dia seguinte ao receber carga dos módulos fotovoltaicos, ainda estariam com a carga plena, o que poderia comprometer a vida útil das

baterias. Após isso deu-se início ao segundo teste. Com o poste exposto ao ar livre, também durante uma semana, instalado no campus Paranaguá do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Durante este período foram coletados dados de análise de funcionamento dos principais componentes do poste, conforme segue:

1. Módulos fotovoltaicos; verificou-se a tensão gerada e a corrente desejada para o circuito, utilizando-se um multímetro para esta aferição;
2. *LEDs*; verificou se estavam funcionando com um simples teste de continuidade;
3. Sensor; verificou se ao ar livre se ele mantinha o ótimo resultado obtido no laboratório, por meio do simples ato de cobrir o resistor LDR do sensor;
4. Baterias; as condições dos polos foram verificadas, bem como se elas mantinham as mesmas dimensões antes de serem expostas e, com um multímetro, verificou-se a tensão das mesmas. A Figura 08 mostra o poste instalado no campus e operando no período noturno.

Após os dois testes, os dados coletados comprovaram que todos os cálculos e decisões tomadas para desenvolver o projeto estavam em conformidade. O poste funcionou perfeitamente durante a semana de teste ao ar livre, funcionando em média 10 horas.

Cabe ressaltar, que dos sete dias, quatro tiveram chuvas e ventos fortes durante a noite e madrugada e, mesmo assim, apesar do mau tempo, o sistema operou normalmente. A inclinação dos módulos se mostrou satisfatória, pois proporcionou a captação de modo adequado da radiação solar, onde conseqüentemente, elas geraram todos os dias a energia necessária para o funcionamento do poste.

Ao comparar os resultados do projeto ASIPES a um estudo correlato observou-se que o estudo desenvolvido por Gomes (2016) na ONG Litro de Luz, também foi um projeto desenvolvido com características similares a deste estudo, onde ambos os projetos foram desenvolvidos de acordo com as necessidades dos locais de aplicação. No caso do projeto ASIPES, optou-se pelo uso do refletor clássico de argenta, sendo que o estudo da ONG optou pela utilização de garrafas PET e alvejantes. Ambos os projetos utilizam tecnologias modernas, *LEDs*, módulos fotovoltaicos, materiais recicláveis na estrutura, entre outras. São iniciativas como estas, que buscam trazer bem-estar a sociedade e segurança às famílias por meio do uso de tecnologias modernas que fazem a diferença para a sociedade. Cada projeto tem suas particularidades e cumprem seu dever de aplicar as energias renováveis no nosso dia a dia.





Figura 08: Poste funcionando no período noturno.

## 6. CONCLUSÃO

Após todas as etapas cumpridas, foi apresentado um protótipo de um poste de luz solar, projetado e construído de modo a priorizar a utilização de materiais recicláveis e de baixo custo. O modelo permitiu iluminar os locais, com menor impacto ao meio ambiente ao longo de sua vida útil pois, algumas de suas partes, podem ser novamente recicladas e com esse procedimento podemos contribuir para o uso de recursos disponíveis de forma mais sustentável.

Evidente que em meio escassez de recursos e as grandes concentrações de emissões de gases e poluentes à atmosfera, que contribuem para o aquecimento global, tornou-se prioridade essencial, atitudes que deem melhor qualidade de vida sem comprometer a integridade do nosso planeta. As próximas etapas deste projeto, compreendem a viabilidade em substituir os postes que hoje se encontram ligados na rede elétrica no aeroparque da cidade de Paranaguá e, a busca e incentivo e políticas públicas que contribuam para a substituição deles por postes solares apresentados pelo projeto ASIPES.

Com este estudo, além de compreender a dinâmica técnica que envolve os conceitos de eletricidade industrial, pudemos pensar em soluções sustentáveis para a nossa realidade local. A cidade de Paranaguá possui potencial para a inserção de energias renováveis, assim, como tantas outras cidades do mundo, no entanto, é preciso vontade e incentivos políticos tanto a nível nacional, estadual e local, para que soluções energéticas sustentáveis passem a ser prioridades dos povos.

Acreditamos que são necessárias ações sustentáveis como o Projeto ASIPES a nível local, com o intuito de oferecer maior bem-estar social e menor impacto ambiental. Espera-se que esse projeto sirva de incentivo a novos pesquisadores, alunos e professores das redes municipais, estaduais e federais de ensino, para adaptar tecnologias, reciclar materiais e resíduos eletrônicos.

## REFERÊNCIAS

Aver, A. A.. A relação iluminação pública e criminalidade (2013), (p.1). *Revista online Especialize*, 1-14. Recuperado em 29 abril, 2017, de <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=a-relacao-iluminacao-publica-e-criminalidade-152947.pdf>

Biancolino, C. A., Kniess, C. T., Maccari, E. A., & Rabechini Jr., R. (2012). Protocolo para Elaboração de Relatos de Produção Técnica. *Revista Gestão e Projetos*, 3(2), p. 294-307.

Braga, R. P. B. (2008). *Energia Solar fotovoltaica: fundamentos e aplicações*, (p. 4). Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>

Cotrim, A. M. B. C. (2009). *Instalações elétricas* (5 ed). São Paulo, SP.: Pearson Prentice Hall.

Farret, F. A. F. (2010). *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica*. (Ed. rev. e ampli.). Santa Maria, RS: Editora UFSM.

Goldemberg, J. G., & Lucon, O. L. (2007). Energias renováveis: futuro sustentável, (p. 9). *Revista USP*, (72), 6-15. Recuperado em 29 abril, 2017, de <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/13564/15382>

GOMES, V. B. G. (2016). Lâmpadas de garrafa PET e postes solares levam luz a locais isolados. Último acesso em: 28/05/2017, disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/lampadas-de-garrafa-pet-e-postes-solares-levam-luz-a-locais-isolados-9vaj6hrjjsasfj20rmhd4d4qg>.

Gore (2010) A. Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. Our choice: a plan to solve the climate crisis. Barueri, SP: Manole.

Imhoff, J. I. (2007). *Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. Disponível em: [http://cascavel.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2007-10-02T165649Z-878/Publico/JOHNINSONIMHOFF.pdf](http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2007-10-02T165649Z-878/Publico/JOHNINSONIMHOFF.pdf)

LUNDERS, Germano; GALLUP, Sean. ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico. 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/onu-lanca-primeiro-mapa-global-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 27 set. 2016.

LUNDERS, Germano; GALLUP, Sean. ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico. Revista Exame, 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/onu-lanca-primeiro-mapa-global-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 10 set. 2016

MME – Ministério de Minas e Energias (2010). Plano Nacional de Eficiência Energética – Premissas Básicas. Último acesso em 05/03/2017, disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%Aancia+Ener%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>

Rodrigues, C. R. B. S. R. (2010). Um Estudo Comparativo de Sistemas de Iluminação Pública: Estado Sólido e Lâmpadas de Vapor de Sódio em Alta Pressão. *9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications*. Minas Gerais, Brasil. 09.

SENAI PR (2004). *Eletricista Instalador Predial*. Curitiba, Pr.: SENAI PR.

Wolski, B. W. (2007). *Eletricidade básica*. Curitiba, Pr.: Base editorial.