

Nota

Técnica

nº 263

Março de 2020

Sistema Semáforo Piscante Solar

Engº. Luis Antonio de Sousa

Engº. Mauricio Rosim Azzi

Engº. Waldomiro de Assis Baptista



1. RESUMO

Nota Técnica de apresentação do projeto SISTEMA SEMÁFORO PISCANTE SOLAR que tem o objetivo de solucionar de forma econômica, correta e sustentável as falhas operacionais dos equipamentos conhecidos por Semáforos Amarelos Piscantes utilizados atualmente nas vias de São Paulo, equipamentos alimentados com rede elétrica, resultando alto índice de manutenção, gerando um custo elevado.

Trata-se, portanto, da construção de um equipamento capaz de funcionar a partir de Energia Solar; de nova tecnologia, com uso de lâmpadas LEDs e painéis solares, em substituição aos equipamentos convencionais, apresentando soluções economicamente corretas na produção de eletricidade para os equipamentos da CET; diminuindo os custos energéticos e gerando autonomia segura e, ainda, atender a população das regiões periféricas da cidade, causando menos transtorno para a nossa equipe com a instalação do equipamento em questão. A substituição dos equipamentos convencionais por outros de nova tecnologia, com uso de lâmpadas LEDs e Painéis Solares, reduzirão os custos energéticos, diminuirão os problemas com as quedas de energia e manutenção, causando melhoria na fluidez do trânsito em ruas onde forem instalados.

Pensando exatamente nesse trânsito de nossa cidade, parte do desperdício de tempo é provocado pelos semáforos inoperantes, agravado pelas constantes interrupções de funcionamento em razão da falta de energia ou, das fortes chuvas, e que causam grande risco a população e aos motoristas, sejam em cruzamentos perigosos, em vias com bifurcações, ou ruas que estão em obras de manutenção.

É nosso papel demonstrar que é possível inovar com tecnologias sustentáveis a funcionalidade do Sistema Semafórico Piscante.

2. INTRODUÇÃO

SUSTENTABILIDADE palavra de ordem para sociedade atenuada na escassez de recursos naturais. Pensando nisso o projeto SISTEMA SEMÁFORO PISCANTE COM PAINEL SOLAR, que é resultado da comunhão de ideias dos colaboradores acima citados, é o desenvolvimento de um dispositivo que fosse capaz de funcionar perfeitamente com energia sustentável e ecologicamente correto, utilizando painel fotovoltaico, materiais recicláveis como fios, focos LEDs, colunas, entre outros.

O conceito SUSTENTABILIDADE foi introduzido no início da década de 80, por Lester Brown, fundador do Worldwatch Institute, que definiu Comunidade Sustentável como "aquela capaz de satisfazer às próprias necessidades sem reduzir as oportunidades das gerações futuras" (CAPRA in TRIGUEIRO, 2005, 19).

Desenvolvimento sustentável é aquele capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. Essa definição surgiu na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas (Estocolmo - Suécia, 1972) para discutir e propor meios de harmonizar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

Nos últimos anos, práticas de responsabilidade social corporativa tornaram-se parte da estratégia de um número crescente de empresas, cientes da necessária relação entre retorno econômico, ações sociais e conservação da natureza e, portanto, do claro vínculo que une a própria prosperidade com o estado da saúde ambiental e o bem-estar coletivo da sociedade. Portanto, é cada vez mais importante que as empresas tenham consciência de que são parte integrante do mundo e não consumidoras do mundo. O reconhecimento de que os recursos naturais são finitos e de que nós dependemos destes para a sobrevivência humana, para a conservação da diversidade biológica e para o próprio crescimento econômico é fundamental para o desenvolvimento sustentável, o qual sugere a utilização dos recursos naturais com qualidade e não em quantidade.

Logo, a sustentabilidade estará presente cada vez mais em todas as áreas, e em todo lugar e isto inclui a Engenharia de Trânsito.

Em nosso campo de atuação, pensando em desperdício energético, ponto crucial da atual crise hídrica (fato no Brasil já que, a energia por nós consumida é, em sua maioria produzida por hidroelétricas) apontamos os nossos Semáforos. Afinal, eles passam 24 horas funcionando e não podem ser apagados em nenhum dia do ano, assim como os semáforos de amarelo piscante.

A substituição dos equipamentos convencionais por outros de nova tecnologia, associado ao uso de lâmpadas LEDs e uso de energia a partir de recursos renováveis, além de reduzir os custos energéticos seriam ecológicos e ainda ajudariam a diminuir os problemas com as quedas de energia, manutenção e na melhoria da fluidez do trânsito nas ruas onde estarão instalados. Esse projeto foi elaborado pensando exatamente nesse problema.

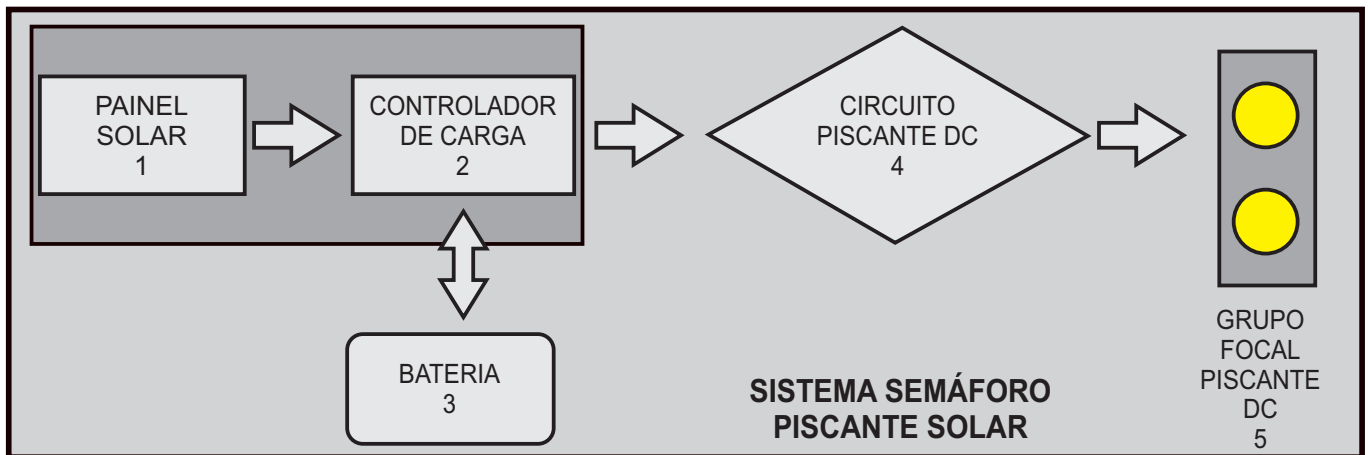
Segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, as causas principais dos atuais problemas com os semáforos são: falta de energia, infiltração de água nas caixas de passagem semaforicas, descargas elétricas e atmosféricas, picos de tensão, transientes nas redes elétrica, resultando num alto índice de manutenção corretiva.

A proposta foi desenvolver uma fonte de energia para os semáforos de amarelo piscante, denominado de Sistema Semáforo Piscante Solar, que será a base para os demais projetos, capaz de atuar sob as condições climáticas adversas, que tenha uma excelente relação custo e benefício, além de possuir um armazenamento de energia, sem causar prejuízo à sociedade e conseqüentemente fazer a melhoria do fluxo de tráfego que tem como principais objetivos:

- prover um movimento ordenado do tráfego;
- aumentar a capacidade na intersecção (cruzamento de duas ou mais vias);
- reduzir a frequência de acidentes;
- ajudar no fluxo do tráfego secundário sem interromper o tráfego principal, a fim de permitir um movimento contínuo de tráfego.

3. DIAGRAMA DE BLOCOS DO SISTEMA SEMÁFORO PISCANTE SOLAR.

- 1 - Módulo, placa ou painel solar (forma o Equipamento Solar).
- 2 - Controlador de carga (forma o Equipamento Solar).
- 3 - Bateria (armazenamento da energia).
- 4 - Circuito Piscante DC (circuito eletrônico de controle do grupo focal piscante DC).
- 5 - Grupo Focal Piscante DC (grupo focal com dois módulos LEDs amarelos).



As placas, módulos ou painéis fotovoltaicos ou solares são compostas por células fotoelétricas que consistem em um dispositivo elétrico de estado sólido capaz de converter a luz solar diretamente em energia elétrica.

4. OBJETIVOS.

A idealização deste projeto considerou os altos índices de manutenção dos semáforos piscantes, o alto custo de manutenção dos equipamentos em uso atualmente, a situação de crise do fornecimento de energia, a necessidade de implantação do equipamento em lugares periféricos da cidade, o tempo de implantação do projeto. Os objetivos desempenharam papel importante no direcionamento de outros projetos utilizando painel solar.

Apresentar soluções economicamente corretas, como a utilização de Energia Solar na produção de eletricidade para os equipamentos da CET diminuindo os custos energéticos gerando autonomia segura.

Ajudar à população de áreas distantes e menos privilegiadas por ser de fácil instalação em locais de difícil acesso, não sendo necessário buscas por pontos de rede de energia elétrica.

Demonstrar para a sociedade as vantagens e a importância do sistema semafórico piscante movido a fontes de energia solar sustentável que não deixará o equipamento desligado ou sem funcionamento.

5. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

- **01/2015** - Conversas e reuniões onde foram discutidas o assunto: sistema semáforo amarelo piscante com energia sustentável e painéis solares.
- **02/2015** - Revisão da proposta, levantamento dos custos dos painéis solares, estudo técnico sobre painéis solares e viabilidades para o desenvolvimento do projeto.
- **03/2015** - Realização de pesquisa de painel solar fotovoltaico, controlador de carga e dimensionamento da bateria a ser utilizada.
- **04/2015** - Aquisição de um painel solar de 25W e um controlador de carga, sem custo a CET, cedidos por uma empresa, enquanto em testes. Uma bateria de estoque (bateria automotiva), utilizado também, um grupo focal amarelo piscante DC e um circuito piscante DC, ambos desenvolvidos na CET.
- **05/2015** - Com parte dos materiais em mãos foi dado início a construção do projeto. Primeiro transformando o circuito piscante DC e o grupo focal piscante DC em 12VDC, objetivando-se o trabalho dos LEDs dos grupos focais diretamente em tensão contínua (VDC), sua tensão primária de polarização, evitando-se, assim, a utilização de um circuito conversor AC/DC de alimentação, com isso, houve uma diminuição de custo no projeto não comprando tal circuito, após, foi dado início a montagem da estrutura do semáforo piscante com painel solar, e iniciado testes em laboratório. O painel solar foi instalado no telhado do prédio da CET-Thomas Edison direcionado para o Norte num ângulo de 30°, otimizando seu desempenho.
- **06/2015** - Em teste, foi verificado que em vários dias nublados e com chuvas, somente uma placa solar de 25W, não era possível suprir a necessidade do controlador de carga para abastecer a bateria e o semáforo amarelo piscante, por quatro dias ininterruptos, no mínimo. Foi contatado a empresa fornecedora da placa solar, sobre a necessidade da utilização de mais uma placa solar de 25W, o que foi cedido prontamente.
- **07/2015** - Iniciado o esboço do desenho do protótipo e do projeto de implantação para teste em campo. Na montagem do protótipo, para a caixa de controle, foi recuperada uma do controlador eletrônico CD 200 e colocado em seu interior o controlador de carga, circuito piscante DC, fusíveis de proteção, um suporte deslizante para bateria com conectores e cabos; foi montada também, um suporte para fixação das placas solares, ligadas em paralelo.
- **08/2015** - Terminada a estrutura e os acabamentos. Na implantação, em campo, foi utilizada uma coluna 101mm de diâmetro, onde foi adaptado em seu topo o suporte que fixa as placas solares e abaixo fixado o grupo focal piscante DC e a caixa de controle. O projeto Sistema Semáforo Piscante com Célula Solar está implantado para apresentação e teste à Avenida Thomas Edison nº 1006 desde 11/08/15.

6. MATERIAIS UTILIZADOS.

- a. Bateria automotiva selada 12V/75Ah - 1pç;
- b. Cabo multipolar 2x2,5mm² - 20mts;
- c. Cabo multipolar 4x1,5mm² - 20mts;
- d. Cabo de 4mm² - 6mts;
- e. Caixa de controlador CD 200 - 1pç;
- f. Suporte simples de 4" - 2pçs;
- g. Grupo focal 200x200 piscante LED, transformado para 12VDC - 1pç;
- h. Coluna 101x6mts - 1pç;

- i. Circuito piscante 110V/220V, transformado para 12VDC - 1pç;
- j. Controlador de carga - 1pç;
- k. Painel fotovoltaico 25W - 2pçs;
- l. Conj. de aterramento (conectores e haste) - 1cj;
- m. Conj. de borneiras - 1pç;
- n. Base para fixação do painel solar - 1pç;
- o. Tinta prata fosca - 600ml;
- p. Placa R24b - 1pç;
- q. Chave seletora de liga/desliga - 1pç;
- r. Fusível de proteção - 2pçs.

7. TABELA DE CUSTO ESTIMADO PISCANTE COM ENERGIA ELÉTRICA CONVENCIONAL.

Piscante com Energia Elétrica			
MATERIAL	código	QTD	CUSTO
Suporte completo com roldana	19.04.3002	2pç	R\$84,38
Suporte simples 5" circular	21.02.3082	2 pç	R\$65,10
Cabo PP 2X4 mm ² para alimentação	16.09.3006	60 metros	R\$123,00
Coluna 128 5 "X 6 metros	18.07.3002	1 pç	R\$1015,03
Coluna extensora- 101 4" x 3 metros	18.07.3999	1 pç	R\$490,00
Cabo PP 4X1.5 mm ² multipolar	16.09.3002	3 metros	R\$7,23
Haste de aterramento	18.11.4001	1 pç	R\$80,00
Circuito piscante	21.02.3120	1 pç	sem custo mat. Recuperado
Cobre Foco seção circular 200 mm policarbonato	21.02.4022	2 pç	R\$52,66
Grupo focal piscante 200 x 200 mm piscante	21.02.4046	1 pç	R\$2446,00
TOTAL			R\$4363,37

OBS : Mão de obra não inclusa

- 1 Técnico de sinalização III
- 1 Agente de manutenção
- 1 caminhão cesto
- 1 caminhão munck
- tempo medio 16 horas

Desvantagens Operacionais do Semáforo Piscante alimentado pela rede elétrica:

- Correntes de fuga agravado pela tensão AC utilizada, resultantes de umidade na caixa de passagem, onde se alojam emendas elétricas, cabos elétricos com baixa isolamento, resultando o desligamento indevido do controlador semafórico;
- Alto custo de manutenção;
- Susceptíveis a acidentes mais graves quando em manutenção;
- Maior tempo utilizado em sua implantação;
- Cabo de alimentação com custo maior dependendo da distância do ponto de energia;
- Período médio entre falhas (MTBF) é menor em relação ao semáforo com célula solar;
- São sensíveis às descargas atmosféricas;
- Não são ecologicamente corretos;
- Problema de roubo de cabos;

- Custo alto da energia elétrica, cobrado mensalmente;
- Queima do equipamento e das lâmpadas LEDs por causa da variação da tensão, transientes elétricos, descargas atmosféricas e estáticas;
- Alto índice de manutenção, diminuindo a vida útil do equipamento.

8. TABELA DE CUSTO ESTIMADO SISTEMA PISCANTE COM ENERGIA SOLAR

Piscante Solar			
MATERIAL	Código	QTD	CUSTO
Coluna 101 4 "X 6 metros	18.07.3003	1 pç	R\$620,00
Haste de aterramento	18.11.4001	1 pç	R\$80,00
Cabo PP 4 X 1.5 mm ² multipolar	16.09.3002	2 metros	R\$4,82
Cabo PP 2 X 1.5 mm ² multipolar	16.09.3005	3 metros	R\$4,23
Placas solares 25W		2 pç	R\$400,00
Bateria 75 A/h - 12V		1 pç	R\$300,00
Controlador de carga 6A - 12/24V		1 pç	R\$100,00
Circuito piscante DC/modificado	21.02.3120	1 pç	sem custo mat. Recuperado
Grupo focal piscante 200 x 200 mm Led	21.02.4046	1 pç	R\$2446,00
Caixa do controlador CD200 vazio - modificado internamente		1 pç	sem custo mat. Recuperado
Suporte para placas solares		1 pç	sem custo mat. Recuperado
TOTAL			R\$4432,23

OBS : Mão de obra não inclusa

1 Técnico de sinalização III

1 Agente de manutenção

1 caminhão cesto

1 caminhão munck

tempo medio 5 horas

Desvantagens Operacionais do Semáforo Piscante alimentado por painel solar:

- Roubo das placas solares;
- Perda da eficiência em dias nublados e chuvosos por períodos prolongados;
- Prejudicado a implantação em locais sombreados.

Vantagens Operacionais do Semáforo Piscante Solar.

- Facilidade e rapidez na instalação;
- Uso reduzido de cabo elétrico;
- Maior resistência dos equipamentos, por ter energia controlada;
- Economia de energia: 100%;
- Tempo de vida útil: 2- 4 anos em funcionamento contínuo, depende da vida útil da bateria. Para aumentar sua vida útil troca-se a bateria;
- Custo de manutenção baixo, requer somente limpeza e ajuste de componentes;
- O equipamento proporciona alta confiabilidade;
- Enquadra a CET na lei de economia de energia;
- Consumo do sistema reduzido e otimizado em função da alimentação por Energia Solar;
- Auto sustentável;

- Estão garantidos, por projeto, quatro dias ou mais de funcionamento sem luz solar decorrente de tempo nublado ou chuvoso;
- Completa recarga da bateria no máximo em 12 horas e diariamente quando com sol;
- Semáforos amarelos piscantes com tecnologia solar são mais limpos e seguros;
- Proteção contra descargas atmosféricas, estáticas e intempéries;
- Não tem problema de apagões.

9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA SEMÁFORO PISCANTE SOLAR.

Especificações do Painel Solar:

- Máxima potência (Pmax): 25W (+10%, -5%);
- Tensão de máxima potência (Vmpp): 18,0V;
- Corrente de máxima potência (Impp): 1,30A;
- Tensão de circuito aberto (Voc): 22,0V;
- Corrente de curto-circuito (Isc): 1,51A;
- Dimensões: altura x largura x espessura (mm): 608 x 350 x 25;
- Peso (kg): 2,48;
- Silício cristalino (c-Si): É a tecnologia mais empregada no mercado atualmente, com uma participação de 95% do mercado de células fotoelétricas. Atualmente apresenta um rendimento de 13 a 21% em seus painéis solares feitos de células de silício cristalino.

Funcionamento das Células Fotovoltaicas do Painel Solar.

As Células fotovoltaicas realizam a conversão de energia solar em energia elétrica sem partes móveis, ruído, poluição, radiação e são livres de manutenção. Elas são feitas de um material semicondutor, geralmente de silício (um recurso muito abundante na terra), que é tratado quimicamente para criar uma camada de carga positiva e uma camada de carga negativa. Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, um elétron é desalojado. Estes elétrons são recolhidos por fios ligados à célula, formando uma corrente elétrica. Quanto mais células, maior a corrente e tensão. Certo número de células dispostas lado a lado formam um módulo ou painel fotovoltaico ou solar, denominado também de placa solar ou fotovoltaica, vários módulos juntos formam um arranjo de painéis fotovoltaicos. Os módulos vendidos comercialmente possuem potências que variam de 5 watts até 300 watts, e produzem corrente contínua (DC) semelhante a corrente da bateria de um automóvel.



Fig. 1 - Placa Fotovoltaica de Silício Cristalino (c-Si)

O efeito fotovoltaico foi descoberto pela primeira vez em 1839 por Alexandre Edmond Becquerel, entretanto, só em 1883 foram construídas as primeiras células fotoelétricas, por Charles Fritts.

A intensidade da radiação solar na superfície terrestre chega até 1.000 watts por metro quadrado, o que representa um enorme potencial energético.

Uma célula fotoelétrica ou célula fotovoltaica é um dispositivo elétrico de estado sólido capaz de converter a luz solar diretamente em energia elétrica. Os conjuntos de células usadas para fazer a captura de luz solar são conhecidos como painéis ou placas solares.

As placas solares mais utilizadas apresentam eficiência de conversão da ordem de 16%, mas existem outras com eficiências de até 28%. O que as diferenciam são os custos, tamanhos e fabricação.

Por não gerar nenhum tipo de resíduo, a célula fotovoltaica solar é considerada uma forma de produção de energia limpa, sendo alvo de estudos em diversos institutos de pesquisa e também já vem sendo utilizada ao redor do mundo por indústrias, casas e diversos outros ambientes.

As células individuais são montadas em módulos; esses módulos são montados em arranjos, os quais são integrados em sistemas com uma ampla gama de componentes. O elemento básico é a célula solar individual e os módulos são construídos colocando-se as células fotovoltaicas em arranjos em série e paralelo. As configurações das células solares em série e em paralelo seguem as mesmas regras dos circuitos DC em série e em paralelo. Para componentes idênticos colocados em um arranjo em série, as tensões somam-se e a corrente é única permanecendo constante, e, para componentes idênticos colocados em paralelo, as correntes somam-se e a tensão permanece constante.

De acordo a incidência solar de cada região podemos fazer as medições necessárias e verificar qual a disponibilidade de energia no local, pois quanto maior a irradiação solar, maior a potência de saída de uma célula fotovoltaica, e à medida que a radiação aumenta, a tensão de circuito aberto aumenta ligeiramente, mas a corrente de carga é quase diretamente proporcional à radiação solar. Assim, a potência máxima para a carga também é quase diretamente proporcional à radiação solar incidente da célula.

Especificação do Controlador de Carga Solar:

- Entrada para os painéis fotovoltaicos;
- Saída para bateria;
- Saída para carga (corrente contínua - DC);
- Sistema de proteção que prolonga a vida útil da bateria;
- Possui painel intuitivo que permite verificar o nível de carga da bateria;
- Permite a conexão de modernos acessórios de monitoramento remoto;
- Proteção contra corrente reversa: desconecta os painéis fotovoltaicos para prevenir perda de carga da bateria nos módulos solares durante a noite;
- Controle de descarga: desligamento da saída para evitar descarga da bateria, abaixo de valores seguros;
- Monitoramentos do Sistema: medidores LEDs indicadores ou alarmes de advertência;
- Proteção contra sobre corrente através de fusíveis;
- Opções de Montagem: montagens embutidas, e sistema de proteção para uso interno ou externo;
- Compensação de temperatura: necessários quando a bateria é instalada em uma área não climatizada. A tensão de carga é ajustada em função da temperatura ambiente.

Funcionamento do Controlador de Carga Solar.

Os Controladores modernos utilizam uma tecnologia chamada PWM - Pulse With Modulation - ou modulação por largura de pulsos, método de carga muito eficiente, que mantém uma bateria em sua carga máxima e minimiza a sulfatação da bateria, por meio de pulsos de tensão de alta frequência, ou ainda a tecnologia MPPT - Maximum Power point Tracking - um moderno sistema de carga, projetado para extrair a máxima energia possível de um módulo solar, através da alteração de sua tensão de operação para maximizar a potência de saída, assegurando que a bateria possa ser carregada até atingir sua capacidade máxima. A reposição dos primeiros 70% a 80% da capacidade da bateria são facilmente obtidos, porém os 20% ou 30 % finais requerem circuitos mais complexos.

Os circuitos internos dos controladores variam, mas a maioria dos controladores leem a tensão para controlar a intensidade de corrente que flui para a bateria, na medida em que está se aproximando da sua carga máxima.

Outra inovação apresentada pelo equipamento está no sistema eletrônico embarcado, o qual permite que seja alimentado tanto pela energia solar ou por um banco de bateria em situações de emergência, como um blecaute.

A prioridade do equipamento é trabalhar com energia solar, por meio de placas fotovoltaicas ou solares, que é sua principal forma de alimentação. Na eventualidade da mudança inesperada do tempo, ele passará a utilizar um banco de bateria com duração de pelo menos 12 horas no mínimo.

O Controlador de Carga e Descarga é um dispositivo de gerenciamento responsável pelo processo de monitoramento inteligente instalado no Sistema Semáforo Piscante Solar, faz uma avaliação a cada milissegundo, e decide qual a melhor forma de alimentação para o equipamento num determinado momento.

Esse componente utilizado nos sistemas fotovoltaicos permite que a bateria seja carregada completamente também evita que seja descarregada abaixo de um valor seguro que são 11,0V/22,0V. É instalado eletricamente entre o painel fotovoltaico, a carga (grupo focal piscante DC) e a bateria.

Um esquema da solução proposta é ilustrado na figura 2, onde pode ser observado que a energia é armazenada no conjunto de bateria; o controlador de carga estabelece o sentido do fluxo de potência entre a bateria, o circuito piscante DC e o semáforo (grupo focal piscante DC). O sistema de chaveamento do controlador de carga deve garantir que em caso de pane na placa fotovoltaica ou mesmo em períodos de manutenção, a rede elétrica da bateria forneça a energia necessária para o funcionamento do grupo focal piscante DC.

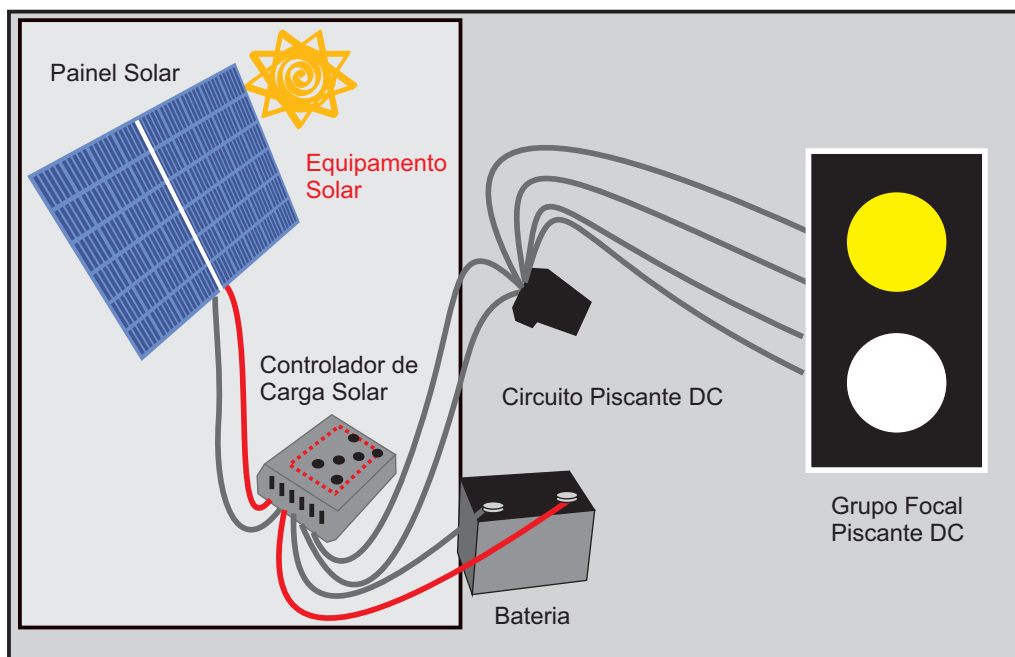


Fig. 2 - Sistema Semáforo Piscante Solar - Diagrama Simplificado

Especificação da Bateria:

- Modelo tipo: automotiva;
- Bateria tipo: inteligente;
- Tensão: 12V;
- Capacidade nominal: 75Ah;
- Dimensões (compr. X larg. X alt.): 282 x 175 x 190mm;
- Certificado pelo Inmetro.



Fig. 3 - Bateria 12V X 75Ah

Funcionamento da bateria no Sistema Semáforo Piscante Solar.

A bateria possui uma função muito importante no sistema. Ela permite o armazenamento da energia a ser usada posteriormente, evita que variações da insolação interfiram no funcionamento dos equipamentos, assim como os chamados sombreamentos.

A autonomia promovida pela bateria deve ser de pelo menos 12 horas de uso. Ela é utilizada nos sistemas fotovoltaicos para armazenar a energia excedente produzida pelos painéis solares, para ser utilizada durante a noite ou em dias muito nublados ou chuvosos.

As baterias mais utilizadas em sistemas fotovoltaicos são geralmente do tipo chumbo-ácido. Deve ser do tipo "descarga profunda" ou estacionária, ou seja, podem ser descarregadas entre 20% e 80% de sua capacidade máxima e recarregada novamente todos os dias, durando anos, conforme especificação do fabricante.

Já as baterias automotivas têm custo menor, entretanto possuem uma vida útil menor e se forem descarregadas abaixo de 20% de sua capacidade por muitas vezes será menor ainda sua vida útil.

A capacidade da bateria ou banco de baterias determina sua autonomia. Um banco de baterias precisa ser dimensionado para suprir energia entre dois e quatro dias sem insolação para uso em aplicações específicas.

Baterias do tipo seladas requerem pouca manutenção. Deve-se, no entanto, verificar o aperto dos terminais e manter os seus terminais livres de corrosão. As baterias precisam ser instaladas em local seco e ventiladas. Em nenhuma circunstância as baterias de chumbo ácido podem ser mantidas descarregadas totalmente, pois isto poderá danificá-las permanentemente.

Se for utilizar um banco de baterias para aumentar a capacidade de funcionamento do equipamento, caso haja vários dias sem a luz solar, a ligação em paralelo das baterias é a mais eficiente para ter a carga e descarga para o equipamento. Na ligação de baterias em paralelo (terminal positivo com terminal positivo e terminal negativo com terminal negativo), a tensão do banco de baterias permanece a mesma, já a capacidade final em ampere-horas é a soma das capacidades de cada bateria.

Especificação do Circuito Piscante DC:

- Utilizado a mesma placa de circuito impresso do modulo piscante (110/220Vac) modificado para trabalhar com 12 VDC e saída chaveada por transistores;
- Possui uma entrada modificada para 12VDC;
- Duas saídas que irão para o grupo focal amarelo piscante DC, construído pela própria CET;
- É montado em uma caixa de proteção contra intemperes.

Funcionamento do Circuito Piscante DC.

O novo circuito piscante DC, controla o tempo de acionamento dos módulos LEDs do grupo focal.

Funciona com tensão de entrada 12V modificado para atender o novo modelo de Grupo Focal Piscante DC, usando a energia Solar.

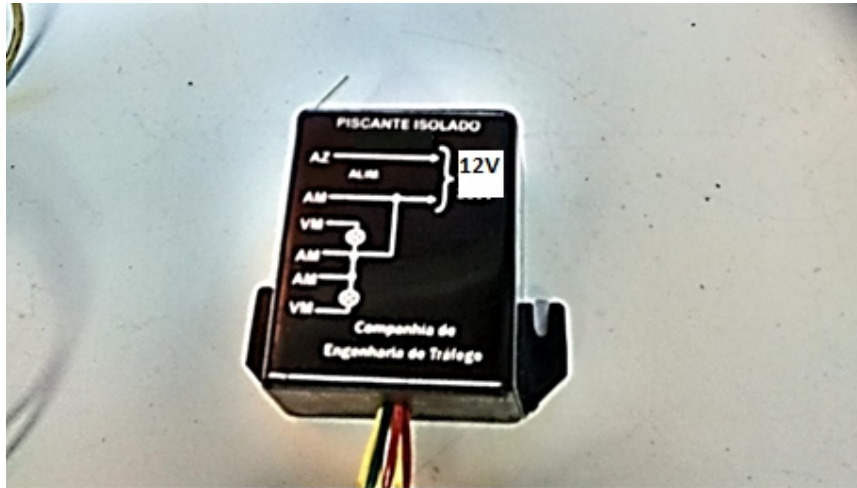


Fig. 4 - Circuito piscante DC.

Especificação do Grupo Focal Amarelo Piscante DC:

- Grupo focal 200x200 com dois módulos a LEDs amarelos;
- Circuito interno modificado para 12V ou menor tensão de acordo com tipo de bolacha LED utilizado.
- Seção semafórica feita de poli carbonato de 200mm, pintado de cor preta brilhante;
- Módulos LEDs de alto brilho e baixo consumo.

Funcionamento do Grupo Focal Piscante DC.

Neste projeto os semáforos também serão adaptados ou mesmo refeitos para o Sistema de uso de energia Solar proposto. A escolha de LEDs como fonte emissora de luz é a opção mais interessante, o que já vem sendo amplamente utilizado.

O grupo focal LED amarelo piscante foi modificado para compatibilizar a tensão DC com o sistema proposto e em consequência obtém-se um menor consumo da energia.



Fig. 5 - Grupo Focal Piscante DC

10. CONCLUSÃO

Um novo semáforo de amarelo piscante à base de LEDs e com funcionamento a energia solar, denominado de Sistema Semáforo Piscante Solar, deve acabar com o problema de "apagão" no caso de falta de energia e com diminuição significativa em relação à manutenção corretiva e consumo de energia.

O novo Sistema Semáforo Piscante Solar pode operar normalmente com o uso de energia solar e na falta da mesma com bateria, possui painel solar, controlador de carga, bateria, dispositivo de circuito piscante convertido para tensão contínua (DC), grupo focal ou semáforo, cujos módulos LEDs foram convertidos para trabalhar em tensão contínua (DC), sistema de proteção contra sobrecarga e descarga atmosférica

O dispositivo controlador de carga avalia o tipo de energia a ser usado. A checagem é realizada em questão de milissegundos, caso haja a incidência de luz solar a rede de alimentação é feita pela energia oriunda das placas solares e na falta da luz solar devido ao horário noturno, dias nublados ou chuvosos, com pouca incidência de raios solares o dispositivo automaticamente troca para a rede de alimentação por bateria.

A bateria utilizada, com capacidade nominal plena, fornece energia elétrica ao grupo focal piscante DC, no mínimo por quatro dias ininterruptos.

O grupo focal piscante DC utiliza a energia solar como fonte principal.

A maior inovação do invento está na integração de duas formas de alimentação energética solar e por baterias.

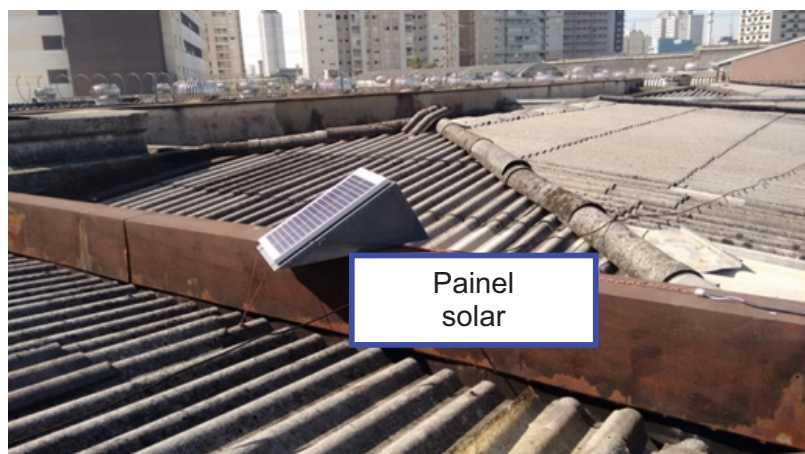
A viabilidade da implantação desse sistema de independência energética dos semáforos amarelos piscantes, a partir da tecnologia de coleta de energia solar por painéis solares, substituindo a energia elétrica oriunda de hidrelétricas, corrobora para maior segurança no trânsito e também na economia aos cofres públicos.

Os objetivos do projeto foram alcançados com sucesso. Os módulos LEDs do grupo focal piscante DC funcionaram adequadamente e assim permaneceram, sem energia elétrica convencional, somente com a alimentação do painel solar.

O protótipo desenvolvido equilibra os avanços socioeconômicos, tem aproveitamento sustentável de recursos naturais, baixo custo, gera energia limpa, não polui o meio ambiente, tem funcionamento satisfatório e superior ao modelo utilizado atualmente, haja visto que em um ano de sua implantação não ocorreu problemas de manutenção e seu funcionamento continua normal.

11. REGISTRO FOTOGRAFICO E DE DADOS REFERENTES AO PROJETO

Dos testes em laboratório:



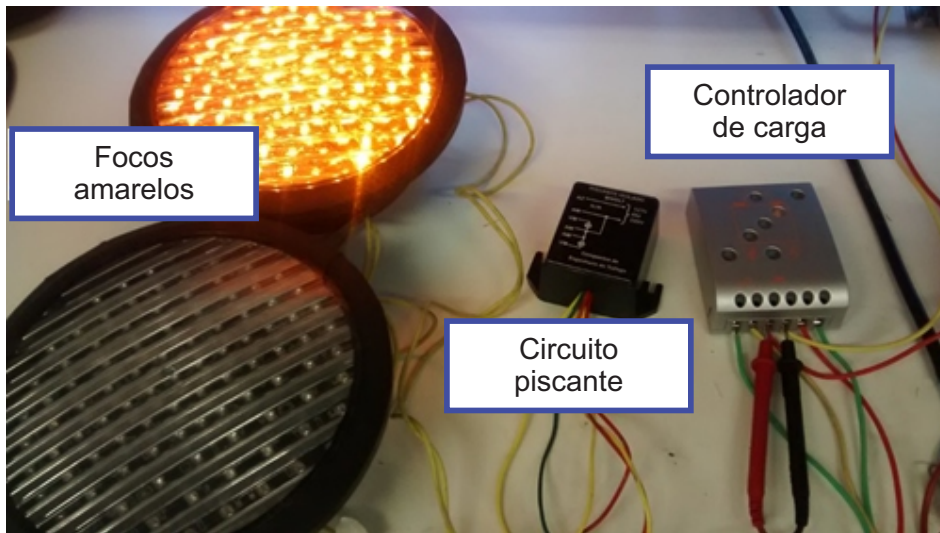


Tabela de medição:

Os aparelhos de monitoramento das medições foram utilizados para levantamento das medidas de tensão e corrente no Sistema Piscante Solar e foram plotadas na tabela de medição abaixo, que nos deram subsídios para a avaliação do funcionamento do Sistema Piscante Solar, como por exemplo, a necessidade da utilização de outro painel solar de 25W e a bateria de 75Ah para alimentar o circuito piscante no horário noturno e quatro dias, ou mais, se não houver luz solar.

Devemos levar em conta a diferença de fabricação e precisão nos instrumentos de medições utilizados.

Segue, abaixo, algumas tabelas com as medições efetuadas e com seus parâmetros descritos. As medições correspondem a uma placa solar de 25W de potência.

Parâmetros utilizados na tabela de medição:

Hora - Horário em que foram efetuadas as medições.

Célula Corrente fornecida (A) - Corrente fornecida pelo Painel Solar ao Grupo Focal Piscante Solar e à bateria simultaneamente.

Tensão da Célula (V) - Tensão nos terminais do Painel Solar.

Corrente consumida carga (A) - Consumo de corrente pelo Grupo Focal Solar.

Tensão da Bateria (V) - Tensão nos terminais da Bateria.

Para "CONDIÇÃO DO DIA" - Foi definido o seguinte:

CONDIÇÃO DO DIA	CORRENTE FORNECIDA (A) painel solar
Escuro	0
Parcialmente Escuro	0,01 à 0,05
Nublado	0,06 à 0,45
Sol Fraco	0,46 à 0,95
Sol Forte	0,96 à acima

Tabela de medição: Sistema Semáforo Piscante Solar

Dia 21 Mês 05 Ano 2015

HORA	Célula Corrente Fornecida (A)	Tensão da Célula (V)	Corrente Consumida Carga (A)	Tensão da Bateria (V)	Condição do Dia
7:00	0,02	12,34	0,33	12,33	Parcialmente escuro
8:00	0,18	12,39	0,33	12,35	Nublado
9:00	0,87	13,14	0,33	12,94	Sol fraco
10:00	1,00	13,28	0,33	13,01	Sol forte
11:00	1,16	13,45	0,33	13,16	Sol forte
12:00	1,27	13,65	0,33	13,31	Sol forte
13:00	1,28	13,82	0,33	13,49	Sol forte
14:00	0,27	12,99	0,33	13,03	Nublado
15:00	0,20	12,95	0,33	12,92	Nublado
16:00	0,14	12,68	0,33	12,66	Nublado
17:00	0,02	12,56	0,33	12,54	Parcialmente escuro
18:00	0,00	12,55	0,33	12,54	Escuro

Tabela de medição: Sistema Semáforo Piscante Solar

Dia 22 Mês 05 Ano 2015

HORA	Célula Corrente Fornecida (A)	Tensão da Célula (V)	Corrente Consumida Carga (A)	Tensão da Bateria (V)	Condição do Dia
7:00	0,05	12,35	0,33	12,34	Parcialmente escuro
8:00	0,18	12,39	0,33	12,35	Nublado
9:00	0,78	12,71	0,33	12,94	Sol fraco
10:00	0,96	13,17	0,33	12,91	Sol forte
11:00	1,17	13,35	0,33	13,01	Sol forte
12:00	1,18	13,45	0,33	13,15	Sol forte
13:00	1,19	13,60	0,33	13,30	Sol forte
14:00	0,98	13,12	0,33	13,30	Sol forte
15:00	0,84	13,15	0,33	13,05	Sol fraco
16:00	0,71	13,28	0,33	13,21	Sol fraco
17:00	0,04	12,56	0,33	13,15	Parcialmente escuro
18:00	0,00	12,56	0,33	12,54	Escuro

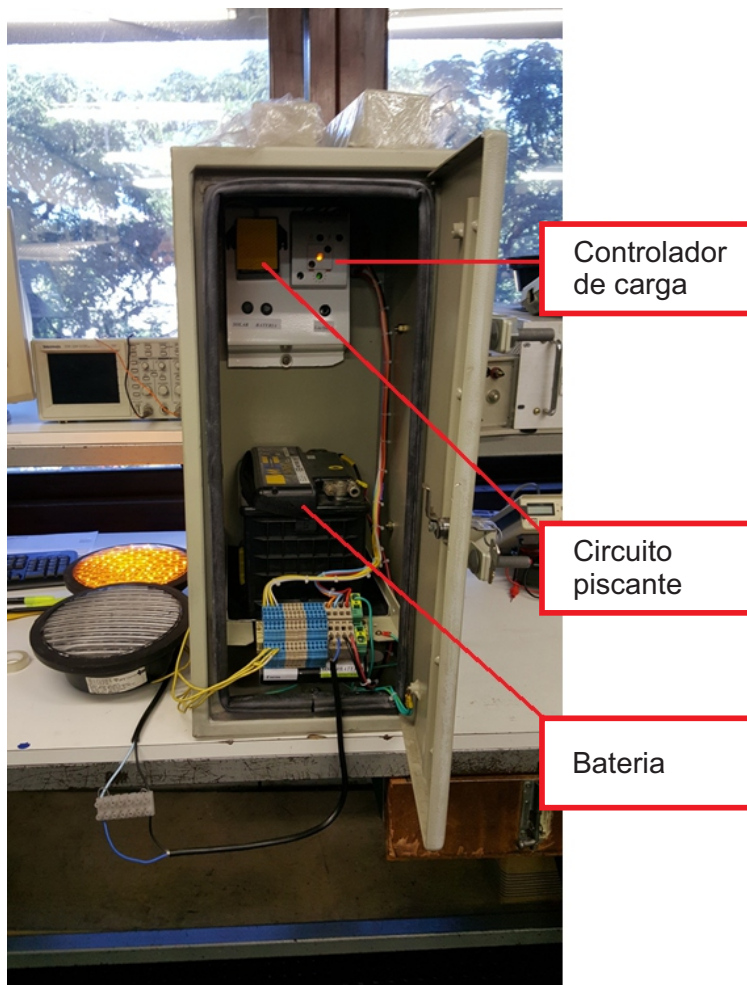
Tabela de medição: Sistema Semáforo Piscante Solar

Dia 23 Mês 05 Ano 2015

HORA	Célula Corrente Fornecida (A)	Tensão da Célula (V)	Corrente Consumida Carga (A)	Tensão da Bateria (V)	Condição do Dia
7:00	0,04	12,34	0,33	12,33	Parcialmente escuro
8:00	0,69	12,74	0,33	12,65	Sol fraco
9:00	0,87	12,90	0,33	12,76	Sol fraco
10:00	1,10	13,06	0,33	12,88	Sol forte
11:00	1,24	13,24	0,33	12,99	Sol forte
12:00	1,11	13,19	0,33	13,02	Sol forte
13:00	0,71	13,01	0,33	12,92	Sol fraco
14:00	0,45	12,79	0,33	12,80	Sol fraco
15:00	0,28	12,57	0,33	12,61	Nublado
16:00	0,13	12,41	0,33	12,50	Nublado
17:00	0,04	11,65	0,33	12,46	Parcialmente escuro
18:00	0,03	12,46	0,33	12,31	Parcialmente escuro

Montagem do protótipo:

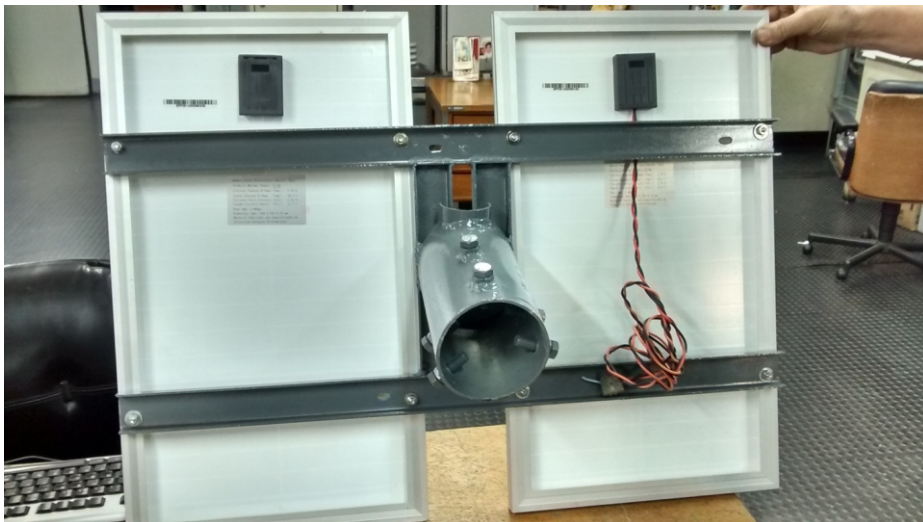
Gabinete com os circuitos de controle e bateria.



Placas, módulos ou painéis fotovoltaicos ou solares.



Suporte para a fixação dos painéis solares.

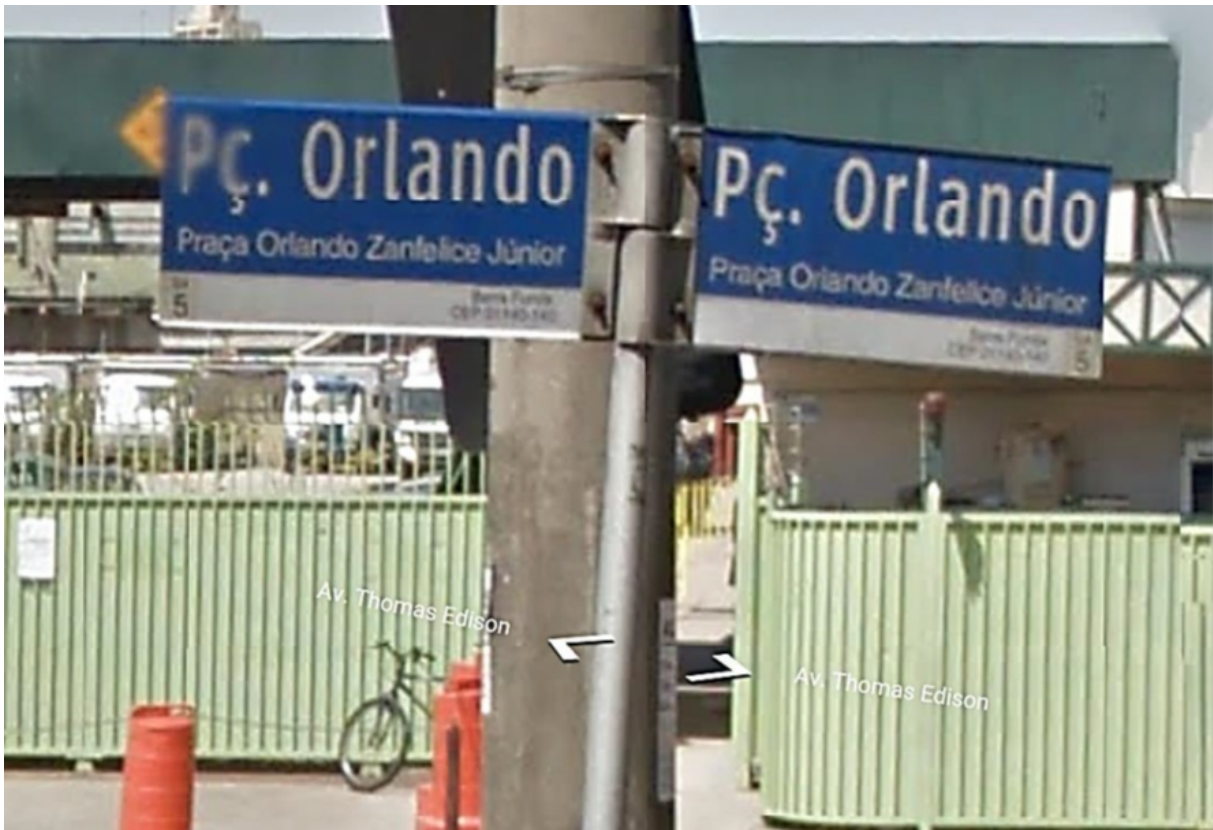


Implantação do Sistema Semáforo Piscante Solar.

Av. Thomas Edison, altura do n.º 1006.

Local antes da implantação:





Fotos da implantação:





12. BIBLIOGRAFIA CONSULTAS.

- Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.503 - 23/09/97
- www.inventhar.com.br/casasolar
- www.sinaldetransito.com.br
- Empresa SolarTerra - Sistemas de Energia Solar e Eólica - consultoria da SolarTerra Energia Alternativa Ltda, Eng.º Mario Sergio Cassoli Dias.
- CAPRA in TRIGUEIRO, 2005, 19 - Convenção Sobre Meio Ambiente

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização do projeto, que são:

- Técnicos e Engenheiros do DEG (fizeram a montagem do protótipo e medições em laboratório).
- Técnicos e Engenheiros do Departamento de Engenharia de Campo de Sinalização - DSI (fizeram a implantação do Sistema Semáforo Piscante Solar em campo).

DIRETORIA ADJUNTA DE SINALIZAÇÃO E TECNOLOGIA - DS
SUPERINTENDENCIA DE ENGENHARIA DE SINALIZAÇÃO - SSI
GERÊNCIA DE ENG. DE SINALIZAÇÃO - GSI
DEPARTAMENTO DE ENG. E GESTÃO DE MATERIAIS DE CAMPO - DEG