

DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE UM PROTÓTIPO REFERENTE A UM CARRO MOVIDO A ENERGIA SOLAR

Ramon Tavares Cruz¹, Taciano Amaral Sorrentino²

RESUMO: A busca pela diversificação da matriz energética brasileira tem se tornado gradativamente necessária, devido a necessidade de explorar recursos renováveis que trazem flexibilidade e sustentabilidade quanto a sua utilização. Diante deste cenário, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma tecnologia em constante avanço. Este projeto consiste no desenvolvimento de um protótipo referente a um carro movido a energia solar com o intuito de maximizar o uso desse recurso energético, propor à sociedade um método ecologicamente correto de se locomover sem causar danos ao meio ambiente. Os veículos movidos à energia solar são os mais sustentáveis, visto que, não há consumo de combustível e seus danos ao meio ambiente são consideravelmente pequenos.

Palavras-chave: energia solar, veículo solar, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Energia solar fotovoltaica é definida como a energia capaz de ser gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Essa geração ocorre por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua fundamentada no princípio do efeito fotovoltaico [1]. O efeito fotovoltaico, que foi constatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz [2]. O efeito fotovoltaico ocorre em materiais semicondutores, que são caracterizados pela presença de bandas de energia onde os elétrons são permitidos, chamadas bandas de valência, e outras bandas que são vazias, denominadas bandas de condução. Essas células fotovoltaicas trabalham no princípio de que os fótons incidentes, colidindo com os átomos dos materiais semicondutores, fazem com que os elétrons sejam deslocados das bandas de valência para as bandas de condução. Se estes elétrons puderem ser capturados antes que retornem a seus orbitais atômicos, podem ser aproveitados como corrente elétrica [3].

Um material semicondutor é um material cuja resistividade diminui ao elevar-se a temperatura e que conduz a corrente elétrica, e pela presença de impurezas, ao contrário do que sucede nos condutores metálicos normais [3]. A célula fotovoltaica é considerada a menor unidade de conversão de energia luminosa que é proveniente do Sol em energia elétrica. Praticamente todas as células fotovoltaicas são fabricadas utilizando o silício [2]. A conversão da energia solar em eletricidade ocorre sem emissão de gases, sem a necessidade de operador para o sistema. A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares [4]. O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica foi impulsionada inicialmente por empresas de telecomunicações, que buscavam fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas, já que a célula fotovoltaica é o meio mais adequado para fornecer a quantidade de energia necessária por períodos de tempo longos, isso se dá pelo fato de possuir menor custo e peso [2].

A energia solar é considerada uma boa alternativa para a mobilidade, e está sendo utilizada em automóveis para a redução de gasto com combustíveis fósseis. Os veículos movidos à energia solar são considerados sustentáveis, tendo em vista que não há consumo de combustível e há uma redução dos seus impactos ambientais quando comparados aos automóveis movidos a combustão. A escolha para o tema do projeto é um protótipo de um carro movido à energia solar, uma vez que, esse tema abrange questões econômicas, sociais e ambientais. O trabalho desenvolvido é um protótipo de um carro movido à energia solar, e tem como principal objetivo demonstrar que a energia solar pode ser utilizada como fonte de energia para alimentar um veículo elétrico, por meio de um protótipo. Com a utilização dessa forma de energia propiciar melhorias no âmbito da sociedade, já que, a energia solar é limpa e renovável. O principal foco é a sustentabilidade, em função da utilização da energia solar pelo carro, estará sendo proporcionado um ambiente ecologicamente correto para se viver, com menores impactos ambientais, com a redução da

emissão de gases tóxicos que causam grandes impactos no aquecimento global. Tod esses fatores geram uma economia financeira desejada, tendo em vista que o custo com o combustível não será necessário. Sendo assim, os objetivos do projeto são baseados na construção do protótipo e verificar o seu funcionamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1-Fundamentação teórica:

2.1.1-Histórico da energia fotovoltaica

No ano de 1876 foi obtido o primeiro dispositivo de energia fotovoltaica a base de selênio. Apenas em 1953, logo após pesquisas nos laboratórios Bell nos EUA, foi criado o primeiro dispositivo em um substrato de silício que registrava 4,5% de eficiência [5]. Em novembro de 1958 o Centro de Estudos de Mecânica Aplicada (CEMA), juntamente com o Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), organiza no Rio de Janeiro o Primeiro Simpósio Brasileiro de Energia Solar. Com isso iniciaram-se as atividades de pesquisa no Brasil [6]. Em 1974, pesquisadores do departamento de Energia Elétrica da Universidade de São Paulo, iniciaram pesquisas sobre células solares de silício monocristalino. Essas atividades se estenderam até o ano de 1989 [7]. Em 1976, foi criado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o Laboratório de Energia Solar. Com isso, foram iniciadas as pesquisas nas áreas de conversão térmica e radiação solar e relacionadas a métodos de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos e caracterização de módulos e sistemas tiveram início a partir de 1983[7].

Com grande salto no desenvolvimento de células fotovoltaicas, o mercado chinês teve um aumento significativo em sua produção. No ano de 2003, a Ásia nem figurava no mercado e, em 2009, a China já ocupava a primeira posição na fabricação de módulos. Nos últimos onze anos, o crescimento anual médio da indústria de células e módulos fotovoltaicos foi de 54,2% [8]. Atualmente a Europa se destaca na geração de energia fotovoltaica, onde encontram-se instaladas 74% da produção mundial. Em 2011, a energia elétrica fotovoltaica produziu 2% do consumo total, com destaque para a Itália com 5% do total produzido [8]. Outros mercados, como da Ásia, estão em ascensão, pois os preços de instalação são reduzidos com a maior produção de módulos fotovoltaicos em seus países. Um dos fatores relevantes, é a migração de indústrias europeias e americanas para o continente asiático. Essas empresas buscam essa área do continente em função da redução dos custos de produção [6].

Com a evolução industrial do sistema fotovoltaico e a alta produção de células e módulos, o Brasil não manteve acompanhamento em relação ao ritmo da evolução que estava acontecendo no mundo. Em 2001, por meio de uma iniciativa do governo, foi criado o fundo setorial de energia (CT-ENERG) que resultou em crescimento das atividades de energia fotovoltaica e na formação de grupos de pesquisa e programas de pós-graduação [9]. Atualmente, no Brasil existem laboratórios e equipes especializadas, dentro de universidades, trabalhando em pesquisas para o aperfeiçoamento do sistema fotovoltaico. Porém ainda não se atingiu o mesmo nível tecnológico dos países desenvolvidos nesta área [8].

De acordo com a Resolução Normativa Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012, a qual é responsável por regulamentar a geração de energia através de módulos fotovoltaicos, é afirmado que por possuir uma vasta extensão territorial e por apresentar uma grande diversidade de recursos o Brasil apresenta várias oportunidades em relação a diversificação de sua matriz energética[10].O índice elevado de radiação solar no território brasileiro, é a razão pela qual se gera um aumento dos incentivos e o avanço da tecnologia. De acordo com [11], o cenário mundial de geração de energia através dos módulos solares fotovoltaicos, apresenta um dado anual que, permite-se alcançar uma capacidade instalada de 100GW, e contribuir para evitar a emissão de CO₂ na atmosfera em cerca de 70 milhões de toneladas.

2.1.2-Sistema fotovoltaico

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, processo denominado Efeito Fotovoltaico. A Figura-1 apresenta uma representação típica de uma curva de corrente-tensão.

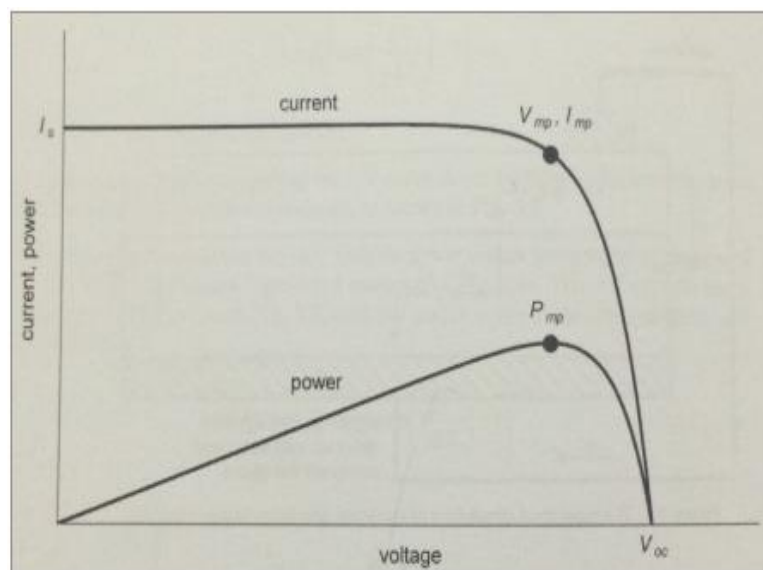


Figura-1. Curva de corrente-tensão. Fonte: Wenham et al. (2009)

O processo de conversão, se dá em função da célula fotovoltaica ser fabricada por um material semicondutor. A energia fotovoltaica é uma resultante da conversão da luz solar em corrente elétrica [12]. O material mais utilizado para fabricação de semicondutores é o silício, que representa mais de 85% do mercado. Além de ser considerado um material já consolidado e confiável, possui a melhor eficiência comercial disponível [6]. O efeito fotovoltaico, consiste na transformação da radiação eletromagnética proveniente do Sol em energia elétrica, através da geração de uma diferença de potencial sobre uma célula formada por um conjunto de materiais semicondutores [13].

Uma célula fotovoltaica consiste em um díodo de área grande, e um material semicondutor que permite a criação do campo elétrico interno. No momento que a radiação atinge um átomo do semicondutor, o mesmo libera um elétron que é conduzido por campo elétrico para os contatos produzindo corrente [5]. A Figura-2 apresenta a relação entre corrente do módulo e a irradiância.

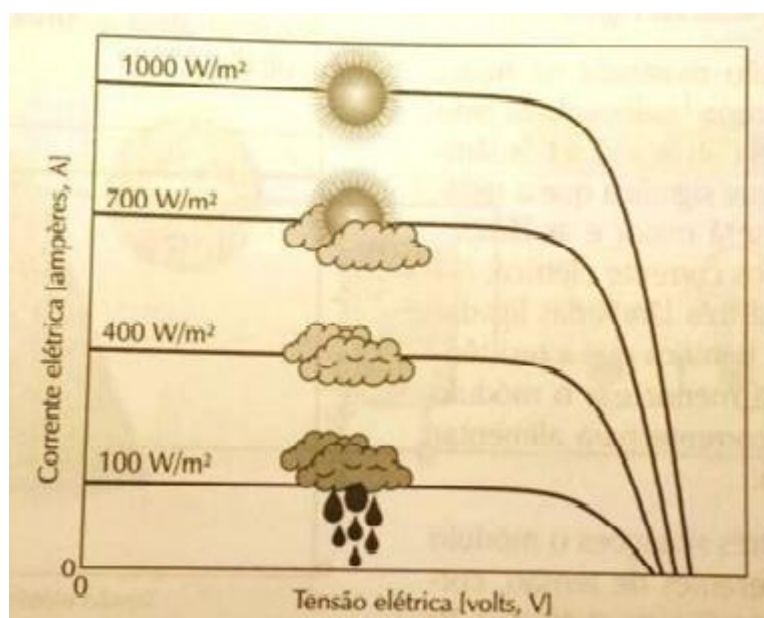


Figura-2. Relação corrente x irradiância. Fonte: Alves (2016)

As células fotovoltaicas têm seu funcionamento a partir de fótons de luz solar que atingem o módulo solar. Após isso, são absorvidos por um material semicondutor como o silício. Elétrons são liberados das bandas de valência, para as bandas de condução dentro do silício, resultando em uma tensão elétrica entre dois eletrodos. Na placa fotovoltaica, uma sequência de células interligadas, geram uma quantidade útil de energia [6].

Para utilização prática dos semicondutores, é necessário alterá-los para aumentar o número de elétrons livres ou lacunas. Utiliza-se, então, um processo industrial que consiste em acrescentar certas impurezas ao material semicondutor. O silício dopado dessa forma é conhecido como semicondutor do tipo-N, onde N significa negativo. Portanto, os semicondutores do tipo-N possuem maior número de portadores de cargas negativas (elétron) [9]. A obtenção de semicondutores com lacunas adicionais é conseguida adicionando-se ao cristal de silício impurezas que possuem somente 3 elétrons na orbita de valência conhecidas como trivalentes. Um semicondutor dopado com impurezas trivalentes é conhecido como semicondutor do tipo-P, em que P vem de positivo. Portanto, os semicondutores do tipo-P possuem maior número de portadores de lacunas, o semicondutor do tipo-p ocorre quando contém excesso de lacunas, isto é, ausência de elétron em local de sua existência, resultando em carga positiva [9].

2.1.3-Energias renováveis

Conforme [14], 81% da oferta mundial energética, é com base nos combustíveis fósseis. As alterações climáticas e o efeito estufa propiciaram uma crise ambiental, e com isso as energias limpas tiveram uma melhor visão como alternativa para reduzir os efeitos da crise. As previsões para o ano de 2030 não trazem uma boa estimativa, pois estima-se que o petróleo terá participação de 35% da oferta energética mundial, enquanto o carvão mineral corresponderá a 22%, e o gás natural 22%. Ao colocar em pautas as energias renováveis, somando hidráulica, biomassa, solar, eólica e geotérmica que representam atualmente 12,7% da oferta energética mundial, que poderão chegar a apenas 14% em 2030.

Já [7], relata que as fontes energéticas renováveis de energia terão uma participação de grande expressividade na matriz energética global nas próximas décadas. Até mesmo no setor de transportes, já que as montadoras de veículos estão fabricando veículos híbridos.

Para [15], com a diminuição e até o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis e os problemas ambientais causados pela emissão de poluentes, os combustíveis fósseis não serão utilizados como a principal fonte de energia utilizada pelo homem. Com isso é de fundamental importância a discussão do uso de energias renováveis, por não serem poluentes e não depender de fatores geopolíticos.

2.1.4-Carros solares

De acordo com [18], os carros elétricos foram desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, E.U.A. e Reino Unido. Em 1903, haviam cerca de 4.000 automóveis registrados na cidade de Nova York, sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos[19]. Os carros solares obtém a energia para o seu movimento proveniente do sol, esta energia é captada através de painéis fotovoltaicos. A função dos painéis fotovoltaicos é a conversão da energia solar em energia eléctrica que será posteriormente condicionada para ser devidamente utilizada por máquinas eléctricas capazes de induzir movimento ao veículo. A aplicação desta tecnologia aos veículos é de grande interesse visto tornar os veículos praticamente autônomos das fontes de energia tradicionais. Com os problemas energéticos atuais, o estudo desta tecnologia torna-se de grande interesse. Apesar da vantagem energética proporcionada por esta tecnologia os custos associados e o pouco investimento que se faz no estudo destes métodos tornam esta alternativa ainda de pouca utilização. A expectativa de mercado é que até 2040, 54% das novas vendas e 33% de toda a frota de carros será eléctrica[17].

2.2 METODOLOGIA

2.2.1-Materiais:

- Bastões de silicone;
- Cabos Condutores;
- Capa de DVD;
- Cola Instantânea;
- Elásticos;
- Estilete;
- EVA (Etil vinil acetato);
- Ferro de solda;
- Módulo Fotovoltaico (6 V);
- Motor DC (2400 rpm)
- Palitos de madeira;

- Palitos de pirulito;
- Paquímetro;
- Pasta para soldar;
- Pincel;
- Pistola de cola quente;
- Régua;
- Tampas de garrafas pet;
- Tesoura;
- Tubo de plástico;

2.2.2-Método

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas pesquisas na internet, além de conversas com os professores e com pessoas com um maior nível de conhecimento para obter um melhor entendimento sobre energia solar e os procedimentos necessários para a construção do protótipo.

O modelo do protótipo foi escolhido devido ao baixo custo e pela facilidade de fabricação, já que, possibilita acoplar todos os equipamentos que são necessários para o sistema de locomoção do carro, além de possuir uma área frontal menor, ou seja, proporcionando uma melhoria na aerodinâmica e redução do peso. A fabricação das rodas foi realizada com tampas de garrafas de polietileno tereftalato-PET envolvidas por EVA. A utilização do etil vinil acetato-EVA como recobrimento para as tampas, possui a finalidade de aumentar o atrito com o chão, com isso, possibilitar uma maior aderência para as rodas.

O eixo de transmissão foi fabricado com a utilização de um palito de madeira, um canudo de plástico que serve como um mancal para a rotação do eixo e uma polia de tração fabricada com o material de capa de DVD, junto a um elástico, que serve como correia, conectando a polia de tração á uma polia pertencente ao motor DC, a escolha desses matérias foi feita visando o baixo custo financeiro e também melhorias para o meio ambiente através da reutilização e reciclagem desses materiais.

A escolha para a utilização do motor DC ocorreu devido a presença de algumas características no mesmo, como possuir baixo custo para controle alcançado, baixo torque na inicialização e altas velocidades, design robusto, simplicidade de construção, poder operar em um sistema de controle de loop aberto, baixa manutenção, menos provável que pare ou escorregue, vai funcionar em qualquer ambiente. E por ter a sua aplicação utilizada em projetos de robótica, projetos arduino e projetos elétricos / eletrônicos.

A escolha do modulo solar foi realizada fundamentada nas suas características de alta taxa de conversão, saída de alta eficiência e excelente efeito. Além da sua aplicabilidade, por ser utilizada para recarregar baterias de telefones celulares, em brinquedos movidos a energia solar, para experimentos de trabalhos científicos e para pequenos sistemas de energia solar. A placa fotovoltaica possui uma tensão de funcionamento: 6 V; potência de saída: 1 W; corrente de trabalho: 0-200 mA ; tamanho do produto: 110*60*2.5mm.

A fabricação do chassi foi realizada colando palitos de madeira utilizando cola quente sobre um gabarito como se pode observar na Figura-3.



Figura-3.Fabricação do chassi. (Autoria própria, 2018)

A fabricação das rodas foi realizada com tampas de garrafa pet coladas com cola quente, conectadas a um palito de madeira, como se pode observar na Figura-4.



Figura-4. Fabricação das rodas. (Autoria própria, 2018)

O sistema de transmissão é composto pelas rodas que foram fabricadas com tampas de garrafas pet coladas com cola quente, conectadas ao palito de madeira que tem a função de eixo, que por sua vez está conectado a canudos de plásticos que servem como mancal e a polia de tração fabricada com material de capa de DVD junto a um elástico, como se pode observar na Figura-5.



Figura-5. Sistema de transmissão. (Autoria própria, 2018)

A fabricação por completa do protótipo foi realizada acrescentando EVA as rodas para aumentar o atrito com o chão, e assim melhorar a sua aderência. E com a adição da placa fotovoltaica, conectando-a ao motor, passando a fornecer a energia necessária para o sistema de transmissão, como se pode observar na Figura-6.



Figura-6. Protótipo Completo. (Autoria própria, 2018)

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A criação do protótipo do carro fotovoltaico proporcionou maiores conhecimentos na área eletrônica e de geração de energia solar e um maior aprofundamento nas disciplinas estudadas ao longo do curso. Os objetivos esperados foram alcançados pelo protótipo do carro fotovoltaico sendo capaz de se locomover, com auxílio do painel solar alocado acima do carro.

Com relação a performance do protótipo foi obtido uma boa desenvoltura, levando em consideração que o teste foi realizado em um dia pouco nublado, com boa radiação solar incidindo sobre a placa fotovoltaica, caso contrário, com pouca radiação solar incidindo sobre o módulo fotovoltaico, o seu funcionamento não se fez possível, com isso, não gerando resultados satisfatórios, diante disso se faz necessário a ideia de um possível incremento de banco de baterias, já que, com isso seria possível o funcionamento em dias com condições de tempo desfavoráveis. Com a utilização do motor DC, foi gerado um torque suficiente para movimentar o protótipo, mas que poderia ter obtido um resultado mais satisfatório se tivesse sido possível realizar ensaios para monitorar a performance do motor que não se fizeram possíveis.

O trabalho desenvolvido serve como forma de influência para o investimento em carros solares, já que os objetivos foram atendidos, os quais tratam-se de demonstrar que a energia solar pode ser utilizada como fonte de energia para alimentar um veículo elétrico, por meio de um protótipo e com a utilização dessa forma de energia em um futuro próximo propiciar melhorias na qualidade de vida da sociedade, devido ser uma fonte irrevogável de energia limpa e renovável, e como foco principal a sustentabilidade, em razão do carro utilizar energia solar, estará proporcionando um ambiente mais ecologicamente correto para se viver, com menores impactos ambientais, com a diminuição da emissão de gases tóxicos e gerando uma economia financeira desejada, tendo em vista que o custo com o combustível não se faz necessário.

3. CONCLUSÃO

O projeto atingiu plenamente os seus objetivos nos quais os principais eram ratificar que a utilização da energia solar pode ser utilizada para alimentar um veículo elétrico e com o uso dessa forma de energia por ser limpa e renovável, em um futuro próximo proporcionar uma melhoria na qualidade de vida da sociedade. E a sustentabilidade como influente principal, em virtude do carro utilizar uma energia limpa e renovável como a energia solar estará sendo propiciando um ambiente com menores impactos ambientais e com a diminuição da emissão de gases tóxicos, sendo assim, tornando um ambiente mais ecologicamente correto.

Para projetos futuros pode-se realizar a construção de um protótipo maior com a implementação de um conjunto de baterias como forma de armazenamento da energia solar, assim como introduzir ao projeto um controle manual permitindo conduzi-lo.

4. REFERÊNCIAS

- [1] IMHOFF, J. Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.
- [2] CRESESB. Energia Solar: princípios e aplicações. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/tutorial/tutorial_solar.htm>. Acesso em 20 Mar. 2018.
- [3] COMETTA, Emilio. Energia Solar: utilização e empregos práticos. Tradução: Norberto de Paula Lima. São Paulo: Hemus Livraria Editora Limitada, 1978.
- [4] LAMBERTS, R., et al. (Ed.). Casa eficiente: consumo e geração de energia. Florianópolis: UFSC/ LabEEE, v.2, 2010. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2018.
- [5] BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em eletricidade. Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2006. Disponível em: Acesso em: 15 mar. 2018.
- [6] CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Slavo Brito. Tutorial de geração heliotérmica. Rio de Janeiro: CRESESB, 2014. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2018.
- [7] TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciencia, 2003.
- [8] GTES. Grupo de Trabalho de Energia Solar. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CRESESB/CEPEL, 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_F_V_2004.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2018.

- [9] ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. [s.l.]: [s.n.], 2012.
- [10] ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº 482. 2012. Disponível em: Acesso em: 25 de mar. 2018.
- [11] BSW SOLAR - GERMAN SOLAR INDUSTRY ASSOCIATION. A energia solar nos países em desenvolvimento e emergentes. 2015. Disponível em: Acesso em: 22 de mar. 2018.
- [12] CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO, 2012. Disponível em: Acesso em: 01 mar. 2018
- [13] VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 1ª ed. Editora Érica, São Paulo, 2012
- [14] BERMANN, Célio. Crise ambiental e as energias renováveis. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2008/.../bermanncrise.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018
- [15] PALETTA, Francisco Carlos. Energias renováveis. São Paulo: Blucher, 2012. Disponível em: Acesso em: 21 mar. 2018
- [16] WENHAM, S. R. et al. Applied photovoltaics. 2 ed. Australia: Centre for Photovoltaic Engineering of UNSW, 2009.
- [17] BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. Electric Vehicles. Disponível em: <https://about.bnef.com/electric-vehicle>. Acesso em: 13 abr. 2018
- [18] HOYER, K. G., 2008. “The History of alternative Fuels in Transportation: The Case of Electric and Hybrid Cars”, Utilities Policy, v. 16.
- [19] COWAN, R., HULTÉN, S. 1996, “Escaping Lock-in: The Case of Electric Vehicle”. Technological Forecasting and Social Change, v. 53, pp. 61-79.
- [20] ALVES, Alceu Ferreira. Energia Solar Fotovoltaica 2379EE2. São Paulo: Unesp, 2016. Color.