

**ABIMAEI SEFAR RAMOS SOARES
ADRIANA TAVARES ANDRADE
DANIEL NASCIMENTO-E-SILVA**

SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR E SEUS COMPONENTES

ISBN: 978-65-00-10321-2

CDL



9 786500 103212

Daniel Nascimento e Silva, Editor

**SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR
E SEUS COMPONENTES**

ABIMAE L SEFAR RAMOS SOARES
ADRIANA TAVARES ANDRADE
DANIEL NASCIMENTO-E-SILVA

SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR E SEUS COMPONENTES

1ª Edição

Daniel Nascimento e Silva, Editor

MANAUS – AMAZONAS
2020

Foto da capa: <httpswww.pexels.compt-brfotoalvorecer-amanhecerc-arvore-arvores-210267.jpg>

Diagrama da capa: Daniel Nascimento e Silva

Diagramação do miolo: Daniel Nascimento e Silva

Revisão: Paulo Ubiratã Ferreira Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Lumos Assessoria Editorial

Bibliotecária: Priscila Pena Machado CRB-7/6971

S676 Soares, Abimael Sefar Ramos.

Sistemas de energia solar e seus componentes [recurso eletrônico] / Abimael Sefar Ramos Soares, Adriana Tavares Andrade e Daniel Nascimento-e-Silva. — 1. ed. — Manaus : D. N. Silva, 2020.

Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-00-10321-2

1. Energia solar. 2. Sistemas de energia fotovoltaica. 3. Geração de energia fotovoltaica. 4. Células solares. I. Andrade, Adriana Tavares. II. Nascimento-e-Silva, Daniel. III. Título.

CDD 621.47

Esta obra poderá ser livremente distribuída e compartilhada, desde que cite a fonte: SOARES, Abimael Sefar Ramos; ANDRADE, Adriana Tavares; NASCIMENTO-E-SILVA, Daniel. **Sistemas de energia solar e seus componentes**. Manaus: D. N. Silva Editor, 2020.

Para todo o povo amazônico

SUMÁRIO

Introdução, 6

Energia solar: uma definição conceitual, 9

A conversão da energia solar, 17

Como funciona o processo fotovoltaico, 22

O sistema heliotérmico e seus componentes, 26

Células fotoeletroquímicas, 30

Eletrólito, 31

Células fotovoltaicas, 32

Semicondutor, 32

Conclusão, 35

Referências, 38

INTRODUÇÃO

As sociedades da informação são carentes de energia. E essa necessidade é constantemente crescente, de maneira que o estoque de energia atualmente gerada é insuficiente para a demanda das sociedades planetárias por diversas razões, especialmente devido ao desperdício, que desequilibra a relação produção x consumo. Grande parte da energia gerada é desperdiçada no caminho que vai da fonte de produção para as unidades consumidores. É preciso, portanto, não apenas

aumentar a produção de energia, mas essencialmente diminuir o desperdício da energia gerada.

Um olhar panorâmico de um futuro próximo permite desvelar a potencialidade dos sistemas de energia solar no suprimento e redução dos desperdícios de energia, como se pode deduzir dos estudos de Nakabayashi (2014) e Cronhjort et al (2015). A cada ano que passa, a tecnologia e os procedimentos de aproveitamento dessa energia têm sido aperfeiçoados e seus custos, reduzidos, já sendo viáveis, em comparação com os custos crescentes da energia baseada em combustíveis fósseis, por exemplo.

Diversos estudos têm sido feito no sentido de estabelecer um equilíbrio técnico e econômico do aproveitamento da energia solar por diferentes tipos de usuários (CARDOSO, 2006; SILVA et al, 2018; SILVA; COSTA NETO, 2019; DINIZ, 2016). E

quanto mais a viabilidade é constatada, mais são desenvolvidos sistemas específicos, como o de armazenamento para residências (LOPES, 2016), escolas (PASSOS, 2015), integração de fontes renováveis (REIS; JOTA, 2018) e novos tipos de painéis (FERREIRA, 2010), dentre vários outros. É preciso gerar energia, mas também é fundamental a preservação ambiental.

O fato é que, ao aliar suprimento de fontes renováveis de energia com preservação ambiental, uma nova mentalidade começa a ser criada, inclusive fazendo parte da matriz curricular do ensino médio, como mostrou a pesquisa de Domingos, Vieira e Nóbrega (2016). Neste sentido, este estudo teve como objetivo explicar o que é a energia heliotérmica e quais são os seus principais componentes tecnológicos, em um esforço de popularização do

conhecimento científico nessa área e de expansão da consciência da população atual e futura do planeta.

Está organizado em cinco partes. A primeira apresenta uma definição conceitual de energia solar a partir da qual serão geradas as explicações sobre como acontece a conversão da energia heliotérmica em outros tipos de energias que podem ser utilizadas no dia a dia, que estão contidas na segunda parte. A terceira explica especificamente como funciona o processo fotovoltaico, enquanto a quarta mostra o sistema heliotérmico e seus principais componentes. A quinta parte é a conclusão, seguida das referências, com as informações completas sobre os estudos e obras citadas ao longo do livro.

ENERGIA SOLAR: UMA DEFINIÇÃO CONCEITUAL

Energia solar é a energia proveniente do sol e pode de ser transformada em outras formas de energia (PHIRI, 2014; XAVIER, 2019; DEVI, 2014). O aproveitamento da luminosidade emanada pelo sol de maneira eficiente propicia a possibilidade de modificá-la sob outra perspectiva energética, trazendo mais benefícios para quem a utilizar, porque é um recurso natural praticamente inesgotável. Por essa razão, a solar está entre os tipos de energia de mais baixo custo aquisitivo.

A incidência dos raios de luz em quantidade abundante mostra o grande potencial energético mundial e os estudos feitos comprovam a eficácia dessa matriz energética. Há inúmeros projetos voltados à captação desse tipo de energia para ser aproveitada de outras maneiras. Esse aumento crescente tem feito baixar o custo em valor quanto ao consumo de energia, principalmente quando comparado com alguns lugares do mundo onde a energia tem custo elevadíssimo, pelo fato de ser gerada por combustível fóssil. A fóssil, além de ser cara, ainda polui bastante a atmosfera da Terra, trazendo danos à saúde da população.

A energia solar pode ser definida, de forma simples, como a energia que pode ser aproveitada a partir da radiação emitida pelo Sol, que se caracteriza por ser inesgotável e por estar disponível sem qualquer custo (COSTA, 2019; CHAGGARIS;

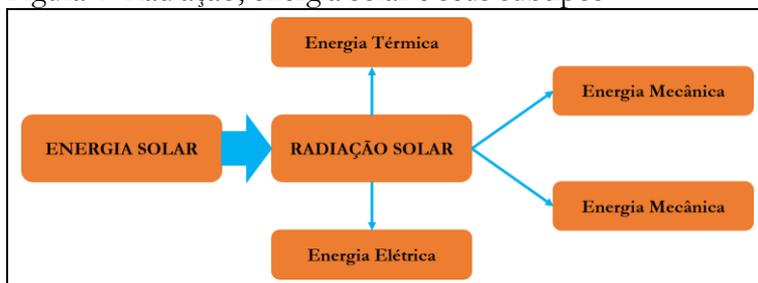
MULLER; PREEDAWAN, 2013). Portanto, é a energia radiante eletromagnética resultante de processos de fusão nuclear no sol, susceptível de ser modificada e transformada em outras energias.

Essa energia está disponível em qualquer lugar onde os raios solares possam alcançar. Exemplo disso é a Amazônia. Nessa região há uma massa muito grande de incidência de raios solares que, se fossem aproveitados adequadamente, poderiam ser usados em grande escala, diminuindo, assim, o custo gasto em energia elétrica proveniente da queima de combustível fóssil.

Sabe-se que o método de captação dessas amplitudes de ondas e o aprimoramento das técnicas são bem simples. É considerada como energia totalmente sustentável, energia limpa como é conhecida, pois não libera na terra nenhum tipo de gás que possa ser prejudicial à saúde de qualquer ser

vivo. A figura 1 mostra a energia solar como aquela proveniente da radiação solar e os diferentes tipos de aproveitamento energético.

Figura 1. Radiação, energia solar e seus subtipos



Fonte: Dados coletados pelos autores.

Os estudos de Braz, Braga e Rodrigues (2016) e Pio et al (2017) confirmam que a solar pode ser definida como qualquer tipo de captação de energia luminosa e térmica proveniente do sol e que pode ser transformada em fonte utilizável pelo homem para aquecimento de água ou também como energia elétrica ou mecânica. Nesta definição fica claro que é

todo tipo de obtenção de energia luminosa e térmica procedente do sol e, depois, convertida em elétrica ou mecânica.

Energia solar seria quase que equivalente a um processo. A captação dos raios solares e energia calorífica, ou seja, a luz e o calor (alta temperatura), através dos recursos tecnológicos adequados, facultam o alcance dessa energia limpa e renovável. Na segunda etapa do processo, pode ser convertida diretamente em eletricidade a partir de energia fotovoltaica que utiliza placas com esse intuito. Ainda é vista como uma tecnologia do futuro, totalmente silenciosa e não polui o meio ambiente. Essas características confirmam o fato de que provém de fonte limpa e inesgotável.

Fiorotti (2015) define energia solar como a obtida do sol e que chega à superfície da terra como ondas eletromagnéticas (fótons). A energia térmica é

utilizada principalmente para aquecimento de água e energia elétrica, obtida através de painéis fotovoltaicos e que hoje já são utilizados inclusive por indústrias sustentáveis. A energia solar é transmitida para a terra através das ondas eletromagnéticas, que possuem frequências e amplitudes diferentes. Quanto maior a frequência, maior a energia transmitida e menor o comprimento da onda. Também o estudo de Guimaraes e Malagon (2016) mostra que o termo energia solar diz respeito a qualquer forma de energia captada dos raios solares e se divide em térmica e luminosa.

O estudo de Teixeira et al (2014) explica que a radiação eletromagnética é uma forma de propagação de energia por meio de variação temporal dos campos elétricos e magnéticos da onda portadora. A energia radiante é dissipada no espaço e pode ser deslocada no vácuo por meio da

intercorrência de vetores elétricos e força de atração de profusão originárias do sol. Assim, para este estudo, energia solar é toda radiação eletromagnética proveniente do sol passível de ser transformada em outros tipos de energia.

A CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR

A energia do sol pode ser convertida em elétrica, térmica, mecânica, química e energia útil de acordo com a tecnologia adotada. A literatura mostra a grande capacidade anunciada desta fonte energética e a possibilidade extraordinária de expansão de seu uso. Essa energia é proveniente dos elétrons e tem alta temperatura. Se canalizada através de receptores específicos, proporciona movimentos dos corpos que, por sua vez, produzem energia cinética, mudanças fotoquímicas ou mesmo a invenção de um novo método de extração.

O estudo de Baptista (2006) certifica que a energia solar pode ser convertida em energia elétrica através do efeito fotoelétrico, realizado por sistemas termossolares ou por células fotovoltaicas. Esse processo cria uma tensão ou corrente em um material que capta a radiação solar. Os instrumentos utilizados expostos à radiação eletromagnética relativamente alta induzem a emissão de elétrons, que podem ser direcionados sobre forma de eletricidade. Em ambos os casos, há utilização de tecnologia termossolar ou fotovoltaica.

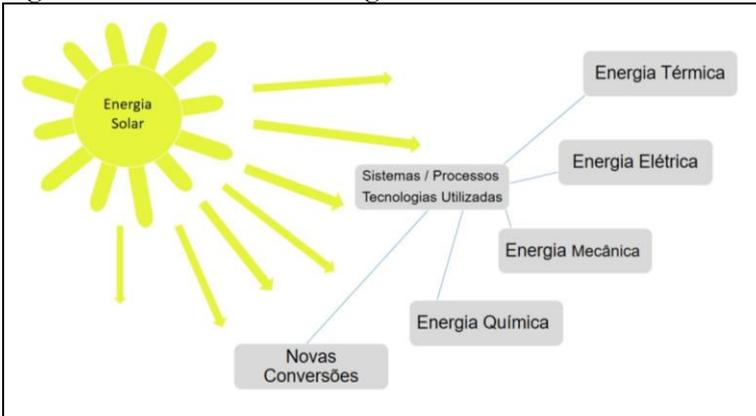
As pesquisas de Ferreira, Santos e Maciel (2013), Conceição e Schneider (2000) e Teixeira et al (2014) confirmam que essa energia radiante pode ser transformada em elétrica, térmica e mecânica. Ocorre o deslocamento da célula fotovoltaica gerando um fluxo contínuo de elétrons. Em outro método, o calor se desloca por coletores solares.

Esse movimento gera energia térmica. Posteriormente, esses movimentos de deslocação podem ser utilizados como energia mecânica. A luz solar em outra perspectiva e meios distintos admite novas transformações. A condução de energia térmica sobre forma de calor propicia também outras conversões.

Portanto, a transformação da energia solar pode ser em energias química, elétrica e térmica (TAVARES, 2016; BRUZIQUESI, 2018; BORGES, 2008; SILVA; RODRIGUES; SILVA, 2014). Ela ocorre através de processos que utilizam as células fotoeletroquímicas e canalizam a radiação do sol através de mudanças químicas, transformando-a em energia. Essa metamorfose também ocorre em organismos vivos, ou seja, fotobioquímicos. E, no caso da eletricidade, aplicando-se o calor em uma superfície semicondutora, ocorre o escape de

elétrons e potencialmente energia. É o calor sendo transferido à outra superfície e transformando em energia térmica. A figura 2 sintetiza os processos de conversões de energia solar.

Figura 2. Conversões da energia solar



Fonte: elaborado pelos autores.

Através de sistemas e tecnologias adequadas, esse potencial energético pode ser expandido e os métodos de captura, aprimorados. O conceito de energia útil está diretamente associado à máxima

utilização desses recursos de maneira eficiente. A abundância de luz e calor, em consonância com as métodos já comprovados, que garantem a obtenção de eletricidade, energia térmica, mecânica, química, e que deixa em aberto a possibilidade de novas conversões, instiga o querer conhecer o processo e desenvolver novos recursos mais eficazes dos que os já conhecidos.

COMO FUNCIONA O PROCESSO FOTOVOLTAICO

Cavalcante, Carvalho e Lima (2005), Vasconcelos e Marranghello (2014 e Vasconcelos (2014) explicam que o processo fotovoltaico é a transformação direta da luz em eletricidade através de células solares. Essas células geram corrente contínua e corrente alternada, ou ambas, com a utilização de inversores. A radiação solar muda diretamente para energia elétrica ao produzir uma diferença de potencial, em um sistema que tem como parte fundamental a célula solar. Neste processo, o

fluxo de elétrons pode ser direcionado em forma de energia elétrica.

Segundo Fernandes (2012) e Santos (1997), o processo fotovoltaico inicia com a entrada dos fótons nas células do receptor que, ao se chocarem com os elétrons já existentes, causam deslocamento de elétrons. Isso acontece devido ao fato de que os materiais utilizados no receptor são feitos de silício, material semicondutor. Essa energia luminosa penetra no receptor e colide com os elétrons existentes ali, forçando uma diferença de potencial e dando origem a uma movimentação desses elétrons em forma de corrente elétrica. A luz é convertida ao se chocar com os elétrons presentes em um dispositivo de silício e ocasiona o fluxo de elétrons.

O estudo de Cândido (2017) mostra que o sistema fotovoltaico é composto de quatro etapas: absorção da luz, geração de cargas, transporte e a

captura da carga. Essas etapas são bem distintas e iniciam com a coleta da radiação solar, produção de indução, movimentação e captura. A captura da energia solar é feita através da utilização das células fotovoltaicas. A energia solar em contato com os elétrons presentes neste receptor que, ao colidirem, produzem uma diferença de tensão, induzindo a passagem de elétrons, que são transportados através do material semicondutor e posteriormente coletados em forma de energia elétrica.

O processo fotovoltaico, portanto, é a dinâmica entre a absorção da luz solar e a indução elétrica (ANDRADE et al, 2012). O sistema funcionaria basicamente sob essas duas etapas, que estão entre a captura da radiação solar e a indução de elétrons. A absorção e posteriormente conversão dessa energia luminosa por células fotovoltaicas são

um processo que exige que esses dispositivos sejam eficazes.

O SISTEMA HELIOTÉRMICO E SEUS COMPONENTES

O processo heliotérmico tem início com a reflexão dos raios solares diretos, utilizando um sistema de espelhos, chamados de coletores ou heliostatos, onde o coletor capta a radiação solar e a converte em calor (CARVALHO, 2016; PRESENTE, 2018; COUTO, 2016). O processo heliotérmico, da energia proveniente dos raios

solares, se inicia com a reflexão desses raios diretamente em espelhos ou heliostatos, que coletam ou captam a radiação que é convertida em calor. O calor é transferido para um fluido, que é aquecido. É uma tecnologia que leva baixo consumo de energia. Além desses atributos, os coletores rastreiam e acompanham a posição do sol para que emitam os raios captados para um foco de receptores que irão absorvê-los e transformá-los em outros tipos de energias que não agridem o meio ambiente, pois é uma energia limpa.

Esposito e Fuchs (2013) se referem à energia solar heliotérmico como geração de energia elétrica pela irradiação solar. A energia solar heliotérmica, também conhecida como geração heliotérmica, termossolar ou *concentrated solar power* (CSP), é dada como a segunda fonte de geração de energia através da incidência de luz solar. Ela é absorvida por

espelhos coletores de radiação solar que a transforma em energia térmica, que será utilizada na geração de eletricidade e, posteriormente, em energia elétrica.

Zilles (2004) explica que as usinas heliotérmicas não utilizam o efeito fotovoltaico para converter a radiação emanada do sol em eletricidade. A energia solar heliotérmica é um tipo de energia não captada por células fotovoltaicas. Essa forma de converter energia tem um baixo custo em relação às células fotovoltaicas porque as placas fotovoltaicas são bastante caras. Para gerar energia heliotérmica, o calor é a principal fonte. Isso ocorre quando a usina opera coletando, transportando, armazenando e convertendo todo calor em eletricidade.

É por isso que Mantovani, Neumann e Edler (2017) se referem à energia heliotérmica como o processo de uso e acúmulo do calor proveniente dos raios solares para a utilização em processos

industriais que demandam altas temperaturas ou para gerar eletricidade. A produção de energia solar heliotérmica acontece de forma indireta: o calor é absorvido e transferido para um fluido, que é aquecido e gera vapor para movimentar a turbina que, por sua vez, aciona um gerador e produz energia.

Assim, a energia heliotérmica proveniente do sol é primeiro convertida em energia térmica por meio de coletores e receptores (TAVARES, 2016). O Sol é a principal fonte para a produção de energia solar heliotérmica. Através do movimento de calor, essa energia é convertida em outras energias, como em energia mecânica, que tem como resultado uma energia elétrica totalmente renovável e limpa.

Células fotoeletroquímicas

Santos (2005) define células fotoeletroquímicas como sistemas que têm como base o efeito que acontece na interface do semicondutor/eletrólito. As células fotoeletroquímicas captam a energia solar e induzem um fluxo de elétrons com a utilização de processos químicos ou de compostos químicos. Esses efeitos acontecem nos dispositivos semicondutores / eletrólitos através da troca de informações.

As células fotoeletroquímicas são, portanto, um dispositivo gerador de fotocorrente, que contém um semicondutor que mantém contato com o eletrólito (ALMEIDA et al, 2012). As células fotoeletroquímicas são mecanismos que transformam luz em corrente elétrica, conhecidos como fotocorrentes ou fotoelétricas, porque têm um

semicondutor relacionado com o eletrólito e que transfere as cargas de energia.

Eletrólito

Os estudos de Borges, Maiorka e Silva (2003), Lisboa et al (2014), Rodrigues (2003), Fonseca (2012), Moraes (2010) e Brêtas 2009 definem eletrólito com uma substância química que se dissocia nos seus constituintes iônicos e tem como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. Para Sica (2006), o eletrólito pode ser considerado um condutor iônico (solução). É importante observar que os eletrólitos são soluções químicas que com a ação do intemperismo atmosférico estão sujeitas a deterioração, formando finas camadas ou partículas uniformes de água, que se organizam sobre uma superfície de metal.

Células fotovoltaicas

O estudo de Lacerda (2010) define células fotovoltaicas como dispositivos semicondutores que transformam a energia luminosa em eletricidade. Esses equipamentos atuam como conversores da luz radiante diretamente em energia elétrica. Em sua composição, são utilizados materiais altamente condutores, intermediários, por aumentarem sua condutividade ao receberem altas cargas de luz solar. Sua utilização é imprescindível para o aproveitamento de fótons em um potencial grande de energia.

Semicondutor

Os semicondutores são sólidos cristalinos de condução elétrica intermediária entre condutores e isolantes (BOERY, 2011). Sendo um material

consolidado e tendo uma característica de moléculas espacialmente ordenadas, são muito sensíveis à variação de temperatura, o que propicia seu uso em sistemas que necessitem de componentes com potencial de induzir a passagem de elétrons. A mudança de temperatura dá início à sua capacidade de condução. Funcionam como intermediários entre os condutores e isolantes.

O estudo de Covre (2016) mostra que o semicondutor é um sólido isolante a 0 K. Possui um *gap* de energia de maneira que excitações térmicas podem aumentar significativamente sua condutividade. Portanto, o dispositivo sólido funciona como isolante a 0 K, condução muito sensível à variação de temperatura, que impulsiona consideravelmente sua força condutiva. De maneira geral, seria como um separador iniciado no contato

com uma variação térmica mínima, menores do que o ponto de fusão do material do qual é composto.

Por sua vez, o estudo de Batista et al (2015) reafirma o semicondutor como um sólido que possui energia *gap* finita, geralmente abaixo de 4 ev. Isso resulta em moderadas densidades de carga e condução à temperatura ambiente. Nesse processo, o dispositivo tem uma energia de abertura definida, que eventualmente é acima de 4 ev, que dá início consequente a uma diferença de potencial e gera um fluxo contínuo, quando há excesso de calor. A equiparação da energia de entrada e a ambiente forçariam à indução de elétrons através do material.

CONCLUSÃO

Este estudo apresentou a energia solar como a energia proveniente do sol e que pode ser convertida em outras formas de energia de acordo com a tecnologia usada. Como radiação eletromagnética, é propagada através de fótons, movendo-se á velocidade da luz, o que causa variação temporal nos campos elétricos e magnéticos da onda que os transporta. Os processos para transformação desse potencial em benefício do homem são basicamente a captação e a conversão da energia solar luminosa.

A radiação luminosa pode ser convertida em energia térmica, elétrica, mecânica, química e possibilita novas formas de conversão, adotando-se como critério os estudos voltados para esse campo. Atualmente existem dois processos que são utilizados em maior escala: um que utiliza a captação e mudança da luz e outro a de calor. Novos sistemas já estão sendo estudados. Nesta investigação apresentamos também um que utiliza eletrólitos, que são substâncias químicas e estão a serviço desses esforços.

O processo fotovoltaico é a transformação direta da luz em energia elétrica com a utilização de células solares. Neste sistema a energia luminosa é absorvida através de um receptor chamado célula fotovoltaica, que são dispositivos sólidos de condução, funcionando como intermediários entre condutores e isolantes. O choque dos fótons com os

elétrons presentes no material semicondutor induz a corrente elétrica. No processo heliotérmico há reflexão da luz nos coletores (sistemas de espelhos) e sua converção em energia térmica. No sistema fotoeletroquímico, o semicondutor está em contato com o eletrólito (substância química) que, com a inserção da radiação luminosa, força a indução de elétrons.

O aproveitamento de fontes de energia limpa e que não esgotem a capacidade de recuperação do nosso planeta instiga à busca de estudar e aperfeiçoar tecnologias inovadoras para este fim. A finalidade é a qualidade de vida e bem-estar do ser humano, que é resultante da aplicação do conhecimento científico, se faz promissora e necessária neste intuito.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luiz Carlos Pimentel et al. **Filmes finos multicamadas de polímeros condutores, nanotubos de carbono e fulerenos modificados para aplicação na conversão de energia solar.** Tese (Doutorado em Química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2012.

ANDRADE, Pedro Brogueira et al. **Eficiência energética em edifícios: oportunidades e desafios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

BAPTISTA, Alessandra Sleman Cardoso. **Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BATISTA, Elisson Andrade et al. **Sínteses e caracterizações de nanocristais de óxido de zinco.** Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

BOERY, Mirella Nagib de Oliveira. **Obtenção controlada das nanopartículas e das fases cristalinas do dióxido de titânio.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BORGES, Duarte de Bragança. **Avaliação do impacto do solar térmico para produção de AQS**

e apoio à Climatização no âmbito da nova Regulamentação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

BORGES, Sebastião Aparecido; MAIORKA, Alex; SILVA, Ana Vitória Fischer da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003. DOI: 10.1590/S0103-84782003000500028.

BRAZ, José Emanuel do Vale; BRAGA, Eduardo Magalhães; RODRÍGUEZ, Jorge Moya. A utilização da energia solar como alternativa energética na Amazônia. **Revista Sodebras**, v. 11, n. 128, p. 145-151, ago. 2016.

BRÊTAS, Anilce de Araújo. Efeito do balanço eletrolítico da ração de suínos criados em clima quente. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologias

Agropecuárias). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009

BRUZIQUESI, Carlos Giovani Oliveira. Estudo fotoeletroquímico do CuBi_2O_4 modificado com cobalto para produção de hidrogênio via clivagem da água. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

CÂNDIDO, Kamilla de Faria. **Caracterização de sistemas orgânicos candidatos a fontes de energia renováveis**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2017.

CARDOSO, Alessandra Sleman. **Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no**

nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CARVALHO, Cássio Cardoso. **Fontes heliotérmicas:** um estudo sobre o funcionamento e o potencial de implementação da tecnologia no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

CAVALCANTE, Antônio W. A.; CARVALHO, Paulo C.; LIMA, Lutero C de. Célula combustível e bateria integrados a sistema fotovoltaico. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 26, n. 2, p. 196-206, dez. 2005.

CHAGGARIS, Christopher Paul; MULLER, Nicholas Patrick; PREEDAWAN, Sitthipat. **Alternative energy solutions.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências).

Worcester Polytechnic Institute, Worcester, UK, 2013.

CONCEIÇÃO, Sandro Tavares; SCHNEIDER, Paulo Smith. Simulação de sistemas solares usando Matlab/Simulink. In: **Salão de Iniciação Científica (12)**: livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

COSTA, Diogo Marques Ribeiro Carvalho. **Monitorização e análise da performance de duas centrais fotovoltaicas em Inglaterra**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.

COUTO, Lilia Caiado Coelho Beltrão. **Mensuração de impactos socioeconômicos de projetos energéticos renováveis no Brasil**: um estudo de caso para a energia heliotérmica. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

COVRE, Felipe Soares et al. **Estudo das propriedades ópticas de filmes finos e poços quânticos de GaAsPN/GaPN**. Dissertação (Mestrado em Física). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

CRONHJORT, Yrsa et al. Future of energy: powered by solar. In: NEUVO, Yrjö; ORMALA, Erkki; KUIKKA, Meri. (Eds.). **Bit bang 7: future of energy**. Aalto University: Helsinki, Finlândia, 2015, p. 71-92.

DEVI, PC Krishna. Survey on energy harvesting techniques. **International Journal of Science, Engineering and Computer Technology**, v. 4, n. 10, p. 256, 2014.

DINIZ, Thaís Nunes et al. análise de viabilidade econômica da instalação de postes com painéis solares na área externa da Universidade Federal de Goiás-Regional Catalão. In: **Simpósio de**

Engenharia de Produção, Catalão, 9 a 11 agosto 2016.

DOMINGOS, Alline Thamara de Sousa; VIEIRA, Camilla Maria da Silva; NÓBREGA, Monasses Marques da. Escola solar: uma proposta para aprendizagem do ensino médio. In: **Anais I CONIDIS...** Campina Grande, Realize Editora, 2016.

ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, n. 40, p. 85-114, dez. 2013.

FERNANDES, Christophe da Silva. **Microgeradores elétricos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica Industrial e de Computadores). Universidade do Minho, Braga, 2012.

FERREIRA, Alvaro Luís Gomes; SANTOS, Wilker Maciel dos. **Sistema fotovoltaico em residências:** uma abordagem de seu dimensionamento e uma análise da viabilidade de sua implantação em Caratinga-MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga, 2013.

FERREIRA, Catarina Isabel Almeida. **Implementação e estudo de um colector solar do tipo termossifão e de um sistema de painéis fotovoltaicos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

FIOROTTI, R. **Metodologia para determinar a potência firme das unidades de geração distribuída e sua aplicação no processo de previsão de demanda das redes de distribuição de energia elétrica.** Dissertação (Mestrado em

Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

FONSECA, Leonardo da Silva. **Balço eletrolítico em rações para suínos em crescimento**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

GUIMARAES, Lorena; MALAGON, Luis Arturo Gomez. Construção de um rastreador solar de dois eixos. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 1, p. 517-521, 2016. DOI: 10.25286/rep.v2i1.382.

LACERDA, Vinícius Sobreira. **Sistema monofásico de aproveitamento fotovoltaico caracterizado por baixa distorção harmônica injetada na rede e rastreamento de máxima potência**. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Elétrica). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

LISBOA, Mateus de Melo et al. Estresse nutricional e sua influência na produção de monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 4, p. 3595-3606, 2014.

LOPES, André Felipe Anhaia. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de energia residencial considerando produção PV, armazenamento e veículo elétrico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica). Instituto Politécnico do Porto, Porto, Portugal, 2016.

MANTOVANI, Paula Renata Albrecht; NEUMANN, Pamela Nicole; EDLER, Marco Antonio Ribeiro. Matriz energética brasileira: em busca de uma nova alternativa. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 4, n. 1, 2017.

MORAES, Marcelo Tadeu Thomaz de. **Balço eletrolítico para codornas japonesas (Coturnix Coturnix Japonica) na fase de produção.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

NAKABAYASHI, Renny Kunizo. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras.** Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PASSOS, Ângelo António Fernandes dos. **Eficiência energética em edifícios e instalações escolares.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica de Computadores). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.

PHIRI, Felton Otrain Manani. **Energy poverty of rural households in Malawi: potential for renewable energy options and more efficient use of**

biomass to reduce vulnerability. Dissertação (Mestrado em Estudos de Desenvolvimento Internacional). Norwegian University of Life Sciences, Ås, Noruega, 2014.

PIO, Thiago da Silva et al. Sistema de circulação de água com alimentação fotovoltaica. **Anais do 17º Congresso Nacional de Iniciação Científica**, Centro Universitário Ítalo-Brasileiro, São Paulo, 24 e 25 nov. 2017.

PRESENTE, O. Mensagem da equipe VIGIAR/RS. **Boletim Informativo do Vigiar RS**, v. 10, n. 43, p. 1, out. 2018.

REIS, Brenda Alves de Oliveira; JOTA, Patricia Romeiro da Silva. Integração de fontes renováveis em edificações: estudo de caso. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Gramado, 17 a 20 abril 2018.

RODRIGUES, Rodrigo Gonzales. **Hemograma e dosagens séricas de alguns eletrólitos, hormônios e proteínas cabras parda alpinas e mestiças parda alpinas x boer submetidas ao estresse pelo calor.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2003.

SANTOS, Cícero Barbosa dos. **Análise de sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

SANTOS, Wagner Batista dos et al. **Estudo e construção de dispositivos conversores de energia solar em elétrica através de sistemas supramoleculares de rutênio-cromo e rutênio-rutênio.** Tese (Doutorado em Química Orgânica).

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SICA, Yuri Cleverthon. **Mapeamento da corrosividade atmosférica de São Luís-MA e a correlação das variáveis ambientais que influenciaram na degradação dos materiais metálicos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SILVA, Elson N. M.; RODRIGUES, Anselmo B.; SILVA, Maria G. Avaliação probabilística do impacto de GD fotovoltaica nos índices de conformidade de tensão. In: **XX Congresso Brasileiro de Automática (CBA)**, Vitória, 3 a 7 outubro 2014.

SILVA, Estefânia Paula da et al. Análise de viabilidade técnico-econômica da implantação de usina solar fotovoltaica em uma associação

beneficente. In: **IV Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação (SEP)**, Bambuí, Minas Gerais, 14 dez. 2018

SILVA, Jéssica Raissa Lima da; COSTA NETO, Manoel Leal Costa. Energia solar: análise comparativa quanto ao nível de conhecimento, utilização e importância sobre a ótica de moradores de dois bairros da cidade de Juazeiro do Norte-CE. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 43, p. 416-430, 2019. DOI: 10.14295/online.v13i43.1447.

TAVARES, Rodrigo Fonseca Araujo Milani. **Hibridização de energia heliotérmica com gaseificação de biomassa para geração de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

TAVARES, Thiago Cavalheiro. **Adaptação do modelo de edificação passivhaus em climas quentes.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

TEIXEIRA, L. T. et al. Comparação de aquecedores solares confeccionados com material reciclável. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 323-327, 2014. DOI: 10.5151/chemeng-cobec-ic-02-ft-031.

VASCONCELOS, Franceline Elena Oliveira. **A inserção de tópicos de astronomia no ensino médio politécnico, o seminário integrado e a articulação do conhecimento.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2014.

VASCONCELOS, Franceline Elena Oliveira; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico. **A**

astronomia e o ensino médio politécnico. S. l.: s. n., 2014.

XAVIER, José Maria. **Performance analysis of a PV grid-connected system at the Universidade Nacional Timor Lorosa'e.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.

ZILLES, Roberto. Geração de eletricidade a partir da energia solar sistemas fotovoltaico. In: GREENPEACE. **O Brasil quer energias renováveis.** S.l: Greenpeace, 2004, p. 6-12.