

CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO

THAIS MACHADO VIEIRA¹
GABRIELE WOLF²

RESUMO: Muitos fatores, principalmente relacionados ao meio ambiente, como os impactos dos meios convencionais de geração de energia e o rápido esgotamento dos recursos não renováveis, impulsionaram a busca por meios alternativos de geração de energia, a partir de fontes renováveis. A energia solar se destaca nesse cenário por utilizar-se de uma fonte natural, abundante e gratuita, reduzindo assim os custos com extração e transporte. Desenvolveu-se então a placa solar fotovoltaica, que por meio de células que funcionam como um condutor de energia solar e possibilitam levar energia elétrica para lugares de difícil acesso. Este trabalho tem por objetivo mostrar a eficiência de uma placa solar fotovoltaica, desenvolvendo um protótipo de um sistema de energia solar fotovoltaica, gerando energia limpa e renovável, para aplicação em carregamento de baterias de equipamentos de construção civil comumente utilizados em campo. O protótipo na escala construída não se mostrou eficiente para a conversão de energia solar e carregamento da bateria.

Palavras-chave: Baterias, Construção civil; Energia renovável; Inversor.

RENEWABLE ENERGIES: PHOTOVOLTAIC SUNLIGHT

ABSTRACT: Many factors, mainly related to the environment, such as the impacts of conventional means of generating energy and the rapid depletion of non-renewable resources, boosted the search for alternative means of generating energy from renewable sources. Solar energy stands out in this scenario because it uses a natural, abundant and free source, thus reducing extraction and transportation costs. The photovoltaic solar plate was then developed, using cells that act as a conductor of solar energy and make it possible to take electrical energy to places that are difficult to access. This work aims to show the efficiency of a photovoltaic solar plate, developing a prototype of a photovoltaic solar energy system, generating clean and renewable energy, for application in battery charging of civil construction equipment commonly used in the field. The prototype on the built scale was not efficient for converting solar energy and charging the battery.

Keywords: Batteries, Civil construction; Renewable energy; Inverter.

¹Acadêmica de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R Carine,11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: thais_machadov@outlook.com;

²Professora Mestre em Ciências Ambientais, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R Carine,11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: wolf_gabriele@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, com o crescimento da população, os impactos ambientais tendem a aumentar. Isso faz com que se criem novas estratégias para um novo meio de desenvolvimento, o sustentável. Além de fazer com que as políticas públicas repensem as formas de consumir e produzir (AGENDA 2030, 2015).

Em todo o mundo, tem-se buscado por fontes mais eficientes e que não prejudiquem tanto o meio ambiente, com um custo mais reduzido. Como por exemplo, as fontes renováveis não convencionais (solar, geotérmica, marés, entre outras) e as convencionais (usinas hidrelétricas) de energia (BLUESOL ENERGIA SOLAR; 2005).

O termo “renovável” vem sendo discutido com mais frequência nos últimos anos, não somente no Brasil como em todos os países. E essa discussão contribui para a preservação do planeta e do meio ambiente, fazendo com que se tenha mais cuidado com a natureza.

Em 2015, autoridades de 193 estados, membros da ONU, se encontram em uma reunião para discutir um dos assuntos que é considerado o maior desafio global e até essencial para o desenvolvimento sustentável, sendo ele a pobreza (CARVALHO, 2019). Foram criados diversos documentos, entre eles o documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, em que todos os países envolvidos adotariam medidas para incentivar o desenvolvimento sustentável nos próximos 15 anos (UNIC RIO, 2015).

Atualmente, o setor de energia elétrica no Brasil é abastecido por hidrelétricas e termelétricas, que também são consideradas fontes renováveis, uma é proveniente das águas fluviais e a outra por energia liberada de qualquer produto que possa gerar calor, como por exemplo, restos de madeiras (PENA 2020). Em contrapartida, essas fontes ainda geram um considerável estrago na natureza.

Com o crescimento populacional e desenvolvimento do setor econômico, o consumo de energia elétrica tende a aumentar nos próximos anos (EPE, 2015), por conta disto esses recursos serão incapazes de suprir toda a demanda. Considerando isso, se desperta a necessidade de implantação de novas fontes, preferivelmente as renováveis.

Como exemplo temos as fontes de energia, que são consideradas renováveis, sendo descendentes de recursos naturais, e ao longo do tempo, se regeneram (STOODI, 2020). Além disso, quando utilizadas de formas racionais, podem ser consideradas inesgotáveis (PORTAL SOLAR, 2015).

Classificam-se as fontes de energia como: fósseis, (carvão, gás natural e petróleo), nucleares e solares (STOODI, 2020), sendo que a energia solar abrange os raios solares e a energia que vem deles, como exemplo são as ondas, ventos, hidráulica e os materiais de origem vegetal (SHAYANI; OLIVEIRA, 2006).

A energia solar conta com um grande benefício em relação às fósseis, pois diferentes delas, a solar não precisa ser extraída do local de origem, refinada e nem transportada, o que ajuda na redução de custos com a transmissão (ORTEGA, 2018). Utiliza-se apenas células solares, um inversor e frequência. Assim, torna o processo menos complexo, e sem emissão de gases poluentes (SHAYANI; OLIVEIRA, 2006).

¹Acadêmica de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R Carine,11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: thais_machadov@outlook.com;

²Professora Mestre em Ciências Ambientais, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R Carine,11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: wolf_gabriele@yahoo.com.br.

Por se tratar de uma energia renovável mais abundante, a energia solar fotovoltaica continua sendo a forma mais adequada para a criação de uma nova e renovada matriz energética mundial, e consta com uma ampla aplicação em diversos países (VERMA; MIDTGARD; SATRE, 2011). Esta fonte de energia tem grande chance de ser a mais importante até o ano de 2040 (BRITO et al, 2011).

O Brasil já foi considerado um dos países mais eficientes do mundo em relação ao sistema de energia elétrica, contendo grandes reservatórios hidrelétricos que garantiam o baixo custo da eletricidade, porém atualmente o cenário está diferente. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Quando a população mundial atingia a margem de 6,27 bilhões de habitantes, em 2013, o consumo total médio de energia era de 1,69 toneladas, equivalentes de petróleo (tep) per capita, desta maneira o consumo diário médio de energia é de 46.300 kcal por pessoa (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Nos países desenvolvidos, o consumo por habitante fica quase cinco vezes maior do que nos países em desenvolvimento: 4,7 contra 0,95 (tep) per capita. Em todo o mundo desenvolvido cerca de 83% da sua energia são por fontes fósseis, 11% de eletricidade de origem nuclear, e apenas 6% da energia são por meio de fontes renováveis. Porém, nos países em desenvolvimento, utiliza-se 22% de fontes de energia renovável (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Atualmente, na produção de energia, o tipo mais utilizado são as fontes fósseis, que geram um excesso de resíduos poluentes, gases de efeito estufa e põem em risco todo o abastecimento a longo prazo no planeta (MARANHÃO; STORI, 2015). Em relação a isso, os representantes de todos os países devem buscar alternativas de energias renováveis para o bem de toda a população futura.

Diante disso, é necessária a sensibilização da população a respeito dos impactos ambientais causados pelas fontes de energia fóssil e que vem acontecendo no decorrer dos anos, como a poluição do ar, deslizamentos, efeito estufa entre outros fatores relevantes na questão ambiental e assim, busquem alternativas para amenizar esses problemas, como as fontes de energia renovável. A poluição do ar, por exemplo, interfere na qualidade de vida da sociedade e pode causar diversas doenças, principalmente relacionadas com problemas nas vias respiratórias.

Nesse contexto, a obtenção de energia a partir do Sol apresenta-se como uma alternativa de empregar os meios renováveis que o próprio ambiente nos fornece como recurso natural, por meio da captação da luz do sol e transformando-a em energia elétrica. Desta maneira, é possível dinamizar o acesso à energia e torná-la disponível em lugares de difícil acesso.

Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo de um sistema de energia solar fotovoltaica, testando sua eficiência por meio da captação de raios solares, que penetraram nas placas fotovoltaicas, gere energia limpa renovável, para utilização em equipamentos e aparelhos da construção civil, que são utilizados em campo e que dependem de alguma fonte de energia para funcionarem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O termo energia renovável pode ser definido como fontes de energia, que estão disponíveis na natureza de forma cíclica. Essas fontes apresentam capacidade de gerar eletricidade, calor e até produzir combustíveis líquidos para o setor de transportes. Dessa

maneira, exercem um grande papel para a sustentabilidade do sistema energético (COSTA; PRATES, 2005).

Logo no início da humanidade, os homens já extraíam da natureza todos os recursos considerados necessários para a sua sobrevivência e também para realizar suas atividades no dia a dia, imaginando que a natureza seria uma fonte de recursos inacabáveis. A sustentabilidade nos mostra o sentido de que não se pode consumir além do que a própria natureza é capaz de se revigorar (DUPONT; GRASSI; ROMITTI; 2015).

Assim foi descoberto o fogo como a única fonte de energia daquela época, logo após ele domesticou e usou a força de tração animal e dessa maneira, utilizou a água e vento, para geração de energia por meio de moinhos e roda da água (CPFL, 2011).

Com o passar dos anos e séculos, houve uma grande evolução no mundo, tanto social, como econômica. Isso fez com que houvesse o surgimento de várias novas fontes de energia, que foram utilizadas e aperfeiçoadas para serem utilizadas até nos dias de hoje.

Foi no ano de 1987 em que o termo “desenvolvimento sustentável” veio a tona, em um relatório disposto pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecido como relatório Brundtland, no qual tem como a definição de sustentável o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1988).

No relatório de Brundtland constam informações relacionadas a pobreza da população mundial, segundo ele a pobreza generalizada não é mais inevitável e que o desenvolvimento de qualquer cidade, deve facilitar o atendimento das necessidades básicas de todos, e oferecer a população melhor qualidade de vida. E também que haja participação da sociedade na tomada de decisões, para o desenvolvimento urbano.

Em relação aos recursos naturais, o relatório de Brundtland constatou que a biosfera consegue absorver os efeitos causados pela ação do homem, e afirmou que a pobreza é considerada como um problema ambiental, sendo assim um tópico de suma importância para a constante busca da sustentabilidade. Apesar dos seus contras, o relatório de Brundtland chamou a atenção de todo o mundo, por encontrar novas formas de desenvolvimento econômico (Revista Visões, 2008) sem reduzir os recursos naturais e sem criar danos ao meio ambiente (BARBOSA; 2008).

Todavia, este conceito ganhou força e foi dissipado por meio da Declaração e da Agenda 21, somente no ano de 1992, quando foi realizado a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, na cidade de Rio de Janeiro, conhecida como RIO-92 (FILHO, 2013).

Nesse sentido, outros documentos foram elaborados logo após, como o Protocolo de Quioto, que incorpora o conceito de economia de desenvolvimento sustentável quanto ao esforço de diminuição de emissão de gases de efeito estufa para valores 5% inferiores aqueles medidos em 1990, durante o período do ano de 2008 e 2012 (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006). Devido ao Brasil ser um país em desenvolvimento, é inexistente o índice de redução de emissão de gases, toda via é necessário serem adotadas medidas para a mitigação de suas emissões.

Desde a Conferência Rio-92, quando foi desenvolvida e criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change), o tema sustentabilidade tem sido discutido sempre. Os países do Anexo I da UNFCCC aderiram compromissos de diminuição de emissão de gases de efeito-estufa para o período de 2008-2012 na Conferência de Quioto em 97 (COSTA; PRATES, 2005, p-10). O vigor começou a ter validade em 16 de fevereiro de 2005, quando os países do anexo I tinham que diminuir cerca de 5,2% de suas emissões, 50% dos esforços

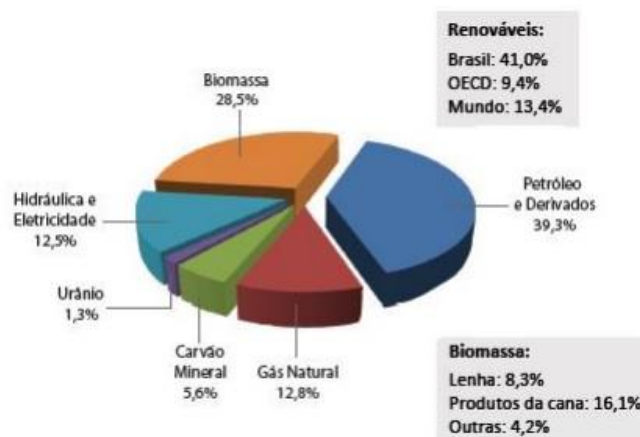
terão que ser realizados internamente, e o restante por meio de certificados de redução (COSTA; PRATES, 2005).

Por conta dos acontecimentos da Revolução Industrial, até o século XX, o homem buscava crescimento econômico a qualquer custo, utilizava todos os recursos naturais de forma irregular, não se preocupou com o esgotamento da natureza. Porém, a partir da metade do século XX, com o aumento de números negativos no crescimento econômico do país, a população começou a repensar sobre as atitudes tomadas anteriormente, e assim houve uma grande preocupação com o meio ambiente.

Em 2002 foi realizada a Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, com ênfase para as fontes renováveis. O Brasil levou como proposta inicial, no ano de 2010, que cerca de 10% seriam fontes renováveis nas matrizes energéticas dos países. A proposta não foi aceita, sendo rejeitada por países da Opep (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) e também pelos Estados Unidos. Era permitido pela União Europeia uma maior porcentagem, onde usinas hidrelétricas teriam que ser consideradas como renováveis (COSTA; PRATES, 2005).

No ano de 2002 a oferta de energia no Brasil era de 1.425.832 kbep, cerca de 38,7% de origem sustentável e renovável. Tendo em vista que o consumo de eletricidade cresceu muito nas últimas décadas, chegando a 308 terawatt-horas (TWh) em 2000. A matriz energética brasileira consta como a mais renovável do mundo industrializado, com 41%, a média mundial é de 13,4% como pode ser observado na Figura 1 a seguir (ESPARTA; LUCON; UHLIG; 2004).

Figura 1: Oferta interna de energia no Brasil- OIE (%)



Fonte: EPE (2014)

É sabido que o consumo de energia elétrica apresenta elevados índices de crescimento ao longo do tempo, isso acontece devido ao crescimento econômico. Por ser considerada uma das fontes mais utilizadas, às fósseis responsáveis pela maior parte do setor de geração de energia, tornou-se o maior contribuinte para emissão de gases de efeito estufa (BRUCKNER et al., 2014).

O Brasil tem uma grande biodiversidade, o que facilita na busca por fontes alternativas de energia e permite a geração de energia por vários meios, como a hidrelétrica que é considerada como fonte de energia renovável, porém também busca por fontes

alternativas como o uso da biomassa, para produção de álcool, biodiesel e recentemente o H-bio (AGRONEGÓCIOS..., 2006).

2.1 Tipos de energia renovável

2.1.1 Energia Eólica

Pode ser definida como a energia cinética das massas de ar, em que é aproveitada a energia do vento, transformada e assim torna-se energia de qualidade e aproveitável para o consumo (MINERVA, 2010).

2.1.2 Energia Hidráulica

É a obtenção de energia elétrica através da movimentação das águas de um rio. O potencial hídrico do Brasil consiste em 260 GW, entre as bacias que se destacam com o maior potencial hídrico, estão: Rio Amazonas e o Rio Paraná (ANEEL, 2003).

2.1.3 Biomassa

Este termo pode ser definido como a massa total de organismos vivos numa determinada área. A Biomassa é utilizada por meio da queima de material orgânico, que fica acumulado em nosso ecossistema, desenvolvendo assim, energia elétrica (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2008). Exemplos de fontes são: madeira, resíduos agrícolas, resíduos de animais, etc.

2.1.4 Geotérmica

É obtido por meio do calor interno da Terra, aproveitado em lugares com atividade vulcânica, onde há águas de alta temperatura. A produção de energia elétrica geotérmica ocorre devido a uma turbina movida a vapor de água. Sendo assim, essa fonte não emite gases responsáveis pelo efeito estufa, por esse fator é considerada uma fonte amiga do ambiente (AGUILAR; OLIVEIRA; ARCANJO, 2012).

2.1.5 Biogás

É um combustível gasoso, constituído por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Sua utilização ocorre na geração de energia térmica, mecânica e elétrica. Só pode ser utilizado depois de identificar sua vazão, composição química e poder calorífico (AGUILAR; OLIVEIRA; ARCANJO, 2012).

2.1.6 Energia Solar

No Brasil sua utilização apresenta tendência de aumento, principalmente devido ao coletor solar para aquecimento de água, que beneficia diversas comunidades isentas de rede de energia elétrica. Uma forma direta de obtenção de energia solar se dá por meio de placas fotovoltaicas, que são geralmente feitas de silício, que quando a radiação solar atinge as células, a energia é convertida em eletricidade (ANEEL, 2002). Ainda não é muito utilizada por ter um custo financeiro muito elevado, não sendo tão viável economicamente (ANEEL, 2002). Desta forma, é classificada como fonte energética limpa e renovável.

2.2 Luz solar fotovoltaica

Em 1839, Edmond Becquerel observou o primeiro foco do efeito fotovoltaico, ele verificou que placas de prata ou platina, e metálicas, mergulhadas num eletrólito, criavam, quando expostas a luz, uma pequena diferença de potencial (Becquerel, 1839).

Somente em 1877, dois cientistas norte-americanos, W.G.Adams e R.E.Day, tentaram fazer o primeiro dispositivo sólido, para a conduzir eletricidade por meio de exposição à luz, utilizando o Selênio (Adams e Day, 1877). Tal experiência consiste em utilizar um filme de selênio sobre um substrato de ferro e com um segundo filme de ouro, semitransparente, utilizado como contacto frontal, em contrapartida, os resultados não foram eficazes.

As células de selênio foram comercializadas não como objetivo principal, mas sim como fotômetros para máquinas fotográficas, pelo Engenheiro alemão Werner Siemens no final do século XIX (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Apenas em março de 1953, iniciou-se a real história da primeira célula solar, quando o químico Calvin Fuller dos Bell Laboratories em Murray Hill, New Jersey, criou um processo de difusão para incorporar impurezas em cristais de silício, controlando assim suas propriedades elétricas (dado o nome de ‘dopagem’). Posteriormente, desenvolveu-se uma barra de silício dopado, com uma concentração de gálio, tornando-o condutor, sendo que as cargas móveis ficam positivas (por esse motivo são chamadas de silício do ‘tipo p’) (VALLÊRA; BRITO, 2006)

A partir dessas informações o físico Gerald Pearson, colega de Fuller no Bell Labs, mergulhou a barra de silício num banho quente de lítio e assim, foi possível observar que a superfície da barra criou uma espécie de excesso de elétrons livres, com carga negativa (chamado de silício do ‘tipo n’). Quando essas duas regiões ‘Tipo p’ e a ‘tipo n’ ficam em contato, tornam um campo elétrico permanente (VALLÊRA; BRITO, 2006). Logo Pearson, viu que esta amostra produzia uma corrente elétrica, quando era exposta a luz, dessa forma foi criada a primeira célula solar de silício.

Essa célula solar foi estudada com mais detalhes, e com a ajuda do engenheiro Daryl Chapin, depois de realizarem muitos testes, fizeram ajustes, substituindo (Gálio) por arsênio (criando substrato do tipo n), seguida por uma difusão de boro (criando uma zona do tipo p a superfície). Essas novas células mostraram uma eficiência bem maior do que as anteriores (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Neste permear, obtiveram excelentes resultados o que fez com que a primeira célula solar fosse apresentada na reunião anual da National Academy of Sciences, em Washington. Foi denominada pelo público de ‘pilha solar’, ganhando destaque nas páginas do New York Times uma definição: “marca o princípio de uma nova era, levando, a realização de um dos mais belos sonhos da humanidade: a colheita de energia solar sem limites, para o bem-estar da civilização” (VALLÊRA; BRITO, 2006).

A primeira vez que a célula solar foi utilizada, ocorreu em Americus, no estado da Georgia-EUA, em 1955 para alimentar uma rede telefônica local (Figura 2) (Wolf, 1960), logo após a NASA aceitou utilizá-las, como back-up de uma pilha convencional, no Vanguard I, que foi lançado em março de 1958, a pilha convencional falhou, mas a então chamada de ‘pilha solar’ manteve o transmissor funcionando, e o Vanguard I ficou funcionando durante oito anos. Com o sucesso da célula solar, o programa espacial norte americano investiu em modificações, para que pudessem utiliza-las como fonte de energia em seus satélites.

Figura 2: A primeira aplicação de uma célula solar de silício foi como fonte de alimentação de uma rede telefônica local em Americus, na Geórgia, Estados Unidos da América, em 1955.



Fonte: Gazeta (2006)

Com a melhoria da qualidade e redução dos custos dos módulos fotovoltaicos, o mercado desses sistemas solares, vem crescendo muito, alcançando um nível alto de desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, muitos programas foram dando espaço para esse novo sistema de tecnologia solar, com o intuito de serem utilizadas em áreas de difícil acesso, beneficiando várias comunidades. Dentre os programas tem o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios do Ministério de Minas e Energia, que iniciou em 1996 (GALDINO E LIMA, 1999), entre outros. Esses sistemas foram feitos para serem instalados em residências, comércio, escolas, centros comunitários etc.

Em relação as outras fontes de energia renovável, a solar fotovoltaica, foi a que mais cresceu nos últimos anos, com novos 94 Gigawatts (GW), instalados no ano de 2018, segundo a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA). Atualmente ela ocupa a terceira posição no ranking entre as fontes renováveis, atrás apenas da fonte Hídrica (1.172 GW), consta com a sua instalação por cerca de 486 Gigawatts mundiais (FONTES, 2019).

Apesar de ter um custo elevado, a energia solar fotovoltaica (Figura 3) ainda é uma alternativa possível e renovável, pois transmite energia elétrica para locais onde é escassa, e também para fábricas e residências que queiram utilizar dessa fonte, utilizando somente a luz do sol, que por sua vez, aparece durante o ano inteiro no Brasil (BIGGI, 2013).

Figura 3: Paineis solares fotovoltaicos



Fonte: Gazeta do povo (2020)

As placas solares são montadas com várias camadas de proteção e isolamento para encapsular um conjunto de células, como mostra a Figura 4 a seguir:

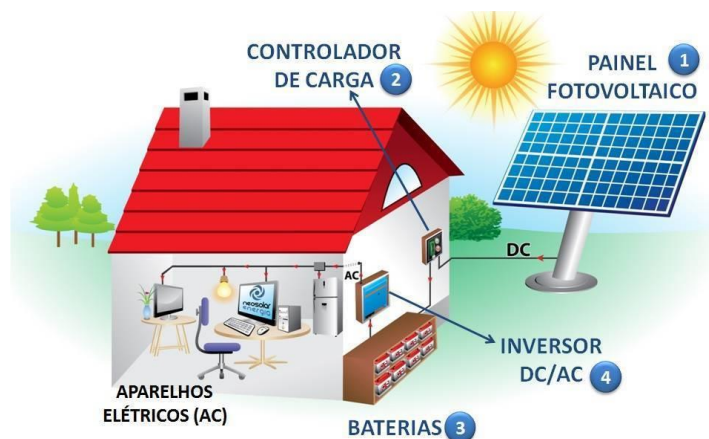
Figura 4: Construção do painel solar fotovoltaico



Fonte: Portal solar

Nos dias atuais as células de silício ainda são as mais utilizadas, apesar de já terem várias outras como: Células de Silício Cristalizado, Células Orgânicas (OPV) Telureto de Cádmio (CdTe) entre outras, e são classificadas entre dois sistemas : Sistema fotovoltaico conectado a rede e isolado conforme Figura 5 (MACHADO; MIRANDA, 2014).

Figura 5: Sistema fotovoltaico isolado



Fonte: Neosolar energia

Onde os raios solares atingem o painel, gerando energia elétrica. Ela é repassada para o controlador de carga e a gerada é guardada nas baterias, que podem ser usadas diretamente em cargas de corrente contínua (CC), por exemplo, as lâmpadas, ou pode ser passada pelo inversor, para ser usada por equipamentos de corrente alternada (MACHADO; MIRANDA, 2014).

O sistema fotovoltaico conectado a rede é composto por painel fotovoltaico, inversor CC/AC, medidor de energia bilateral e conexão com a rede (Figura 6).

Figura 6: Sistema Fotovoltaico conectado a rede



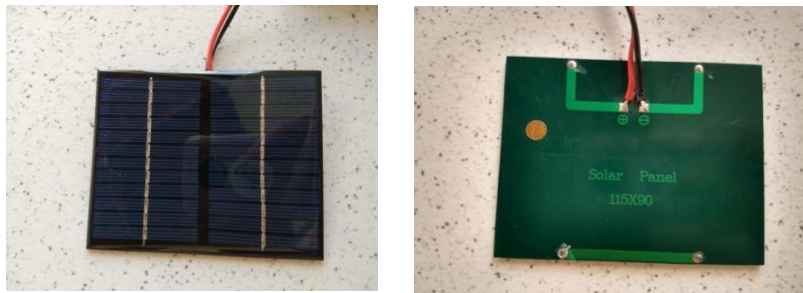
Fonte: Neosolar energia

Nos locais onde os raios solares atingem o painel, gerando energia elétrica, essa energia gerada é mandada para o inversor, transformando-a de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA). O medidor tem a função de contabilizar a energia recebida pela rede e a gerada pelo painel. Logo após a energia concebida é conectada a rede de distribuição, onde gera créditos na conta de luz na residência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais: mini painel solar fotovoltaico de 12V (medindo aproximadamente 90x115mm, com corrente elétrica de 125 mA)(Figura 8), módulo regulador de tensão (medindo aproximadamente 50x23mm) (Figura 9), fios condutores de energia e tomada de sobrepor junção fêmea (Figura 10).

Para a construção do protótipo, primeiramente utilizou-se uma solda pequeno para fazer a junção dos fios condutores de energia no mini painel solar fotovoltaico no local indicado pelo fabricante (positivo e negativo).

Figura 7: Mini painel solar fotovoltaico

Fonte: Própria (2020)

Em seguida foi realizada a solda da continuação dos fios condutores de energia, no regulador de tensão, que funciona de maneira semelhante a um conversor DC DC no modo Step Down, e possui capacidade de reduzir uma carga de até 3A, tendo como tensão de saída entre 1,5 a 35V, e de entrada 3,2 a 40V.

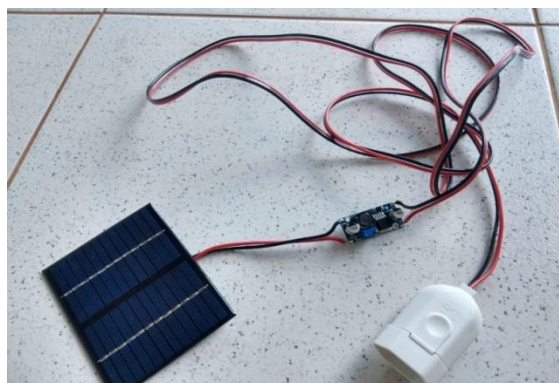
Figura 8: Regulador de tensão

Fonte: Própria (2020)

E por último, a continuação dos fios condutores de energia foi conectada a tomada sobrepor fêmea, finalizando o protótipo (Figura 11).

Figura 9: Tomada sobrepor fêmea

Fonte: Própria (2020)

Figura 10: Protótipo finalizado

Fonte: Própria (2020)

Para testar a eficiência das placas fotovoltaicas, como fonte de energia no campo para carregar aparelhos de engenharia, foi utilizado um carregador rápido bivolt (Figura 12), pilhas recarregáveis AAA e uma trena a laser Stanley (Figura 13).

Com o protótipo finalizado e pronto para uso, foram colocadas as pilhas AAA no carregador portátil, e conectadas ao sistema fotovoltaico (Figura 14).

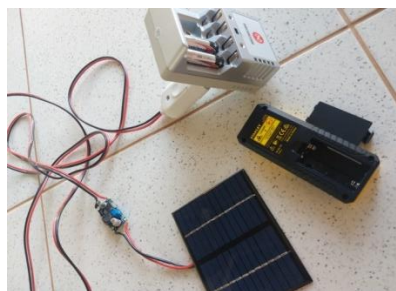
Para analisar o objetivo central da construção do protótipo e comprovar por meio de medições, a transformação de energia solar em eletricidade, foram realizadas medições de tensão com um multímetro com alicate amperímetro, com o protótipo durante cinco dias, às 12h e às 15h.

Além disso, também buscou-se analisar a capacidade em relação à carga e tempo do protótipo recarregar as pilhas por meio do carregador rápido bivolt para serem utilizadas na trena a laser.

Figura 11: Carregador portátil**Figura 12:** Trena a laser

Fonte: Própria (2020)

Figura 13: Protótipo finalizado e pronto para uso

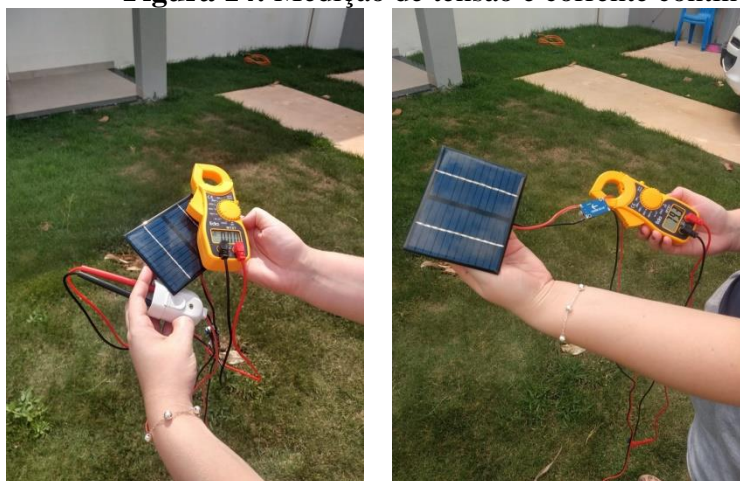


Fonte: Própria (2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 15 apresenta o processo de medição de tensão e corrente contínua a partir do protótipo de painel solar fotovoltaico por meio do multímetro com alicate amperímetro.

Figura 14: Medição de tensão e corrente contínua



Fonte: Própria (2020)

A Tabela 1 apresenta os valores de tensão e corrente contínua encontrados a partir da medição no protótipo de painel solar fotovoltaico.

Tabela 1: Valores de tensão e corrente contínua por data e horário de medição

Data	Horário	Tensão (V)	Corrente contínua (A)
19/10	12h00	0	0
	15h00		
20/10	12h00	0	0
	15h00		
21/10	12h00	0	0
	15h00		
22/10	12h00	0	0
	15h00		
23/10	12h00	0	0
	15h00		

Como pode ser observado na Tabela 1, não houve resultados satisfatórios na medição. Entre os possíveis fatores que possam ter contribuído para este resultado, acredita-se que o tamanho da placa em área seja o principal fator, sendo insuficiente para “produzir” energia capaz de alimentar o inversor e ser armazenada e transmitida. Porém, não se descarta a possibilidade de a placa solar estar danificada ou que o protótipo possa ter sido construído de forma incorreta.

Dessa forma, foi realizada a confirmação de que o aparelho multímetro com alicate amperímetro estava em perfeitas condições, funcionando perfeitamente, medindo-se a tensão em uma tomada (Figura 14).

Figura 15: Medição de tensão para confirmação do funcionamento do multímetro



Fonte: Própria (2020).

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que o protótipo não funcionou da maneira que se era esperado, não sendo possível carregar a trena a lazer e outros possíveis equipamentos utilizando a luz do sol como se propôs nos objetivo. Recomenda-se a avaliação dos equipamentos utilizados e como sugestão para próximos estudos a utilização de uma placa com maior área de exposição solar.

Deixo também como sugestão para trabalhos futuros, que utilizem um painel solar com maior exposição, e que faça a calibragem do multímetro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 2030. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 16 de julho. 2020.

Agenda 21, preâmbulo. 1.1.

AGRONEGÓCIOS e tecnologias. *Gazeta Mercantil*, 24 maio 2006, p. A-3.

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica, *Energia no Brasil e no Mundo*, parte I. 2007.

BARBOSA.S.G. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. *Revista Visões* 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun. 2008.

BERMANN.C. **Crise ambiental e as energias renováveis.** Cienc.Cult. vol.60 no.3 São Paulo. Setembro. 2008.

BLUESOL ENERGIA SOLAR. **Energia Solar no Brasil: Um panorama para [Você] entender tudo.** Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama/>. Acesso: 15 maio. 2020.

BRITO, M. A. G., et al. Research on photovoltaics: review, trends and perspectives. In: Brazilian Power Electronics Conference (COBEP). p. 531-537, 2011.

CARVALHO, F. **Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <https://www.matanativa.com.br/blog/os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/> Acesso:16 de julho. 2020.

COSTA, R.; PRATES, C. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado.** 2005. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt_BR.

COUTO, E. **Fontes renováveis não convencionais de energia elétrica: Políticas de incentivo e aspectos regulatórios no Brasil e no Chile.** Orientador: Dr^a. Sc. Adriana Fiorotti Campos. Tese (Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018. Versão eletrônica.

CPFL Energia. Caminhos da Energia: Energia é Tudo Episódio 1. 2011. Vídeo-reportagem. Disponível em: < <https://m.youtube.com/watch?v=3j8DV2W1nWg> > Acesso em: 26 ago 2015.

Empresa de pesquisa energética (EPE), 2015. Nota Técnica DEA XX/15 Cenário Econômico 2050, Rio de Janeiro. Guerra, S. M. Carvalho, A. V. de, 1995. Um paralelo entre os impactos das usinas hidrelétricas e termoeletricas. Revista de Administração de Empresas, v.35, no. 4, p. 83-90, São Paulo

ENERGIA EÓLICA. Disponível em <http://www.minerva.uevora.pt/odimeteosol/energias.htm>. Acesso em: 15 Abr. 2012.
ENERGIAS RENOVÁVEIS. Disponível em: <https://energiasrenovaveisa1.blogspot.com/>. Acesso: 21 de julho. 2020.

EPE. Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2013, Empresa de Pesquisa Energética. Brasília – DF, 2014. Disponível em: Acesso em: 7 jul. 2014.

ESPARTA, A.R; LUCON, S.O; UHLIG.A. **Energia renovável no Brasil.** X Congresso Brasileiro de Energia. 26 a 28 de outubro de 2004. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Oswaldo_Lucon/publication/228428527_Energia_Renovavel_no_Brasil/links/5450e83c0cf201441e954f71.pdf. Acesso: 05 maio. 2020.

ESPOSITO, S.A.; FUCHS, G.P. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil.** 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br>.

FERREIRA, C.C.; SOUZA, G.V.R. **Investigação sobre o potencial de economia de energia da iluminação natural**. X Encontro nacional e VI latino Americano de conforto no ambiente construído. Natal. 2009.

FILHO, C.R.A.H. **Percepção de empresas construtoras em relação aos programas de classificação da sustentabilidade de projetos de construção habitacional: Um estudo de caso do Selo Casa Azul Caixa**. Porto Alegre. 2013.

GALDINO, E.A.M.; LIMA, G.H.J.; RIBEIRO, M.C.; SERRA, T.E.; **O Contexto das Energias Renováveis no Brasil**. Revista da Direng. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Direng.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2020.

GAZETA DO POVO. **Entenda o atual cenário do mercado brasileiro de energia**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/conteudo-publicitario/borne-engenharia/entenda-o-atual-cenario-do-mercado-brasileiro-de-energia/>. Acesso em: 30 maio. 2020.

GOLDEMBERG, J./ VILLANUEVA, L. P. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 2003, p. 44.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estud. av. vol.21 no.59. São Paulo. Jan./Apr. 2007.**

GOV.BR. **Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira**. Disponível em : <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 25 maio. 2020
http://files.pet-quimica.webnode.com/2000001095ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf

LUCON, J. G. O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estud**: São Paulo, v. 21, n. 59, jan./2007. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 29 mai. 2020.

MARANHÃO, A.R.; STORI, N. **Governança climática no setor energético: Um estudo sem furnas**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre. 23 a 26 de novembro. 2015.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Matriz energética Brasileira**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/matriz-energetica-brasileira.htm>. Acesso em: 26 maio. 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org>. Acesso em: 28 abr. 2020.

NEOSOLAR. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 18 junho. 2020.

ORTEGA, P. **Fontes renováveis de energia**. Disponível em: <http://eurekabrasil.com/fontes-renovaveis-de-energia/> Acesso em: 16 de julho. 2020.

PACHECO.F. **Energias Renováveis: breves conceitos**. Conjuntura e Planejamento. Salvador. Outubro. 2006. Disponível em:

PENA, Rodolfo F. Alves. "Energia termoelétrica"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>. Acesso em 01 de abril de 2020.

PIRES.L.C.J.; GOSTKORZEWICZ.J.; GIAMBIAGI.F. **O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro, março – 2001.

PLATAFORMA AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br>. Acesso em: 29 abr. 2020.

PORTAL SOLAR. **Como Funciona o Pannel Solar Fotovoltaico – Placas Fotovoltaicas**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-pannel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em: 18 junho. 2020.

PORTAL SOLAR. **Fontes de Energia Renováveis: Tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2020.

REGET/UFMS. **Paradigm of solar energy in brazil and the world**. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16132>. Acesso em: 02 de maio.2020.

Relatório Brundtland. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro, FGV, 1988, p. 46.

REVISTA USP, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007.

SALES.C.; HOCHSTETLER.R. **De olho nas tarifas de energia elétrica**. Disponível em:https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/opiniao/2019/08/30/internas_opiniao,779855/artigo-de-olho-nas-tarifas-de-energia-eletrica.shtml. Acesso em: 30 maio. 2020.

SHAYANI, A.R.; OLIVEIRA, G.A.M. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. Disponível em: http://www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf. Acesso em 25 maio. 2020.

STOODI. **Fontes de Energia: tipos, fontes renováveis e não renováveis**. Disponível em: stoodi.com.br/blog/geografia/fontes-de-energia/. Acesso em: 16 de julho.2020.

Vanzella, Clailde, Lunkes, Rogério João Orçamento reduzido em Atividades: um estudo de caso na empresa distribuidora de energia elétrica. Contabilidade Vista & Revista [em linha]. 2006, 17 (1), 113-132 [fecha a Consulta 11 de julho de 2020]. ISSN: 0103-734X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=197014749007>.

VERMA, D.; MIDTGARD, O.-M.; SATRE, T. O. Review of photovoltaic status in a European (EU) perspective. In: 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). p. 3292-3297, 2011.