

SUNLOAD: Carregador de celular portátil alimentado por placa solar

Rejane de Barros Araujo. André Ivo Vieira. Clarissa Letticia Dos Santos Ferreira. Mayara De Paiva Rodrigues.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém (IFPA), CEP 66093-020
BR (Tel: 91-8386-4035; e-mail: rejane.barros@ifpa.edu.br)*

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém (IFPA), CEP 66093-020
BR (Tel: 91-982754026; e-mail: andreivovieira@hotmail.com)*

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém (IFPA), CEP 66093-020
BR (e-mail: clarissaletticia@gmail.com)*

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém (IFPA), CEP 66093-020
BR (e-mail: myap.rodrigues@gmail.com)*

Abstract This article shows the prototype development of a cell phone charger powered by a photovoltaic panel called SUNLOAD. To validate the effectiveness of the proposal, a scientific study on the use and impact of solar energy in Brazil is presented, choosing which panel model to use and the most suitable electronic circuit for the project proposal and needs. The tests are done first on simulators and breadboards with a battery indicator, and then semi-professionally mounted on a universal printed circuit board along with a custom case made on a 3D printer.

Resumo: Este artigo mostra o desenvolvimento de um carregador de celular portátil alimentado por placa solar (SUNLOAD), na forma de protótipo. Para a eficiência e validação do protótipo, são realizados estudos científicos sobre a utilização da energia solar e seu impacto no Brasil, a escolha de qual modelo de placa utilizar e o circuito elétrico mais adequado que atenda a proposta e necessidades do projeto. Os testes são realizados em simuladores e placa de ensaio, e adicionalmente um indicador de bateria é inserido no protótipo, sendo testado e montado de forma semiprofissional em uma placa de fenolite, juntamente com uma caixa personalizada impressa em uma impressora 3D.

Keywords: Portable charger, photovoltaics, prototype, solar charger, renewable energy.

Palavras-chaves: Carregador portátil; Energia fotovoltaica; Protótipo, Carregador solar; Energia Renovável.

1. INTRODUÇÃO

O que norteia a ideia apresentada neste artigo, gira em torno de duas grandes questões: i) a crescente busca de soluções que venham contribuir para a preservação do meio ambiente e ii) a procura de novas aplicações em que as energias renováveis possam ser empregadas.

Em meio a danos ambientais cada vez mais aparentes no mundo, especialistas defendem o uso de energias renováveis para diminuir impactos como a emissão de gases de efeito estufa e o aquecimento global. Um dos meios para isso é a substituição do petróleo como elemento principal da matriz energética global por formas de maior eficiência, como solar e eólica. Segundo o diretor do Departamento de Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, Carlos Alexandre Pires, essa é uma das principais linhas de investimento do governo federal em geração de energia. (SANTANA & CAVALCANTE, 2017).

É fato que no Brasil o acesso à informação e tecnologia mudou bastante no decorrer dos tempos, além disso, pode-se observar que nas regiões que ficam isoladas dos grandes centros das cidades, onde antes não tinham praticamente nenhum acesso a essas informações, hoje vivem um cenário completamente diferente, atualmente as pessoas que moram

nestas áreas contam com acesso à tecnologia, segundo alguns dados do IBGE, “A parcela da população de 10 anos ou mais que tinha celular para uso pessoal passou de 77,1% (2016) para 78,2% (2017). Na área urbana, esse percentual era de 81,9%, e, em área rural, 55,8%, em 2017” (IBGE,2018).

Com os avanços tecnológicos nas mais diversas áreas, destaca-se neste projeto a utilização da energia elétrica a partir da captação de raios solares e transformando-a em um meio alternativo para o carregamento de baterias de celulares. Observou-se que houve um crescente aumento na utilização desta fonte de energia renovável, de forma que ela veio beneficiar e trazer grandes vantagens a população, indústrias e a qualquer outro projeto que se utilize desta tecnologia (BRITO,2006; NASCIMENTO, 2019, RIVELLO, 2017).

Nesse âmbito, a proposta apresentada neste artigo é o desenvolvimento de um carregador solar portátil, na forma de protótipo, de baixo custo que promova incentivo a utilização de energias renováveis como alternativa a energia elétrica gerada de forma menos sustentável, se preocupando com o meio ambiente e com a diminuição do consumo de energia elétrica. O objetivo também é utilizar mini placas solares para o carregamento de aparelhos eletrônicos de baixa potência, desse modo, sendo viável a apresentação de uma pesquisa de satisfação ao final da montagem do protótipo. Vale ressaltar

que o produto proposto, denominado de SUNLOAD, é altamente sustentável e ecológico, pois se utiliza da radiação solar e a transformação destes raios em energia elétrica.

O artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2 é descrito de forma detalhada o desenvolvimento do projeto do protótipo SUNLOAD. Na seção 3 são apresentados os resultados alcançados com o produto. Finalmente na seção 4 são descritas as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. PROJETO SUNLOAD

2.1 Placas fotovoltaicas

O mercado possui diversos tipos de módulos de placas solares, com diferentes características como, por exemplo: tensão, corrente, potência, preço comercial, eficiência energética, tipo de material utilizado na fabricação, o modelo mais utilizado e o tipo mais adequado para cada região em que se pretende utilizá-la. Por isso, dentre os tipos de placas disponíveis e mais utilizadas no Brasil, destacam-se as Células solares Policristalinas e as Monocristalinas que são fabricadas a partir do silício cristalino.

O projeto do protótipo utiliza duas minicélulas solares fotovoltaicas feitas a partir do material silício policristalino com as especificações de: 5,5 V e 240 mA, e as suas dimensões de 64,7x135 mm. Para melhor eficiência, o ideal é que a corrente na carga chegue até a 1A e a tensão de 3V, sendo assim, são utilizadas duas Minicélulas fotovoltaicas em paralelo. A ligação em paralelo permite que o circuito permaneça ofertando a mesma tensão, para uma possível troca ou manutenção de uma das células, e ainda, ao ser colocado nessa configuração, tem-se a soma das correntes (lei de Kirchhoff), porém a tensão permanece a mesma (5,5V). Na Figura 1 observam-se as minicélulas fotovoltaicas utilizadas no projeto.



Figura 1: Minicélulas fotovoltaicas.

Fonte: os autores.

2.2 Circuito eletrônico do carregador

Para a alimentação de uma carga, a tensão fornecida pela placa é suficiente com uma conexão direta, desde que as dimensões do módulo sejam correspondentes as da entrada do circuito de alimentação. Entretanto, devido a inconstância nos níveis de radiação solar ao longo do dia, este meio torna-se ineficiente. Para sanar este problema, baseado em estudos realizados em modelos já existentes de carregadores fotovoltaicos, é desenvolvido um circuito que regula a tensão de saída do carregador (BOYLESTEAD,2004; SEDRA, 2007).

O circuito eletrônico do protótipo é desenvolvido com o objetivo de alcançar o máximo valor de corrente para um carregamento eficiente (em torno de 1 A), mantendo o nível de tensão constante em torno de 5 V (SILVEIRA, 2015). Para isso, começa-se a pensar a respeito do uso de baterias, tendo em vista que, somente a tensão fornecida pela placa solar não seria constante para o projeto do protótipo, por haver dias nublados e pela utilização do carregador portátil no período noturno. Portanto, no circuito eletrônico projetado, são utilizadas duas baterias para serem ligadas em paralelo, com as seguintes especificações: Bateria 18650 Li-on recarregável 3.7V 3800mA*h.

Adicionalmente, é necessário o uso de um circuito integrado que faz a comutação entre as potências fornecidas pela bateria e pela placa solar. Assim, utiliza-se o TP4056, que possui uma tensão de operação adequada ao projeto do circuito (5V), e possui também uma capacidade de 1A de corrente (ideal para o projeto). O TP4056 também possui um sistema de proteção contra uma possível sobrecarga, LEDs que indicam quando há passagem de corrente, e dimensões favoráveis à proposta do projeto (26 x 17 x 5mm). O circuito integrado (TP4056) trabalha com duas saídas: a primeira é utilizada para carregar as baterias e a segunda para o restante do circuito.

Para que a tensão elétrica utilizada no circuito eletrônico do protótipo seja elevada, atendendo as exigências dos componentes eletrônicos utilizados no projeto, é necessário o step-up, isto é, um conversor boost DC *step up*, que é um regulador de tensão DC com capacidade de elevar tensões, ou seja, o módulo recebe uma tensão na entrada e faz com que na saída a tensão seja maior que a entrada. O conversor possui as seguintes especificações: Tensão de entrada 0.9V-4.5V; Tensão de saída 5V-600mA; com eficiência de 96%; Tamanho: 34mm x 5mm x 7mm.

Com o projeto desenvolvido quase que na sua totalidade, o seguinte questionamento foi levantado pelos desenvolvedores: como seria possível sinalizar para o usuário do carregador portátil, quando a bateria estava totalmente carregada, descarregando ou totalmente descarregada? Desse modo, a carga da bateria é indicada por 4 LEDs amarelos que serão visíveis para o usuário. Na tabela 1 observa-se a distribuição de tensão nos LEDs, sinalizando o percentual de carga da bateria.

Tabela 1: Distribuição de tensão nos LEDs

Porcentagem (%)	Tensão (V)
100	4 - 4.2
75	3.7 - 3.9
50	3.4 - 3.6
25	3 - 3.3
0	Menor que 3

Para o ajuste do percentual de carregamento da bateria, são combinados 4 trimpotes ajustáveis de 5K, cuja função é nivelar a saída de tensão. Para que os trimpotes sejam acionados, é necessário utilizar o componente eletrônico LM339 que possui 14 pinos. Quando a tensão inversora (4,6,8 e 10) é maior que a tensão não inversora (5,7,9 e 11), a saída irá para o ground, sendo assim, o LED conectado irá acender. Porém, se acontecer ao contrário, o LED apagará. Na Tabela 2 tem-se a configuração do componente eletrônico LM339, isto é, a conexão de cada LED.

Tabela 2: Configuração do componente LM339

LED	Porta inversora	Porta não inversora
1	6	7
2	4	5
3	8	9
4	10	11

Os pinos 1, 2,13 e 14 são as saídas dos amplificadores. O pino 3 é a tensão VCC e o pino 12 o ground. Além disso, usa-se um regulador de tensão na entrada do circuito, para garantir a segurança dos componentes, um capacitor de 100nF para filtrar a entrada VCC do circuito. Na Figura 2 observa-se o circuito eletrônico do indicador de baterias.

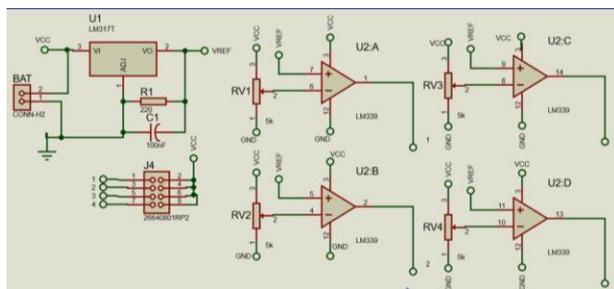


Figura 2: Circuito eletrônico do indicador de bateria.
Fonte: os autores.

2.3 Diagrama esquemático do protótipo SUNLOAD

O diagrama esquemático possui duas células fotovoltaicas ligadas em paralelo, trabalhando como fontes de tensão, sendo conectadas ao componente TP4056 responsável pela regulação dessa tensão. As duas saídas do TP4056 são distribuídas para o restante do circuito, a primeira saída é para o *step up*, que tem como função alimentar a carga que for conectada ao circuito, sendo a chave de liga e desliga é ligada em série, desabilitando o circuito quando não houver uma carga. A segunda é para as baterias, sendo carregadas quando não houver uma carga conectada. A vantagem é que

quando não há incidência de raios solares, o próprio TP4056 fará essa comutação de tensão para o *step up*. O indicador de bateria é conectado em paralelo com as baterias. Na Figura 3 observa-se o diagrama esquemático do protótipo SUNLOAD.

É importante ressaltar, observando o diagrama da Figura 3, que o projeto é simples de se reproduzir, sendo de baixo custo e com uma eficiência interessante, principalmente que se pensa em utilizar em uma instituição de educação, onde a demanda por carregamento de celulares é grande, onerando a conta de energia elétrica da instituição. Portanto, se houver um incentivo de se disponibilizar carregadores portáteis desse tipo aos frequentadores (alunos, funcionários, professores) dessas instituições, talvez pudesse se observar uma economia significativa na conta de energia elétrica

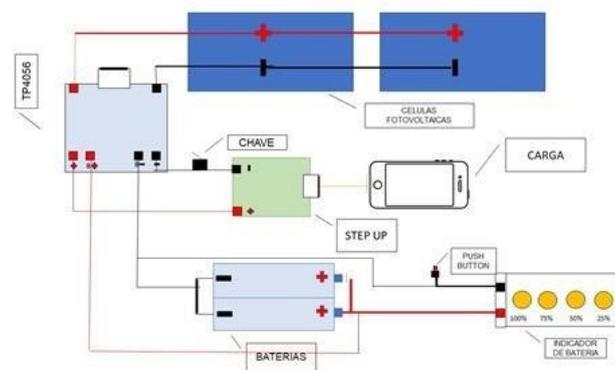


Figura 3: Diagrama esquemático do protótipo SUNLOAD.
Fonte: os autores.

3. RESULTADOS

Ao final de todo o desenvolvimento do projeto, circuito eletrônico, testes para a avaliação do carregamento, placa de circuito impresso e impressão da caixa na impressora 3D, tem-se a montagem de acordo com o esquemático da Figura 3, ou seja, todos os componentes e ligações necessárias para o funcionamento do carregador, conforme pode ser observado nas Figuras 4,5 e 6.



Figura 4: Protótipo do carregador SUNLOAD.
Fonte: os autores.



Figura 5: Protótipo do carregador SUNLOAD.
Fonte: os autores.



Figura 6: Protótipo do carregador SUNLOAD.
Fonte: os autores.

Com os testes realizados no protótipo acabado, é possível notar que somente com as baterias, já é possível realizar uma carga, porém, com o auxílio da energia solar, a corrente aumenta em 50%, sendo este o carregamento ideal para uma carga, além disso, podendo carregar as baterias quando as placas solares estiverem no sol e ao mesmo tempo carregar o celular.

Adicionalmente, o carregador portátil SUNLOAD pode carregar um smartphone comum, com um tempo de 1 minuto para carregar 1%. Em média, para uma carga completa, demoraria um pouco mais de 100 minutos, ou seja, 2h até a sua carga completa. As placas solares servem para somar com a carga, porém, seu principal objetivo é carregar as baterias. Em média, com uma boa incidência solar, para carregar 25% das baterias, e foi necessário 1h exposto ao sol.

Para obter um retorno a respeito da aceitação do protótipo SUNLOAD, foi proposto um questionário a respeito dele, visando avaliar a eficiência, compatibilidade com as marcas de aparelhos celulares e estética, a ideia de se utilizar energia solar, estética, tamanho, entre outros. No total foram 40 questionários aplicados a alunos de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal do Pará.

A primeira pergunta diz a respeito da opinião do entrevistado, tendo cinco opções de satisfação sendo elas: Ótimo (45%); Bom (47%); Médio (5%); Não respondeu (3%); Ruim (0%). Observa-se que uma minoria achou o protótipo mediano, tendo em média 92% de médio para ótimo e apenas 3% não quiseram responder a essa pergunta, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 7.

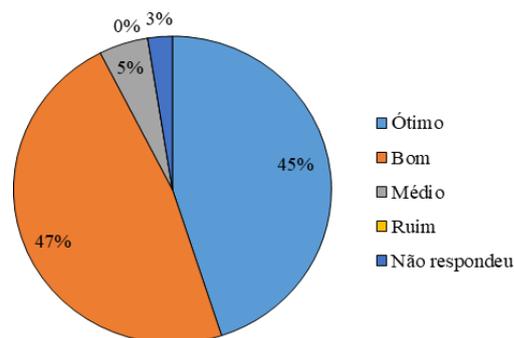


Figura 7: O que você achou do protótipo SUNLOAD?
Fonte: os autores.

A segunda pergunta do questionário, tem como objetivo o teste do carregador SUNLOAD e quais marcas de dispositivos ele seria capaz de carregar. As respostas são satisfatórias, apenas 4 pessoas não quiseram testar em seus celulares, porém, 90% das pessoas entrevistadas testaram, obtendo uma diversidade de 9 marcas diferentes, sendo comprovado que o carregador SUNLOAD é eficaz para carregamento do aparelho, conforme nota-se no gráfico da Figura 8.

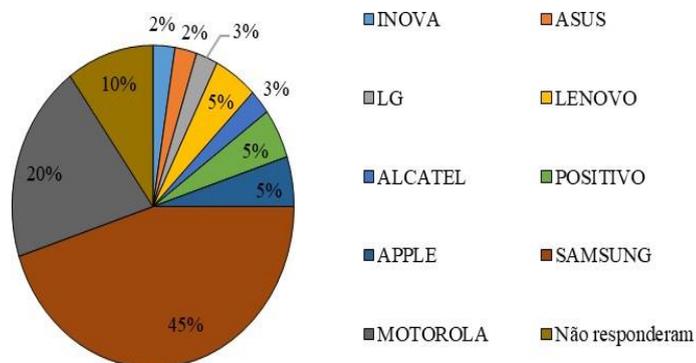


Figura 8: Você conseguiu carregar seu celular? Qual marca?
Fonte: os autores.

A terceira pergunta é direcionada se o entrevistado usaria o protótipo SUNLOAD e com qual frequência. Vinte e seis pessoas disseram que usariam diariamente, 13 pessoas marcaram que usariam, mas não sempre, apenas uma pessoa disse que não usaria e nenhuma pessoa disse que esse dispositivo não seria viável, sendo o produto viável para 97% das pessoas entrevistadas, conforme gráfico da Figura 9.

A pergunta seguinte é a respeito se o protótipo SUNLOAD seria viável para a região Norte do Brasil, desse modo, 39 pessoas concordaram que na nossa região era viável, ainda mais que na região norte, raramente passa-se um dia sem incidência de raios solares. Na Figura 10, tem-se o gráfico da pesquisa.

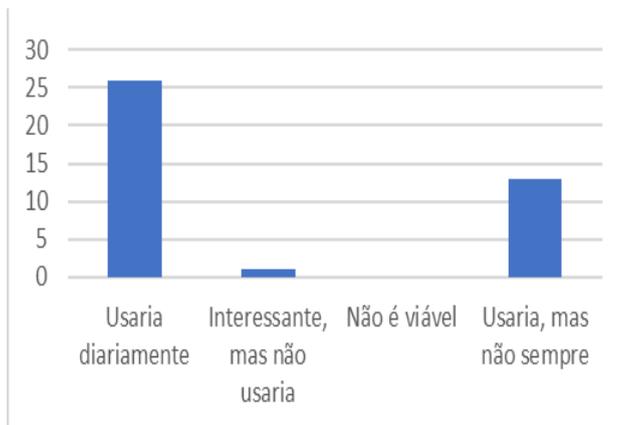


Figura 9: Como você classifica o protótipo SUNLOAD?

Fonte: os autores.

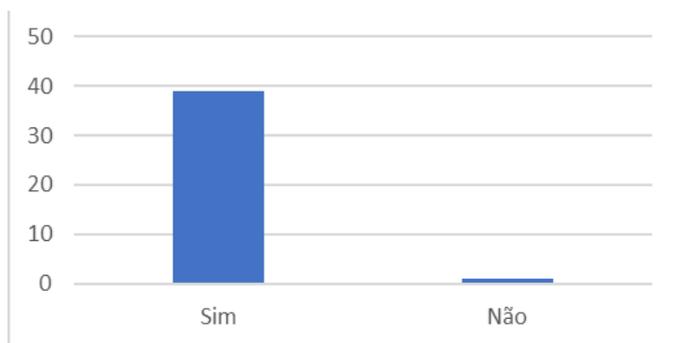


Figura 10: Você acha viável utilizar o protótipo SUNLOAD na região Norte do Brasil?

Fonte: os autores.

Por fim, a pergunta refere-se à frequência em que os entrevistados utilizam energia limpa. A maioria respondeu que raramente utiliza pouco menos de 10 pessoas afirmaram utilizar todos os dias e 14 pessoas afirmam nunca ter usado antes de testarem o protótipo SUNLOAD. Na Figura 11 observa-se o gráfico da pesquisa.



Figura 11: Com que frequência você utiliza energia limpa?

Fonte: os autores.

4. CONCLUSÕES

Nota-se que o resultado do protótipo de um carregador alimentado por placa solar, SUNLOAD, foi satisfatório. Além disso, foi possível utilizar uma fonte de energia

alternativa, que fez com que o carregador portátil não dependesse somente da energia elétrica para funcionar, tornando seu uso ainda mais flexível e seguro para o usuário, com a opção de utilizar durante o período noturno, com as baterias carregadas, e caso as baterias não estejam carregadas ainda tendo a possibilidade de carregar utilizando energia da rede elétrica.

Como proposta para futuros trabalhos, os autores pretendem em parceria com a direção do Campus, desenvolver totens para distribuir ao longo do Campus, em locais que possam capturar o máximo de incidência solar, para que funcionários, professores e alunos possam utilizar, com o objetivo de incentivar o uso de energia renovável e ao mesmo tempo diminuir o consumo de energia elétrica do Campus.

5. REFERÊNCIAS

BOYLESTEAD, R. Dispositivos e Teoria de Circuitos. Ed. Prentice Hall Brasil; 2004.

BRITO, S. D. (2006). Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica. Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=291. Acessado em 29 do 06 de 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2018). *PNAD Contínua TIC 2017: Internet chega a três em cada quatro domicílios do país*. disponível em [agenciadenoticias: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23445-pnad-continua-tic-2017-internet-chega-a-tres-em-cada-quatro-domicilios-do-pais>](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23445-pnad-continua-tic-2017-internet-chega-a-tres-em-cada-quatro-domicilios-do-pais). Acessado em 26 de 04 de 2019.

NASCIMENTO, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas, 2019.

RIVELLO, C. Potencial solar no Brasil, 2017.

SANTANA, A. E. & CAVALCANTE, T. Energias Renováveis, 2017. Acesso em 25/04/2019, disponível em www.ebc.com.br/especiais/energias-renovaveis

SEDRA, A. S. & SMITH, K. C. Microeletrônica. Ed. Pearson Prentice Hall; 2007.

SILVEIRA, F. A. & PELEGRINI, A. V. O design emocional aplicado no desenvolvimento de um carregador de energia solar portátil. Editora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.