

ENERGIA SOLAR DE BAIXO CUSTO PARA PEQUENAS RESIDÊNCIAS

JAISON BURATTI¹
GABRIELE WOLF²

RESUMO: Na busca de fontes alternativas de energia e com a evolução do sistema energético fotovoltaico no Brasil, têm-se observado muitos avanços para levar a energia Solar para a sociedade brasileira. Porém, mesmo com os incentivos do Governo, reduzindo impostos e ofertando financiamentos em longo prazo com juros baixos, ainda assim uma grande parcela da população não apresenta condições para aquisição de um sistema de energia solar. Tendo-se em vista essa necessidade de desenvolver uma nova tecnologia, que reduza os custos de instalação e a torne mais acessível, buscou-se desenvolver um painel solar com minerais mais baratos e com a mesma eficiência dos painéis solares convencionais, bem como a preservação do meio ambiente. Diante disso, avaliou-se a combinação de vários minerais que possuem uma carga de elétrons em sua órbita que, na presença da luz solar, agitam-se produzindo, assim, energia. Nessa concepção, desenvolveram-se painéis solares translúcidos que podem ser utilizados em janelas, portas e claraboias sem impedir totalmente a passagem da luz solar no ambiente.

Palavras-chave: Painel Solar. Eletrofotovoltaica. Sustentável.

LOW COST SOLAR ENERGY FOR SMALL RESIDENCES

ABSTRACT: In the search for new alternatives for the evolution of the photovoltaic energy system in Brazil, many advances have been made to bring Solar Energy to Brazilian society. With government incentives, lowering taxes and offering long-term financing at low interest rates, it still leaves a large portion of the population unable to acquire the solar energy system. Having seen there the need to bring a new technology still being developed, which will lower installation costs and become more accessible. We sought the alternative of developing the Solar Panel, with cheaper minerals and the same efficiency as conventional Solar Panels as well as preserving the environment. With this concept, he verified the combination of several minerals that have an electron charge in their orbit, which in the presence of sunlight causes the stirring of these electrons thus producing energy. In this conception he developed translucent Solar Panels that can be used in windows, doors and skylights without totally preventing the passage of sunlight in the environment.

Keywords: Solar panel. Electrophotovoltaic. Sustainable.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: jaison.buratti@hotmail.com;

² Professora 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

Na busca de alternativas para melhorias nas condições de vida, a humanidade vem desenvolvendo tecnologias que, além de proporcionar conforto, garantam economia de recursos e preservação do meio ambiente. Buscam-se fontes alternativas de energia que preservem o meio ambiente há décadas e, nesse contexto, destaca a energia solar, uma fonte de energia limpa derivada do Sol, que é fonte de vida no nosso planeta (ROGGIA et al, 2011)

Sendo a luz solar, uma fonte ilimitada de energia e disponível sem nenhum custo, desde a descoberta de que essa energia poderia ser utilizada pela humanidade em suas atividades, desenvolveram-se dispositivos capazes de convertê-la e torná-la disponível, como células, painéis e módulos solares fotovoltaicos com alta eficiência na conversão dos raios solares em energia, sendo essa uma das principais vantagens da energia solar em comparação com outras formas convencionais de geração de energia.

O grande entrave que impossibilita a disseminação da energia solar fotovoltaica é o valor de instalação e armazenamento que, devido ao seu alto custo, deixa-a inacessível para a maioria da sociedade de baixo poder aquisitivo.

Uma alternativa adotada, então, para redução dos custos de instalação, é a ligação da energia fotovoltaica com a rede de energia pública, porém, para tal, seria necessário converter a energia solar em energia elétrica. Nesse contexto, desenvolveu-se o inversor que transforma essa energia captada pelos painéis solares em energia elétrica e, dessa forma, pode ser interligada com a rede pública de energia convencional (RUTHER, 2004). A partir de então, busca-se, cada vez mais, tornar a energia solar mais econômica e acessível, desenvolvendo-se tecnologias melhores em termos de custo e aplicações.

Há um grande mercado a ser explorado em relação à energia solar no Brasil, tanto em benefícios econômicos, quanto ambientais e sociais; e a energia solar destaca-se nesse cenário de diversificação da matriz energética brasileira, visto os impactos ambientais e, até mesmo, desastres ambientais que as instalações de hidrelétricas e termoelétricas podem causar, bem como as usinas de energia nuclear que produzem resíduos que, se descartados inadequadamente, causam contaminação ao meio ambiente e oferecem riscos à saúde irreversíveis.

Diante disso, o presente trabalho estipulou, como objetivo principal, a construção de protótipos de placas solares que capturem energia solar e transformem-na em energia elétrica de forma mais acessível, buscando levar a energia solar para toda a população, através de uma placa solar com a mesma eficiência das placas convencionais por um valor menor e sem causar danos ambientais ao planeta. Além disso, objetivou-se, também, analisar a diversificação da sua utilização em aberturas como janelas, portas e claraboias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Desde o princípio da sua descoberta e comercialização, a energia elétrica passou a ser fornecida aos consumidores residenciais, comerciais e industriais através de usinas termelétricas a óleo ou carvão que são geradoras centralizadas. Para a geração de energia, as usinas convencionais dependem de um único tipo de combustível como, por exemplo, óleo, carvão ou urânio que, além de serem combustíveis considerados não renováveis, ou seja, com estoques finitos no planeta; com o passar do tempo, essas usinas apresentaram grandes problemas ambientais, devido aos poluentes liberados nessa produção de energia e a contaminação do meio ambiente pelos resíduos gerados e descartados de forma incorreta. Além disso, as usinas hidrelétricas, apesar de utilizarem como fonte um recurso renovável, causam grandes impactos ambientais no seu processo de construção GWEC, (2014).

A história da energia fotovoltaica teve início por volta de 1839, com o físico francês Alexandre Edmond Becquerel que, em suas experiências eletroquímicas, descobriu que, sob exposição da luz solar, os eletrodos de prata ou platina produziam um efeito fotovoltaico. Desde então, vem se buscando o melhoramento de como capturar essa forma de energia abundante em nosso planeta Cresesb, (2014).

Segundo Ruther (2004), a energia solar fotovoltaica elimina vários dos problemas ambientais apontados anteriormente. É um sistema fotovoltaico integrado às edificações urbanas que são interligadas à rede elétrica pública, é a alternativa nesta área e se justifica pelos recursos energéticos serem produzidos apenas com a presença de luz solar, uma vez que o armazenamento dessa energia se tornaria inviável para o tamanho da demanda energética em edificações urbanas, portanto a interligação à rede pública de distribuição torna-se uma alternativa.

Quando se discorre sobre energias renováveis, não é apenas a energia solar que se destaca no mercado, pois a energia eólica vem apresentando um crescimento expressivo; por exemplo, a energia eólica instalada no Brasil até o ano 2013 chegou à capacidade de 3,5 GW e, com esse avanço, o país estava na oitava colocação no mundo que mais investia anualmente nessa tecnologia de energia GWEC, (2014).

A fonte eólica é uma das mais baratas da matriz brasileira, sendo que as turbinas envolvidas no emprego da geração de energia são fabricadas por empresas internacionais e nacionais também. No Brasil, criou-se o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2022) que tem por meta alcançar, até 2022, 17 GW de capacidade da energia instalada, o que, segundo os estudos, daria para atender cerca de 9,5% do consumo final de eletricidade do país GWEC, (2014).

Comparando a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica com a eólica no Brasil, é irrisória. Quando comparado o custo de produzi-la ao da eletricidade convencional vendida pelas distribuidoras de energia, encontra-se uma expressiva diferença, pois o custo das instalações é bem menor que o das convencionais. Partindo-se do conceito de diminuir custos e poluição e, por muitos não terem acesso à rede convencional, a expansão no Brasil tem se dado sobretudo off-grid, ou seja, produziu-se e armazenou-se sua própria energia, isso ocorreu para soluções específicas desconectadas da rede geral de distribuição até em 2012. Reconhecendo a necessidade de uma alternativa, o governo vem buscando políticas que incentivam a implantação de micro geradores de energia solar. A geração dessa energia no Brasil ainda é reduzida e concentrada na microgeração distribuída, consistindo em micro geradores dispersos na rede elétrica, interligados à rede centralizada GWEC, (2014).

Além da expansão do mercado de energia solar fotovoltaica no Brasil, pode-se trazer oportunidades de ganho tanto para os micros geradores quanto para o sistema elétrico,

mas o grande limitador ao desenvolvimento dessa indústria energética no país é a ausência de uma política que incentiva a instalação dessa energia, Ferraz, (2012). O grande aumento de instalação de energia fotovoltaica no Brasil vem em decorrência dos altos preços e impostos agregados à eletricidade convencional fornecida, e não em decorrência de uma maior eficiência da tecnologia fotovoltaica disponível no Brasil Ferraz, (2012). Com a entrada do comércio exterior como, por exemplo, a entrada da China que produz em larga escala e com mão-de-obra barata nesse mercado, os preços dessa tecnologia reduziram bastante, mas ainda são inviáveis à população de baixa renda.

Com a queda nos preços e muitas indústrias que estão desenvolvendo essas placas solares, devem-se tornar mais competitivas as instalações de energia solar, disputando espaço com as demais fontes renováveis para projetos de grande escala ESPOSITO ; FUCHS, (2013), mas como é uma fonte intermitente, o armazenamento dessa energia produzida torna-se inviável, recomendando-se, assim, sua conexão à rede elétrica complementar MOEHLECKE et al., (2010).

Como essa geração de energia elétrica ocorre com a presença da luz solar e em horário distinto ao de pico de consumo, segundo Cabello e Pompermayer (2013), alternativas eficientes poderiam ser implementadas para contornar essa deficiência da energia solar.

2.1. Células Fotovoltaicas

Nas células fotovoltaicas, ocorre uma reação dos materiais envolvidos, os chamados semicondutores, devido à presença de energia nos elétrons nas camadas de valência dos minerais envolvidos; e, como são divididas em partes, a outra parte é responsável em captar essa energia liberada pela agitação dos elétrons na presença da luz solar, e essa parte é denominada de bandas de condução.

Para Cometta (1978), o funcionamento dessas células fotovoltaicas é que trabalham de maneira que os fótons incidentes, colidindo diretamente com os átomos dos materiais semicondutores, causam um deslocamento dos elétrons. Através desse estudo, observou que a captura desses elétrons antes de retornarem a seus orbitais atômicos ponderam-se captados e usados como corrente elétrica COMETTA, (1978).

Há estudos que comprovam a disponibilidade de vários tipos materiais semicondutores encontrados na Terra, o mais utilizado e conhecido na fabricação de células é o silício; como foi descoberto que seus átomos possuem quatro elétrons na camada de valência, e que fazem ligação com os elétrons do átomo vizinho, observou-se que estes formam uma rede cristalina. Para Crescesb (2006), para que ocorra essa rede cristalina, são adicionados elementos com cinco elétrons em sua camada de valência e elementos com três elétrons de ligação a partir de cujas ligações ocorre a rede cristalizada. Na interação dos elementos, pode-se observar que os primeiros possuem um elétron que está ligado fracamente, ficando mais distante do seu átomo de origem, assim facilitando o seu desligamento do átomo sem que necessite de muita energia térmica. Porém, essas interações dos elementos com três elétrons na camada de valência, necessitam de um elétron para formar as ligações com os átomos de silício; dessa maneira, com pouca energia térmica, um elétron passa a ocupar essa posição formando o equilíbrio em suas órbitas.

Devido a esse movimento de elétrons, gera-se uma diferença de potencial, deixando um acúmulo de elétrons de um lado, tornando-se negativo; porém do outro lado é positivo devido à falta de elétrons. Com essa reação, gera-se um campo elétrico que mantém os elétrons afastados. Nesse intervalo, os semicondutores captam a energia liberada dessa reação CRESESB, (2006). Tem-se uma controversa entre os autores Crescesb (2006) e Cometta (1978). Para este, utilizando-se de um material semicondutor que conduz à corrente elétrica, a sua resistência diminui ao elevar-se a temperatura, devido à presença de impurezas, diferente dos demais condutores metálicos normais.

2.1.2. Fabricação de placas fotovoltaicas

Hoje estão disponíveis no mercado, três tipos de células fotovoltaicas, silício cristalino, silício policristalino e célula de filme fino, as células fabricadas a partir do derretimento do silício de alto teor de pureza, denominadas de células policristalinas. Devido ao procedimento de fabricação, tornam-se células de menor custo, mas com menor rendimento também. Por outro lado, as células monocristalinas já exigem um controle mais rigoroso em sua produção, utilizando um alto teor de pureza do silício que, após o seu derretimento, forma-se um único cristal a partir do ordenamento dos átomos. Como esse processo exige um controle mais rigoroso em sua fabricação, deixa o seu valor mais elevado, mas pode ser compensado pelo seu desempenho na produção de energia. E, por último, tem-se as células de filmes finos, as quais não apresentam uma ordem e seu arranjo molecular; dessa forma, por não exigir um controle mais rigoroso em sua produção, há uma redução em seu custo comparado com as demais. Há uma desvantagem em sua vida útil, considerada inferior quando comparada com a monocristalina e a policristalina, BORGES NETO; CARVALHO, (2012).

Segundo Crescesb (2006), a célula fotovoltaica é a menor unidade de conversão de energia luminosa proveniente do sol, em energia elétrica. Apresenta vários tipos de células quanto à caracterização do material semicondutor. Como princípio ativo, praticamente todas as células fotovoltaicas, em sua fabricação, utilizam o silício por seus elétrons terem essa facilidade de reação com pouca energia térmica.

Outro material utilizado na composição das células fotovoltaicas é o Fósforo, por ser um mineral mais abundante no meio ambiente, sendo também encontrado nas células do corpo humano. É também um mineral essencial encontrado nos alimentos e chave para a vida saudável das plantas.

Em estudos realizados por Szkopek (2015), observou-se que, quando os elétrons se movem em um transistor de Fósforo, eles o fazem apenas em duas dimensões, com praticamente as mesmas características do silício. Essa descoberta sugere que o Fósforo pode ajudar os engenheiros a desenvolverem grandes propostas da eletrônica futura, projetando transistores com eficiência energética com capacidade igual ao silício SZKOPEK, (2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção do protótipo de placa solar fotovoltaica proposto neste trabalho, utilizou-se de minerais que, na presença da luz solar, têm seus elétrons agitados e quando combinados (minerais carregados eletronegativos e eletropositivos) manifestam um campo elétrico que, com o uso dos fios de cobre, permite captar essa energia do campo elétrico e conduzir até um inversor que fará a ligação na rede elétrica.

Para a construção do protótipo da placa solar fotovoltaica, baseado em Calvete e Carvalho (2010) utilizaram-se os seguintes materiais: 02 placas de vidro comum de dimensões 20 x 30 cm e 4 mm de espessura; mineral bórico (20g), Fósforo (20g), Sulfato de cobre (20g), 15 m de fios de cobre, 50 ml de água e Papel A4 (celulose).

O vidro, devido a sua característica translúcida, permite a incidência dos raios solares sobre os elementos químicos e, ao mesmo tempo, protege-os no interior da placa.

O ácido bórico é um mineral usado na agricultura e é encontrado em abundância na natureza, tem como característica ser um pó esbranquiçado e tem diversas aplicações na indústria metálica, têxtil e até mesmo na indústria alimentícia como conservante LIDE, (2005); a utilização desse mineral deu-se devido às suas propriedades químicas de interagir com os demais componentes.

O Fósforo mineral é utilizado também na agricultura como nutriente para a vegetação em geral. É absorvido pelas raízes e depois devolvido por excremento ou com a morte desse vegetal ou animal. Sua fórmula química é P, também pode ser encontrado nas rochas, ATKINS; JONES, (2005). O uso do Fósforo deu-se devido à sua característica de interagir com os demais minerais na fabricação das placas.


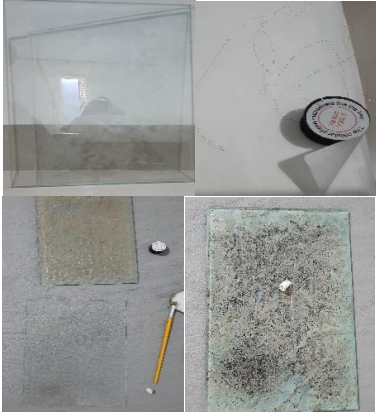
O cobre foi um dos minerais mais antigos a ser minerado pelo homem e até hoje tem um grande destaque na indústria eletrônica, sendo um dos principais componentes C. J. JONES, (2002); por ser um mineral de alta capacidade de condução da corrente elétrica, tem larga utilização comercial. No desenvolvimento dessa placa, foi utilizada formulação de sulfato de cobre dado às suas características de fazer ligações com os demais minerais.

A água é um dos elementos indispensáveis à vida, tanto dos seres humanos como dos vegetais e animais. É um solvente universal e abundante em nosso planeta. Utilizou-se desse elemento para fazer a dissolução dos minerais que se encontravam na forma sólida. No processo de construção da placa solar, utilizou-se a celulose para fazer a separação dos componentes envolvidos. Utilizou-se lâmpadas de LED de 12 volts para verificar a produção de energia gerada pela célula desenvolvida.

As placas foram confeccionadas no formato “sanduíche”, no qual os elementos ficam organizados entre as duas placas de vidro translúcidas. No processo de fabricação das placas, procedeu-se da seguinte forma: após ter-se definido o tamanho de 20x30 cm para cada célula, prepararam-se as placas de vidro em uma superfície plana e limpa.

Em seguida dissolveu-se o sulfato de cobre em uma proporção de 5 gramas em 10 ml de água e seguiu-se esse procedimento nas mesmas proporções para o ácido bórico e fósforo, (figura 1); preparou-se o fio de cobre de modo que ficasse em forma de serpentina na célula a ser confeccionada, utilizando um tabuleiro como molde para ficar uniforme a serpentina; cortou-se o papel celulose no tamanho de 20x30 cm. Após todos os materiais e as soluções já estarem preparados, iniciou-se a montagem da célula, aplicando uma camada da solução do Fósforo em um dos lados da superfície da placa de vidro; para a outra placa de vidro, aplicou-se a solução de ácido bórico e, em seguida, colocou-se sobre a primeira placa de vidro a serpentina de fio de cobre, de maneira que sobrassem 5 cm em cada ponta do fio; em seguida, aplicou-se no papel de celulose a solução de sulfato de cobre e posicionou-se o papel sobre a

serpentina já posicionada na placa de vidro e, em seguida, colocou-se a segunda placa, finalizando a célula, (figura 2).

	
<p>Figura 1. Preparação das soluções</p>	<p>Figura 2. Montagem da placa vidro superior</p>
<p>Solução de Fósforo, Ácido Bórico, Sulfato de Cobre e Água para uso nas soluções.</p>	<p>Materiais utilizados na montagem da placa</p>

Como o projeto era desenvolver um protótipo com um custo mais acessível a sociedade, buscou-se trazer o custo real dos materiais utilizados na concepção do projeto de uma célula de tamanho 20 x 30 cm, na tabela a seguir podemos observar o custo real de cada item proporcional que se utilizou-se.

Custos dos Materiais			
Matriaral	Quantidade	Custo	Valor
Ácido Borico	0,0050	8,500	R\$ 0,043
Água	0,0300	0,001	R\$ 0,000
Cobre (fio 0,1 mm)	1,0000	6,350	R\$ 6,350
Fosforo	0,0050	4,800	R\$ 0,024
Papel (celulose)	1,0000	0,040	R\$ 0,040
Sulfato de Cobre	0,0050	6,250	R\$ 0,031
Vidro (placa de 200x300x4 mm)	2,0000	5,150	R\$ 10,300
		Custo Total	R\$ 16,788

Com base nesses valores pode-se fazer a comparação com a placa solar convencional. Hoje em média uma placa solar convencional tem um custo entre 1080,00 a 1392,00 R\$ segundo NEOSOLAR, (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de desenvolvimento das Células Solares deu-se através do conhecimento químico dos produtos utilizados que, ao serem expostos aos raios solares, produziam uma agitação nos elétrons mais distante da camada de valência desses elementos, gerando uma energia quando recebiam a luz solar.

Com essas informações, partiu-se para uma nova etapa da pesquisa, que consistiu em identificar como fazer a captação dessa energia liberada. Assim, buscou-se um elemento que captasse essa energia e conduzisse-a até um receptor que transformasse essa energia em energia elétrica. Nesse processo, buscou-se um metal ótimo condutor de energia, que é o Cobre.

Diante do desafio proposto em buscar uma alternativa com um valor mais acessível, verificou-se que tem uma redução bem significativa em seu valor da confecção do protótipo desenvolvido, quando comparado com os convencionais, podendo chegar a mais de 50 % do valor. Sendo que, para seu funcionamento ambas utilizaram o mesmo tipo de inversores para converter a energia produzida.

O processo revelou-se desafiador, pois diversos obstáculos se revelaram na aquisição de certos materiais como, por exemplo, o Fósforo que, em razão de seu uso inadequado poder causar explosões, tem seu comércio restrito. Ao se deparar com esse problema, buscou-se uma alternativa que foi o uso do Fósforo proveniente dos fertilizantes. Como sua pureza não é 100 %, comprometeu a eficiência na produção de energia, mas, mesmo assim, possibilitou um resultado satisfatório, o qual foi verificado através do uso de uma lâmpada de LED de 12 volts. Essa lâmpada foi conectada aos fios de cobre da célula desenvolvida e quando exposta à luz solar, a lâmpada acendia, repetindo-se por vários dias o mesmo procedimento e o mesmo resultado, o que confirmou que a célula tem a capacidade de produzir energia (figura 3).



Figura 3. Teste célula de Energia Solar

A partir de uma simples incógnita chegou-se a uma realidade que pode proporcionar evolução ao mundo das Células Solares, considerando que o desenvolvimento dessa pesquisa é apenas um passo inicial para geração de novas alternativas à produção de energia; e continuará em andamento para verificar sua capacidade energética e vida útil das células aqui desenvolvidas.

5. CONCLUSÃO

Na busca por novas tecnologias, este estudo teve foco em desenvolver uma célula solar capaz de captar essa energia, de um modo eficiente sem trazer destruição e poluição ao meio ambiente, assim como proporcionar o uso em diversos ambientes, com vistas a substituir as fachadas e janelas de edifícios, empresas e residências. A proposta dessa pesquisa era buscar uma nova tecnologia que produzisse energia solar com baixo custo para torná-la acessível à sociedade mais carente, mas seu resultado também possibilitou uma descoberta ainda melhor, a utilização dessa tecnologia em aberturas como uma fonte de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, BALA, HUO and MATIN, 2009. **A Model For The Quality Of Life As A Function Of Electrical Energy Consumption**. Received 5 March 1990; received for publication 30 July 1990. Disponível em: <http://www.geni.org/> , acessado em julho de 2020.
- Augusto Cesar Matavelli. Energia solar: **geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas**, Universidade de São Paulo escola de engenharia de Lorena – eel USP publicado em 2013.
- Borges Neto, M. R.; Carvalho, P. C. M. D. **Geração de energia elétrica: fundamentos**. São Paulo: Érica, 2012.
- C. J. Jones. **Química dos Elementos dos Blocos d e f**, 1 Ed.; Bookman, Porto Alegre, 2002.
- David L. Nelson; Michael M. Cox. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6ª Edição Autor: Editora: ARTMED Páginas: 1336 Ano: 2014.
- Carvalho, E. F. A.; Calvete, M. J. F. Energia Solar: **UM PASSADO, UM PRESENTE... UM FUTURO AUSPICIOSO**, Artigo disponível em; *Rev. Virtual Quím.*, **2010**, 2 (3), 192-203. Data de publicação na Web: 5 de dezembro de 2010.
- Desenvolvida no âmbito do projecto POCI/CTM/58767/2004; **Photovoltaic cells based on conducting polymers and anthocyanins**. Universidade de Lisboa, acesso em março de 2020.
- Elliott, S.R. **Sólidos amorfos: uma introdução**. In: Catlow, C. R. A. (eds.), "Defeitos e desordens em sólidos cristalinos e amorfos", Série dos Institutos de Estudos Avançados da OTAN; Série C, Ciências Matemáticas e Físicas, 418, Kluwer Academic Publishers 1994.
- Eliane ALMEIDA, **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**. Doutoranda em Educação pela UTAD/Portugal, Mestre em Organização Humana do Espaço / IGC/UFMG, FEA - UNIVERSIDADE FUMEC 2015.
- FRANK, J.; WITTCROW, E. **Why will Benson boilers replace drum boilers in coal – fired powerplant world wide**. Power-Gen, Asia, 1997.
- GOLDEMBERG, j.; VILLANUEVA, L.D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 2 Ed Revisada. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.
- GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA MATRIZ ELÉTRICA DE CURITIBA E REGIÃO**: Disponível em; UM ESTUDO E CASO. <https://www.academia.edu/25030657/UNIVERSIDADE>; acesso em março de 2020.
- Lide, D. R., ed. (2005). **CRC Handbook of Chemistry and Physics** 86th ed. Boca Raton (FL): CRC Press. 88 páginas. ISBN 0-8493-0486-5.
- Manual de engenharia para **sistemas fotovoltaicos** (PDF). Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB. Publicado em março de 2014.

NEOSOLAR, rua Coronel Paulino Carlos, 176 04006-040 Paraíso. São Paulo. SP. Brasil, Fone +55 11 4328 5113. Contato em outubro de 2020.

Paulo A. Meyer M. Nascimento; **CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INDÚSTRIAS DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS NO BRASIL**, ano 2015.

PEREIRA, E. B., et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

ROGGIA, L.; et al. **Design of a sustainable residential microgrid system including PHEV and energy storage device**. In: Proceedings of the 2011-14th European Conference on Power Electronics and Applications. p. 1-9, 2011.

Rüther, Ricardo, **EDIFÍCIOS SOLARES FOTOVOLTAICOS**. Edifícios solares fotovoltaicos : o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil / Ricardo Rüther. – Florianópolis : LABSOLAR, 2004.

Rodrigues, Fabricio; WODIHY, Juliano; GONÇALVES, Alexandro. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 13. pp 167-180 janeiro de 2017.

K. C. O. Ferioli, **Projeto de Sistema Fotovoltaico Isolado OFF GRID. Autores**; Instituto de Estudos Superiores (IESAM), Belém, Pará, Brasil, A. L. Vilhena, Instituto de Estudos Superiores (IESAM), Belém, Pará, Brasil, artigo publicado em 2013.

Kuramoto, R. Y. R. e Appoloni, C. R. Renato Yoichi Ribeiro Kuramoto Carlos Roberto Appoloni, **UMA BREVE HISTÓRIA DA POLÍTICA NUCLEAR BRASILEIRA** Ens. Fís., v. 19, n.3: p.379-392, Departamento de Física UEL, Londrina – PR 2000.

V. Tayari, N. Hemsworth, I. Fakh, A. Favron, E. Gauffrès, G. Gervais, R. Martel, T. Szkopek. **Magnetotransporte bidimensional em um poço quântico nu de fósforo preto**. Disponível em; *Nature Communications* , 2015; 6: 7702 DOI: 10.1038 / ncomms8702; acesso em março de 2020.

VESENTINI, J. W. Geografia: o mundo em transição. “**As usinas hidrelétricas suprem apenas 2,5% da energia total e 15% da eletricidade produzida pela humanidade**”. São Paulo: Ática, 2012. p.78.

WINEMILLER, K. O. et al. **Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong**. Science, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.

WCD, 2000. **The World Commission on Dams. Dams and Development – A new framework for decision-making**. The report of the Word Commission of Dams. Earthscan Publications.