

SOLAR BACKPACK: UM GERADOR MÓVEL DE ENERGIA SUSTENTÁVEL DE BAIXO CUSTO

Solar backpack a low cost mobile sustainable energy generation

Mateus Dias Silva
Janio Lobo Minchio
Orientador: Eduardo Gomes de Oliveira

RESUMO

Este artigo tem como objetivo, propor um produto inovador denominado como Solar backpack, baixa despesa com matéria prima, sustentável e econômico, integrado ao sistema portátil, utilizando de energia solar de alta taxa de conversão resultando em energia limpa.

Uma das melhores formas de produzir energia sem prejudicar o meio ambiente, nosso foco é recarregar celulares e ou baterias utilizando placas fotovoltaicas anexadas em bolsas, O aproveitamento da energia solar aplicado a sistemas que requerem temperaturas mais elevadas ocorre por meio de concentradores solares, cuja finalidade é captar a energia solar consequentemente gerando energia elétrica.

Nosso público alvo são aqueles viajantes que muito das vezes se localizam em locais onde a energia solar não está presente, lugares remotos, também serviria para Leitores de medidores de Energia/Água.

A tecnologia é conhecida como placas fotovoltaicas policristalino articulado que produz energia em corrente contínua, após ter acesso aos focos luminosos da radiação solar, que converte a energia luminosa em energia elétrica de baixo custo. O protótipo tem como base para recarregar celulares de forma limpa, podendo ser trocado pelos carregadores residencial, sendo assim, gerando mais economia em longo prazo. Esse Protótipo tem baixo custo de manutenção e não emitem poluentes na atmosfera.

Palavras-chaves: Baixo Custo. Fotovoltaica. Tecnologia.

ABSTRACT

This article aims to propose an innovative product called Solar backpack, low cost with raw material, sustainable and economical, integrated into the portable system, using high conversion rate solar energy resulting in clean energy.

One of the best ways to produce energy without harming the environment, our focus is to recharge cell phones and or batteries using photovoltaic plates attached to bags, The use of solar energy applied to systems that require higher temperatures occurs through solar concentrators, whose purpose is to capture solar energy consequently generating electrical energy.

our target audience are those travelers who are often located in places where solar energy is not present, remote places, would also be useful for Energy / Water Meter Readers.

The technology is known as articulated polycrystalline photovoltaic plates that produce energy in direct current, after having access to the light sources of solar radiation, which converts light energy into low-cost electrical energy. The prototype is based on clean cell phone recharging and can be exchanged for residential chargers, thus generating more savings in the long run. This prototype has low maintenance costs and does not emit pollutants into the atmosphere.

Key words: low cost. Photovoltaic. Technology.

INTRODUÇÃO

Ao observarmos o que consumimos de energia no nosso dia-a-dia, seja está com eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos, entre outros, pensamos. Onde posso economizar tanto consumo assim? E com este pensamento mesmo que em menor escala, no fim das contas redução de custos e sustentabilidade está sobre os nossos ombros, literalmente. Esse projeto propõe o desenvolvimento de um sistema portátil integrado utilizando energia solar de alta taxa de conversão, saída de alta eficiência com excelente efeito de luz adequado para carregar celulares e baterias. Uma das melhores formas de se produzir energia sem prejudicar o meio ambiente, pois não é necessário inundar vales, florestas e cidades para se produzir energia. O painel solar produz energia elétrica em corrente contínua quando a luz do sol o atinge. E por ser produzido com materiais acessíveis, o seu custo é consideravelmente baixo.

O aproveitamento da energia solar aplicado a sistemas que requerem temperaturas mais elevadas ocorre por meio de concentradores solares, cuja finalidade é captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, de modo que a temperatura desta última aumente substancialmente. A superfície refletora (espelho) dos concentradores tem forma parabólica ou esférica, de modo que os raios solares que nela incidem sejam refletidos para uma superfície bem menor, denominada foco, onde se localiza o material a ser aquecido.

Os sistemas parabólicos de alta concentração atingem temperaturas bastante elevadas e índices de eficiência que variam de acordo com o aproveitamento da energia solar incidente, podendo ser utilizada para a geração de vapor e, conseqüentemente, de energia elétrica. Contudo, a necessidade de focalizar a luz solar sobre uma pequena área exige algum dispositivo de orientação, acarretando custos adicionais ao sistema, os quais tendem a ser minimizados em sistemas de grande porte.

A tecnologia é conhecida como células fotovoltaicas flexíveis que converte a energia luminosa em energia elétrica, eliminando a necessidade de

geradores. Para aqueles que muitas vezes viajam ou frequentam lugares onde a energia elétrica não está presente, então unimos dois materiais presente em nosso cotidiano que são mochilas e energia, as mochilas que funcionam como base para os carregadores de energias renováveis, por outro lado as placas fotovoltaicas.

O objetivo geral do projeto é oferecer uma proposta inovadora ao desenvolvimento tecnológico humano e a criação do Gerador de Energia Solar, dando ênfase a uma nova perspectiva de utilização de placas fotovoltaicas em escala menor oferecendo assim um baixo custo de produção do mesmo.

E como objetivo específico, buscamos proporcionar a geração de energia sustentável de baixo custo, desenvolver um sistema portátil integrado utilizando energia solar de alta taxa de conversão e captação maximizada de energia solar por painéis fotovoltaicos policristalino articulado proporcionando uma maior eficiência energética.

REFERENCIAL TEÓRICO

Energia solar

A radiação solar é a principal entrada energética dos sistemas do planeta Terra; e sua fonte, o sol, é praticamente inesgotável. Acredita-se que no futuro esse tipo de energia deva desempenhar um importante papel, principalmente em países em desenvolvimento, mas, no momento atual, existem grandes diferenças quanto ao desenvolvimento e à aplicação da tecnologia solar em cada país.

Nesse sentido, afirma José Baltazar Salgueirinho Osório (2011) que:

Em diversos países a utilização da energia solar teve início com a aplicação termal, ou seja, os sistemas de aquecimento de água foram as primeiras tecnologias solares utilizadas. Com o passar do tempo, novas aplicações da radiação solar passaram a ser desenvolvidas; surgiram as tecnologias fototermal e fotovoltaica, que permitiram a transformação da energia solar em eletricidade. Essa tecnologia ampliou as

aplicações da fonte solar. Atualmente, novas aplicações vêm sendo desenvolvidas. As variações se referem, em primeiro lugar, às diferentes quantidades de radiação solar recebidas pelos países do mundo anualmente. Essa distribuição variada demanda diferentes tecnologias que possibilitam maior efetividade na captação de radiação solar (JELARE- Energias Renováveis 2020).

Energia Fotovoltaica

O conhecimento do efeito fotovoltaico remonta ao século XIX, quando em 1839 Edmond Becquerel demonstrou a possibilidade de conversão da radiação luminosa em energia elétrica mediante a incidência de luz em um eletrodo mergulhado em uma solução de eletrólito. Esse mesmo efeito é observado num sólido, o selênio, em 1877 por Adams e Day na Inglaterra. Em 1883 aparece a primeira célula solar produzida com selênio, com eficiência de conversão de aproximadamente 1%.

Já neste século, na década de 30, os trabalhos de diversos pioneiros da física do estado sólido, como Lange, Grondahl e Schottkl, apresentaram importantes contribuições para se obter uma clara compreensão do efeito fotovoltaico em junção do estado sólido. Em 1941, Ohl obtém a primeira fotocélula de silício monocristalino. No ano de 1949, Billing e Plessnar medem a eficiência de fotocélulas de silício cristalino, ao mesmo tempo em que a teoria da junção P-N de Shockely é divulgada. É, porém, apenas em 1954 que surge a fotocélula de silício com as características semelhantes às encontradas hoje com eficiência de 6%.

O ano de 1958 marca o início, com grande sucesso, da utilização de fotocélulas nos programas espaciais, sendo este o principal uso das células solares até o final da década de 70.

Grande impulso foi dado à utilização terrestre da geração fotovoltaica a partir da crise mundial de energia em 1973/1974. A partir do fim da década de 70, o uso terrestre supera o uso espacial, sendo que esta diferença tem aumentado grandemente.

Este uso crescente vem sendo acompanhado por inovações que permitem o aumento da eficiência de conversão de energia das fotocélulas, bem como uma significativa redução de seus custos.

No que tange aos problemas da eficiência de conversão e custo de material afirmado pela Prof(a). Eliane Aparecida Faria (2019) que:

É ainda o grande conhecimento adquirido pela teoria física das células têm impulsionado a pesquisa de células solares produzidas com materiais diferentes do silício monocristalino. Atualmente são estudados e mesmo utilizados o silício policristalino e amorfo, o arseneto de gálio e o sulfeto de cádmio, dentre outros. No entanto, o conhecimento da tecnologia que emprega o silício, em particular o monocristal e a abundância da matéria prima que lhe dá origem, tem sido as razões mais importantes que tornaram o silício o material predominante no processo de desenvolvimento tecnológico (GEPEIA poli USP 2019).

Tecnologias de placas fotovoltaicas

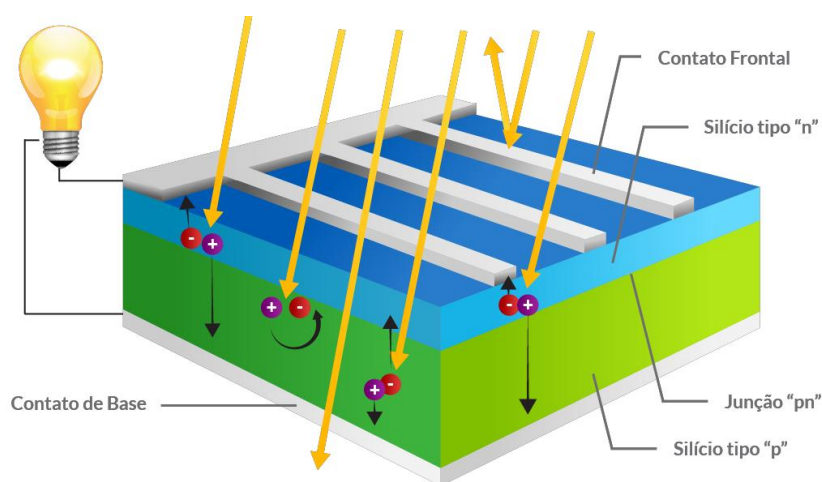
O aproveitamento da energia solar aplicado a sistemas que requerem temperaturas mais elevadas ocorre por meio de concentradores solares, cuja finalidade é captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, de modo que a temperatura desta última aumente substancialmente.

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade através do efeito fotovoltaico. Existem na natureza materiais classificados como semicondutores, que se caracterizam por possuírem uma banda de valência totalmente preenchida por elétrons e uma banda de condução totalmente vazia à temperaturas muito baixas.

A Figura 1 ilustra a formação de uma célula fotovoltaica. A separação entre as duas bandas de energia permitida nos semicondutores (gap de energia) é da ordem de 1 eV, o que os diferencia dos isolantes onde o gap é de vários eVs. Isto faz com que os semicondutores apresentem várias

características interessantes. Uma delas é o aumento de sua condutividade com a temperatura, devido à excitação térmica de portadores da banda de valência para a banda de condução. Uma propriedade fundamental para as células fotovoltaicas é a possibilidade de fótons, na faixa do visível, com energia superior ao gap do material, excitarem elétrons à banda de condução. Este efeito, que pode ser observado em semicondutores puros, também chamados de intrínsecos, não garante por si só o funcionamento de células fotovoltaicas. Para obtê-las é necessária uma estrutura apropriada para que os elétrons excitados possam ser coletados, gerando uma corrente útil.

Figura 1 - Composição de uma célula fotovoltaica



Fonte: PEA – 2420 Produção de energia.

O semicondutor mais utilizado é o silício. Seus átomos se caracterizam por possuírem quatro elétrons de ligação que se ligam aos vizinhos, formando uma rede cristalina. Ao adicionarem-se átomos com cinco elétrons de ligação, como o fósforo, por exemplo, haverá um elétron em excesso que não poderá ser emparelhado e que ficará sobrando, fracamente ligado a seu átomo de origem. Isto faz com que, com pouca energia térmica, este elétron se livre, indo para a banda de condução.

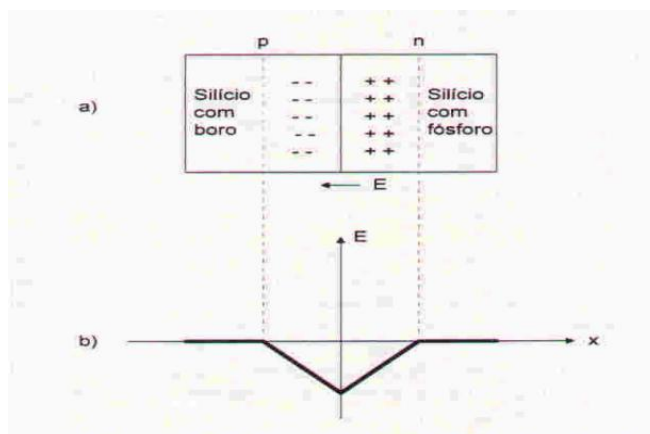
Diz-se assim, que o fósforo é um dopante doador de elétrons e denomina-se dopante n ou impureza n. Se, por outro lado, introduzem-se

átomos com apenas três elétrons de ligação, como é o caso do boro, haverá uma falta de um elétron para satisfazer as ligações com os átomos de silício da rede. Esta falta de elétron é denominada lacuna ou buraco e ocorre que, com pouca energia térmica, um elétron de um sítio vizinho pode passar a esta posição, fazendo com que o buraco se desloque. Portanto, que o boro é um aceitador de elétrons ou um dopante p.

À temperatura ambiente, existe energia térmica suficiente para que praticamente todos os elétrons em excesso dos átomos de fósforo estejam livres, bem como que os buracos criados pelos átomos de boro possam se deslocar. Se, partindo de um silício puro, forem introduzidos átomos de boro em uma metade e átomos de fósforo na outra, será formado o que se chama de junção pn.

O que ocorre nesta junção é que os elétrons livres do lado n passam ao lado p onde encontramos buracos que os capturam; isto faz com que haja um acúmulo de elétrons no lado p, tornando-o negativamente carregado e uma redução de elétrons do lado n, que o torna eletricamente positivo. Estas cargas aprisionadas dão origem a um campo elétrico permanente que dificulta a passagem de mais elétrons do lado n para o lado p; este processo alcança um equilíbrio quando o campo elétrico forma uma barreira capaz de barrar os elétrons livres remanescentes no lado n. A Figura 2 mostra a variação do campo elétrico na direção perpendicular à junção pn.

Figura 2 – (a) junção pn ilustrando região onde ocorre o acúmulo de cargas. b) campo elétrico resultante da transferência de cargas através da junção pn.



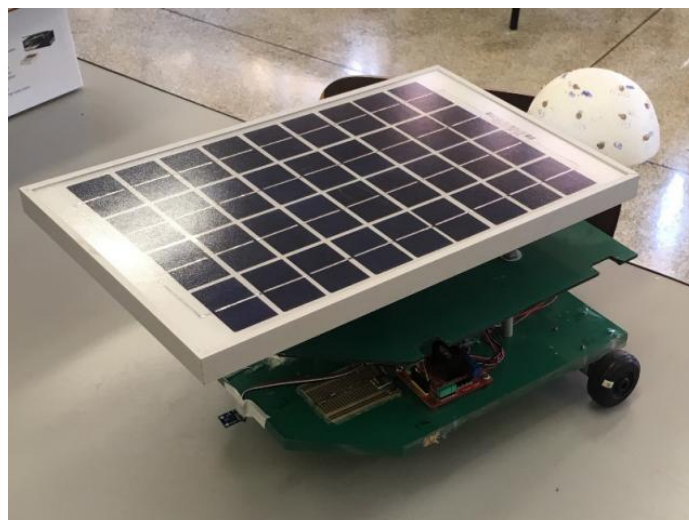
Fonte: PEA – 2420 Produção de energia.

Se uma junção pn, como a da figura acima, for exposta a fótons com energia maior que o gap, ocorrerá a geração de pares elétron-lacuna; se isto acontecer na região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas serão aceleradas, gerando assim, uma corrente através da junção; este deslocamento de cargas dá origem a uma diferença de potencial ao qual chamamos de Efeito Fotovoltaico. (GEPEIA poli USP 2020).

Estado da arte de geradores de energia solar móveis de pequeno porte

Trabalho proposto por Guilherme Toginho da Universidade Estadual de Londrina que tange a implementação de um sistema de orientação microcontrolado de painel fotovoltaico em um robô móvel, através do uso de sensores LDR e módulo GPS, com a finalidade de otimizar a captação de energia solar de sistemas fotovoltaicos, como por exemplo, usinas solares (Centro de Tecnologia e Urbanismo UEL 2019).

Figura 3: Foto do robô móvel.



Fonte: UEL – Protótipo móvel para otimização da captação de energia solar em painéis fotovoltaicos

Circuitos de controle de energia elétrica de corrente contínua

A Solar Backpack possui um suporte externo para que as placas fotovoltaicas tenham uma estabilidade articulada. Para melhorar suas credenciais ecológicas, a mesma inclui um painel de 1.5W solar com regulador de tensão step up acoplado a Power Bank, com tamanho 115x85mm, o material composto por policristalino também chamado polisilício, é um material que consiste em pequenos cristais de silício.

O circuito dispõe de uma bateria de 4000mAh conectada a um painel solar de 1.5W ligados em paralelo para aumentar ainda mais sua eficiência, esta mochila sustentável é capaz de carregar com luz natural e vem com adaptadores diferentes para suas necessidades, máquinas de cartão entre outros dispositivos. O modelo pesa apenas 980g e inclui um painel solar de 1.5W. A bolsa pode carregar quase todos os dispositivos que precisam de cerca de 5V, incluindo celulares, MP3 players e câmeras.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foi observada uma alta eficiência energética, pois com a obtenção de alguns testes observou-se que no prazo de aproximadamente 10 a 12 horas de carregamento utilizando energia solar tem-se a obtenção de 4000 mAh armazenados em uma bateria conectada as placas, podendo dobrar essa energia caso esteja conectado a outro carregador portátil. Em média os smartphones utilizam de 3000 a 4000 mAh, ou seja, uma carga completa. Caso as placas estejam voltadas para o sol, a carga continua captada diretamente do sol, fazendo a conversão de energias. Em casos de tempo fechado, o projeto conta com duas entradas USB, que são cabos de carregamento integrado, podendo utilizar de rede elétrica para carregar o mesmo, a fim de obter o carregamento completo em energia continua elétrica conectada entre 5 e 6 horas. Com todos os materiais utilizados, contabilizou-se aproximadamente o valor de R\$ 209,00 (duzentos reais) somando a taxa da indústria de produção.

Base de suporte da mochila

Nessa etapa foram estabelecidos os materiais que se enquadravam nos parâmetros de viabilidade econômica do projeto, como o suporte da mochila de matiere poliéster, com preenchimento interno de papel triplex com forro de walentex-cirrê para que o aspecto da mochila fosse apresentável. Para alcançar o objetivo de manter firmes todos os equipamentos localizados na parte externa da bolsa, criou-se uma base rígida diferente das mochilas convencionais, conservando, contudo, um design moderno e natural do objeto. Quanto aos valores desta etapa do projeto e compra dos equipamentos, contabilizou-se cerca de R\$ 47,00 (quarenta e sete reais).

Entre os projetos que seguem a mesma linha de produto estão os Kingsons, uma empresa norte-americana fabricante de componentes voltados à tecnologia, e um dos seus produtos é a Jet Black.

Figura 4 - Mochila Com Carregador Solar Embutido 15,6



Fonte: Gearbest backpacks.

Placa fotovoltaica articulada

Após a montagem da estrutura de base e suporte, foi estabelecida a potência individual das placas fotovoltaicas em relação à conjuntura de ligação em paralelo, o tipo de material empregado nos painéis, a energia gerada, a potência total do sistema e verificado se o material de base de sustentação da placa interferiu na captação de energia solar. A placa tem a disponibilidade de um sistema articulado que acompanha a luz solar por sensor de luminosidade, que é acoplado a mesma para que capte a radiação solar de forma maximizada, e não apenas com a inclinação padrão de 20° com plano horizontal, orientada para o norte conforme destacado por Roberto Zilles em projetos de grande porte (ZILLES *et al.*, 2012).

A placa solar utilizada é composto por um painel de 1.5W solar e 12 v, com tamanho 115x85mm, e em sua conjuntura de materiais está o policristalino, também chamado polisilício, que é um material composto de pequenos cristais de silício. A Figura 5 mostra a estrutura de base e suporte com placa instalada.

Figura 5 - Base e suporte com placa instalada



Fonte: Do autor.

Quanto aos valores desta etapa do projeto e compra dos equipamentos, contabilizou-se cerca de R\$ 65,80 (sessenta e cinco reais e oitenta centavos) considerando a utilização de duas placas.

Carregador embutido

O carregador sem fio ou por fio magnético é capaz de carregar uma bateria de 4.000 mAh por completo em apenas 69 minutos, ou até a metade em 25 minutos. Essa potência de carga o torna mais rápido que o atual carregador rápido de 27 W, com fio, que a empresa já comercializa. Por estar ligada diretamente à placa, a eficiência de conversão é estável, por ser uma energia contínua. Optou-se pela utilização do cabo micro USB magnético nylon trançado fast charger 5V/2 a luz de Led, com conexão rápida, com 1 metro de comprimento. A Figura 6 mostra a conjuntura do cabo magnético.

Figura 6 - Cabo USB Carregador Magnético Nylon Imã Rápido



Fonte: Shoptime.

Quanto aos valores desta etapa do projeto e compra dos equipamentos, contabilizou-se cerca de R\$ 26,00 (vinte e seis reais).

Power Bank

Nessa etapa foi utilizada uma bateria reseva acoplada à placa fotovoltaica, o que possibilita, de forma simultânea, o armazenamento da energia da mesma, e o carregamento dos dispositivos MP3 players e afins. A Power Bank funciona basicamente como uma carga extra que utiliza energia renovável de forma sustentável. Conectada ao controlador a Power bank disponibiliza de um circuito step up de impulso 5x 18650 li-ion caso escudo kit diy. A Figura 7 mostra a conjuntura do step up, parte interna conectada a Power Bank, circuito da placa em carregamento.

Figura 7 - Regulador Tensão 5v 1a Step Up Painel Solar Dc Dc



Fonte: Site de compra e venda de produtos (Mercado livre).

No que tange aos valores desta etapa do projeto e compra dos equipamentos em conjunto, contabilizou-se cerca de R\$ 62,00 (sessenta e dois reais).

Análise

Alguns métodos são aplicados para descobrir a eficiência da placa fotovoltaica. Um dos métodos é direcionado a unidade de controle e condicionamento de energia, função esta que se direciona ao step up, um dos componentes do sistema interno da Power Bank. Outro método adotado está interligado ao sistema de condicionamento de potência, observando a coleta de energia gerada pelo arranjo dos módulos da placa solar que estão interligados fisicamente, fazendo esse controle de carga da bateria em acionamento e desligamento, obtendo o ponto de operação do arranjo fotovoltaico, testes de eficiência em corrente contínua e corrente alternada. Observa-se que essa entrada e saída de energia podem ser expressas de três formas: (Ah), (Wh), e pela eficiência de tensão, que é a relação entre a tensão média durante a descarga de uma célula ou da própria bateria, tendo como base a tensão média necessária para restaurar o estado de carga inicial.

Este é o primeiro método de testes do circuito eletrônico para controlar a tensão:

Ah - Amper hora. É a quantidade dos mesmos retirados de uma célula durante a descarga e a quantidade necessária para restaurar o estado de carga inicial.

Wh – Watt-hora. É o comparativo entre a energia retirada da bateria no processo de descarga da energia e o tempo que será necessário para restaurar a bateria por completo.

Taxa de carga e descarga

A taxa de carga é o valor da corrente aplicado a uma célula ou bateria durante o processo de carga. Esta taxa é normalmente normalizada em relação à capacidade nominal da bateria. Por exemplo, uma taxa de carga de 10 horas para uma bateria de 4.000 Ah de capacidade nominal é expressa da seguinte forma:

$$\frac{\text{Capacidade Nomina}}{\text{Intervalo de carga}} = \frac{4.000 \text{ Ah}}{10 \text{ horas}} = 400 \text{ Amps} = \text{taxa C/10}$$

A taxa de descarga é definida como o valor da corrente durante o processo de descarga de uma bateria. Esta taxa pode ser expressa em ampères, mas é mais comumente encontrada normalizada pela capacidade nominal da bateria, com o objetivo de avaliar a eficiência energética da mesma.

Estado da carga e profundidade de descarga

O estado da carga representa a capacidade disponível em uma bateria expressa como porcentagem da capacidade nominal, conforme preleciona Prof. Dr. Miguel Cooper e outros (GEPEIA poli USP 2020). Por exemplo, se 25 Ah foram retirados de uma bateria de capacidade nominal de 100 Ah, o novo estado da carga é de 75%. A profundidade de descarga é o valor complementar do estado da carga. Indica, em termos percentuais, quanto da

capacidade nominal da bateria foi retirado a partir do estado de plena carga. Por exemplo, a remoção de 25 Ah de uma bateria de capacidade nominal de 100 Ah resulta em uma profundidade de descarga de 25%.

Vida útil

Pode ser expressa em duas formas: número de ciclos ou período de tempo, dependendo do tipo de serviço para o qual a bateria foi especificada. Para o primeiro

caso, a vida útil é o número de ciclos, com uma determinada profundidade de descarga, a que uma bateria pode ser submetida antes de apresentar falhas em satisfazer às especificações.

- Principais figuras de avaliação de baterias recarregáveis:

- Densidade de energia (volumétrico ou peso),
- Eficiência, Capacidade
- Vida Cíclica,
- Taxa de auto descarga.
- Reciclabilidade dos Materiais
- Custo.

- Fatores mais importantes que afetam o desempenho, a capacidade e a vida útil de qualquer bateria recarregável:

- Profundidade de descarga (por ciclo).
- Temperatura
- Vida cíclica
- Controle de carga/descarga
- Manutenção periódica.

Rentabilidade

A Tabela abaixo tem como objetivo, fazer um comparativo de produtos parecidos ou com mesma finalidade, assimilando, produto, valor e potência.

Comparativo de produtos parecidos ou com mesma finalidade, assimilando, produto, valor e potência.

Comparativo de produtos parecidos ou com mesma finalidade, assimilando, produto, valor e potência.					
Marca	Modelo	Valor	Potência	Power bank	mAh
Solar Backpack	MJ1	209,00 + frete	1.5W 5.0V	com power bank	4000 mAh
Kingsons	KS3140W	470,00 + frete	não informado	sem power bank	...
JUSTEK	...	219,00 + frete	não informado	sem power bank	...
Unbrand	...	1911,86 + frete	8W 5V1.2A	sem power bank	...
Mochila Solar	...	449.00 + frete	6.5w	com power bank	10.000 mAh
mochila carregador solar	...	876,96 + frete	6.5W, 6v	sem power bank	...
Mochila Solar com PowerBank	...	599,99 + frete	6,5 w	com power bank	10.000 mAh
Hanergy	Solartank.	730,39 + frete	5.0V 2A	com power bank	5000 mAh
Mochila masculina lacoste	Infini-T	1.190,00 frete gratis	não informado	sem power bank	...

Fonte: Solar backpack pinterest.

Com base nos resultados obtidos, chegamos à conclusão que garantido um bom desempenho de mercado, custo benefício e viabilidade econômica a Solar Backpack apresenta bons resultados.

REFERÊNCIAS

M. M. Casaro; D. C. Martins, “SIMULAÇÃO DE ARRANJOS INTEGRADOS À ELETRÔNICA DE POTÊNCIA”, UFSC, pp. [37] IEA – PVPS. Disponível em: <http://www.dee.ufrj.br/FAE/download/rvol13no3p2.pdf>;

RUTHER R, “The first grid-connected, building integrated, thin film photovoltaic installation in Brasil”, 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 1997, Book of abstracts.

NBR 5410:1997 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas

MESSENGER,R.; VENTRE,J. Photovoltaic Systems Engineering. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C,2000, 385p.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. Energia solar: Para produção de eletricidade. SAO PAULO: Artliber. 2012. 229 p. Vol. Único

SILVA, Ennio Peres. Fontes renováveis de energia: produção de energia para um desenvolvimento sustentável. SAO PAULO: Livraria da Física. 2014. 355 p. Vol. Único.

APARECIDA, Eliane Faria. Energia solar fotovoltaica: Fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica: SAO PAULO: GEPEA. 2019 29 p. Vol. Único