

Energia fotovoltaica e suas novas_tecnologias e conceitos

ARTIGO ORIGINAL

TEIXEIRA, Marcos Fernandes [□](#)

TEIXEIRA, Marcos Fernandes. **Energia fotovoltaica e suas novas_tecnologias e conceitos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 10, Vol. 07, pp. 87-100 Outubro de 2018. ISSN:2448-0959

RESUMO

Com objetivo de realizar um estudo sobre a energia fotovoltaica (energia solar) e suas tecnologias e conceitos para a redução dos impactos ambientais e na sua aplicação de metodologias de produção de energia limpa, o presente trabalho delimitou-se em colher informações sobre tais aplicações e conceitos e o quanto a influência do mesmo pode resultar em benefícios na redução de impactos ambientais, tendo como referência, as novas técnicas e tecnologias para a utilização e potencialização da energia solar no Brasil. Existe uma grande preocupação com as diversas formas voltadas para a obtenção de energia elétrica, eu seja, as melhores e piores formas de produzir energia elétrica para suas diversas aplicações no mundo altamente desenvolvido ao qual se encontra, e tal produção em sua maioria acarretam impactos ao meio ambiente, e estão tendo cada vez mais ênfase nos diversos meios de comunicação. Os setores energéticos não sustentáveis, ou seja, aqueles que tem como matéria prima os recursos não renováveis, são responsáveis por diversos impactos ambientais negativos onde destaca entre eles, os gases do efeito estufa (GEE's), que são gerados durante o seu processo de produção. Com tudo o presente trabalho foi direcionado a descrever a importância da viabilidade da energia fotovoltaica no Brasil, e o quanto as novas aplicações e conceitos podem minimizar a utilização dos recursos não renováveis para a produção de energia elétrica, mostrando assim, os benefícios para o meio ambiente que podem ser gerados com a energia fotovoltaica.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica, Recursos não Renováveis, Novas Tecnologias.

INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, o homem conheceu o potencial que a exploração dos recursos naturais de forma desenfreada, era capaz de produzir grandes volumes de energia, e que até a poucos anos atrás eram considerados recursos inesgotáveis, sem preocupações ou conhecimento das consequências de tais atos.

O foco era apenas a preocupação de alcançar o crescimento econômico e tecnológico cada vez mais, e o preço que a humanidade está pagando com estes antigos conceitos de desenvolvimento é conhecido: escassez de recursos naturais, alterações climáticas e o aquecimento global.

Os impactos ambientais gerados pela obtenção de energia estão diretamente ligados ao desenvolvimento sustentável, e o entendimento desta questão se faz de primordial análise para que se possa focar em uma nova linha de planejamento onde a integração dos recursos são primordiais para a mitigação de impactos ambientais. Entretanto faz-se necessário apresentar a todos as formas de obtenção de energia renováveis e

não renováveis.

Nos últimos anos a preocupação com as diversas formas voltadas para a obtenção e transformação de energia elétrica produzida no mundo, eu seja, as melhores e piores formas de produzir a mesma, para suas diversas aplicações no mundo altamente desenvolvido em que vivemos, onde tal produção em sua maioria acarretam impactos ao meio ambiente, e estão tendo cada vez mais ênfase nos diversos meios de comunicação. Diversos temas abordados como energia sustentável, como exemplo: hidrelétricas, fissão, biomassa, eólica, geotérmica, fusão, hidrogênio, ondas do mar, óleos vegetais, álcool, gás natural e energia solar (fotovoltaica), são frequentes assuntos abordados em congresso e debates por todo o mundo.

Seguindo o conceito na geração de energia sustentável ou energia limpa, segue como uma das mais promissoras a (fotovoltaica) ou energia solar, que é resultado da interação da luz solar com os materiais semicondutores de uma célula fotovoltaica, onde o responsável pela transformação de energia solar em energia elétrica, foi observado e descrito pela primeira vez em 1839, pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel. Em 1954 os pesquisadores americanos Pearson, Fuller e Chapin, do Laboratório Bell, criaram a primeira célula fotovoltaica para uso prático (de silício monocristalino). Em 1958 foram utilizadas pela primeira vez células fotovoltaicas para alimentar um satélite, o Vanguard I, (INSTITUTO IDEAL, 2007).

No Brasil, a evolução histórica da energia solar, encaminhou da seguinte forma segundo ABINEE (2012), “Lei da Informática”, instituída em 1991, estabelecia barreiras alfandegárias à importação de equipamentos de informática com o intuito de desenvolver a indústria nacional; e também protegia os equipamentos fotovoltaicos por empregarem silício monocristalino nas células solares. Esta lei trouxe resultados modestos à indústria nacional antes de o governo Collor dar um fim às barreiras alfandegárias em 1992. No campo fotovoltaico, a Lei da Informática propiciou a instalação de somente uma empresa (Heliodinâmica) que produzia lingotes de silício monocristalino, células e módulos fotovoltaicos com aplicação em sistemas isolados. “Luz para todos e demais aplicações remotas” o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado em 1994, promoveu a aquisição de sistemas fotovoltaicos por meio de licitações internacionais. Foi instalado o equivalente a 5 MWp em aproximadamente 7.000 comunidades em todo Brasil. O PRODEEM foi incorporado ao Programa Luz para Todos com o intuito de atender localidades remotas, para as quais a extensão da rede de distribuição traz custos proibitivos. “O P&D estratégico da ANEEL” em agosto de 2011, a ANEEL tornou pública a chamada Nº. 013/2011 “Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira”. Trata-se de uma chamada para projetos de pesquisa e desenvolvimento, P&D, nessa área, que foi incluída pela agência na lista de temas estratégicos.

Os benefícios da utilização de fontes de energia renováveis são conceitos que devem permanecer no modelo atual de desenvolvimento, pois, por ser fato que as fontes de energia não renovável estão reduzindo e acarretando cada vez mais impactos ambientais consideráveis em todo o planeta, faz-se de inteiro interesse do conceito de sustentabilidade a empregabilidade da energia solar o cotidiano de todo o mundo, onde a geração da mesma é totalmente limpa, baseando-se apenas na captação de radiação de luz solar.

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar as novas técnicas e tecnologias na geração de energia fotovoltaica (energia solar), bem como, mostrar o quanto pode ser benéfico para a matriz energética brasileira a utilização e potencialização da mesma, onde também acarreta melhorias

significativas para o meio ambiente como um todo.

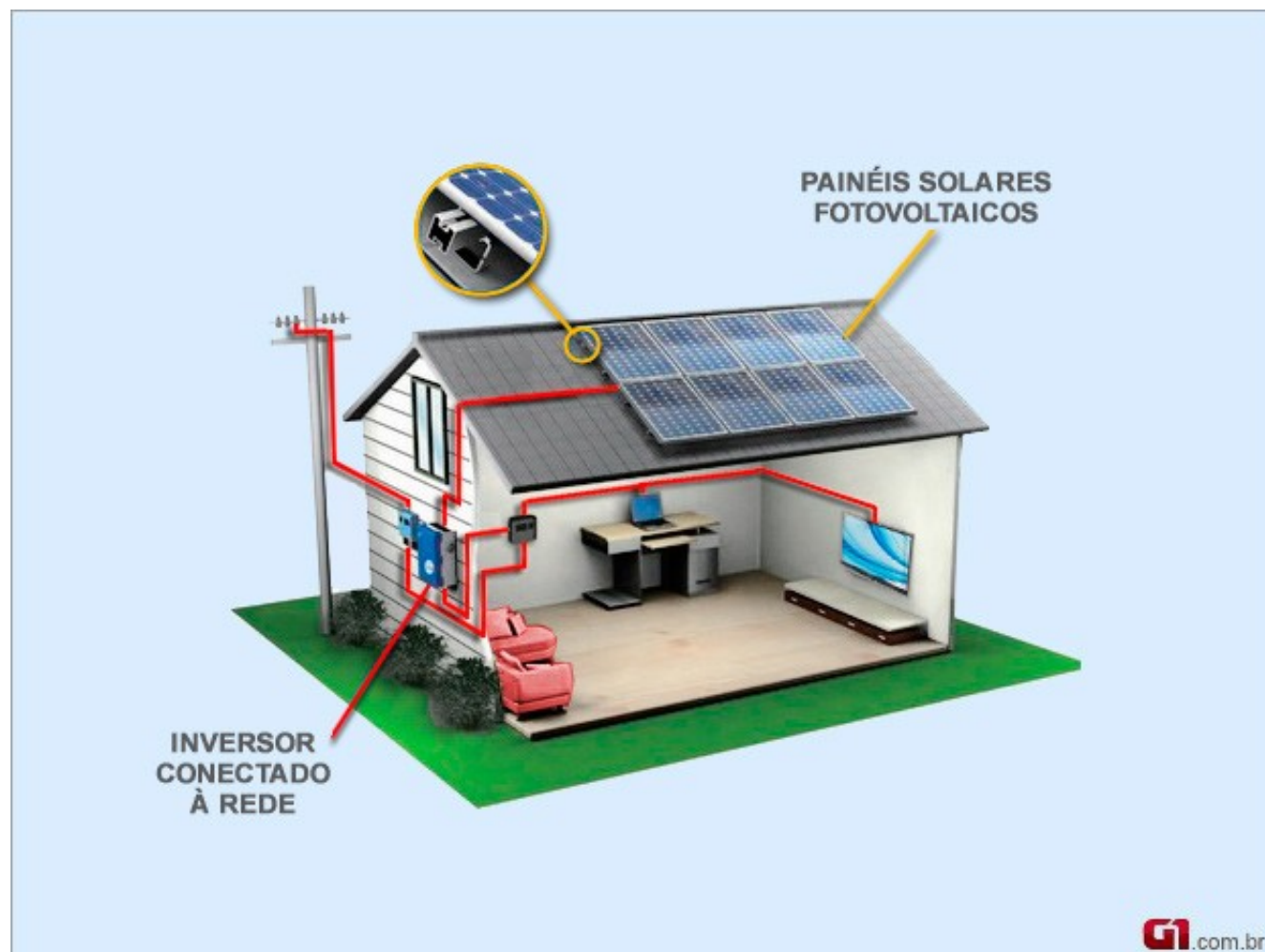
DESENVOLVIMENTO

ENERGIA SOLAR (FOTOVOLTAICA) E NOVAS_TECNOLGIAS E CONCEITOS

Diariamente muita energia chega ao nosso planeta de forma gratuita e limpa através dos raios solares, que trazem com si a luz e calor essenciais para a vida na Terra, e que podem ser aproveitados para a geração de energia, tanto na forma de calor quanto na de eletricidade. Para se ter uma ideia, segundo Instituto Ideal (2011), uma hora de sol na superfície da Terra contém mais energia do que o planeta utiliza em um ano, e essa eletricidade que vem do sol é chamada de fotovoltaica, termo formado a partir de duas palavras: foto, que em grego significa “luz”, e voltaica, que vem da palavra “volt”, a unidade para medir o potencial elétrico.

Chama-se efeito fotovoltaico (energia solar) ao processo de conversão de energia solar em energia elétrica, onde o mesmo tende a ser um substituto viável às fontes energéticas derivadas de combustíveis fósseis e não renováveis, devido à sua abundância. A sua versatilidade, abundância e facto de ser uma fonte energética “amiga do ambiente”, tornam-na numa alternativa com grande potencial em termos de fonte energética renovável. As Células Fotovoltaicas convertem a energia solar em energia eléctrica dando origem a um grande número de aplicações onde desde sempre que o aumento dos índices de eficiência e a redução de custos têm sido uma das fontes de pesquisas por parte da comunidade científica, tendo sido realizados estudos sobre os princípios físicos que envolvem o funcionamento das Células Fotovoltaicas de forma a melhorar os seus índices de eficiência (MIGUEL, 2011). Logo a baixo, na Figura 1, uma ilustração do funcionamento da energia solar.

Figura 1 - Sistema solar residencial.



Fonte: G1 (2017)

Segundo o próprio governo o Ministério de Minas e Energia (2017), no Brasil a matriz energética é bem diversificada possuindo a matriz energética mais renovável do mundo, industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar.

Ainda informado pelo citado acima, as usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do País. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis no caso de países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento.

O Ministério de Minas e Energia (2017), relata ainda que o Brasil possui alguns programas de incentivo para a produção de energia renováveis que são:

- Plano Nacional de Energia – 2030, o modelo energético brasileiro apresenta um forte potencial de expansão, o que resulta em uma série de oportunidades de investimento de longo prazo, a estimativa do Ministério de Minas e Energia para o período 2008-2017 indica aportes públicos e privados da ordem de R\$ 352 bilhões para a ampliação do parque energético nacional;
- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), criado em 2002 pelo Ministério de Minas e Energia, o Programa tem o objetivo de desenvolver fontes alternativas e

renováveis de energia para a produção de eletricidade, levando em conta características e potencialidades regionais e locais e investindo na redução de emissões de gases de efeito estufa;

- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) foi criado em 1985 e tem como principais objetivos diminuir o desperdício de energia elétrica no País e buscar a eficiência energética no setor elétrico, para atingir as seguintes metas essenciais: desenvolvimento tecnológico, segurança energética, eficiência econômica, novos parâmetros incorporados à cidadania e a redução de impactos ambientais;
- Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural, o objetivo do Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural é incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária. Criada em 1991, a iniciativa estabelece convênios de cooperação técnica e parcerias com órgãos governamentais, não governamentais, representantes de entidades ligadas ao tema e também organiza e promove projetos;
- Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, desde 2004 o Brasil conta com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, que regulamenta a produção e a distribuição do biodiesel brasileiro, produzido com oleaginosas. O País é o terceiro maior produtor dessa fonte energética do mundo, atrás apenas da Alemanha e Estados Unidos;
- Programa Luz Para Todos, onde o Governo Federal lançou em novembro de 2003 o desafio de acabar com a exclusão elétrica no País. É o Programa Luz para Todos que, originalmente, teve a meta de levar energia elétrica para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural até o ano de 2008.

Seguindo o contexto, no atual cenário energético mundial e nacional, se faz de inteiro interesse discussões sobre como melhorar a matrizes energéticas visando a melhor conservação do meio ambiente, pois, os impactos ambientais gerados pela produção de energia interferem diretamente no desenvolvimento sustentável, e o entendimento desta questão tem de primordial importância para a análise de implementações de projetos e planejamentos energéticos a curto e longo prazo. Pois, como já descrito anteriormente os processos de produção de energia elétrica através do atual modelo de matriz energética são críticos para o meio ambiente, como exemplo: as hidrelétricas que em seu processo instalação gera um enorme impacto na área a ser instalado devido à inundação provocada com o armazenamento de água das barragens acarretando também supressão da vegetação; usinas termoeletrica, usada para geração de energia elétrica a partir da energia liberada por qualquer produto que possa gerar calor (combustão), como bagaço de diversos tipos de plantas, restos de madeira, óleo combustível, óleo diesel e outros, e que em seu processo de produção também libera gases para a atm, poluição do ar com elementos que causam chuva ácida e afetam a respiração; usinas nucleares, gera eletricidade a partir de combustíveis fósseis (carvão e petróleo), gerando altos níveis de liberação de gases GEE's como CO² e outros, além da produção de rejeitos radioativos e risco de acidentes onde (a probabilidade é baixa, mas os efeitos são gravíssimos).

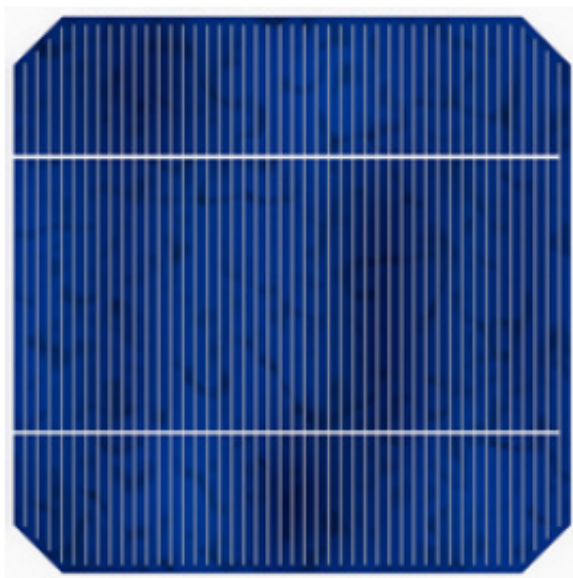
Desta forma, como descrito anteriormente é de interesse, investimentos nas novas tecnologias existentes para a produção de energia elétrica, onde o presente artigo destacará a energia fotovoltaica (energia solar), que passou por uma grande evolução nos últimos anos. Atualmente a evolução da energia solar passou por três fases chamadas de gerações, a primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), representando 85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança (CEPEL, 2014). A maioria dos módulos fotovoltaicos de silício monocristalino, também denominados de células, são obtidos a partir de fatias de um único grande cristal, mergulhados em silício fundido (ALMEIDA *et al*, 2016). A segunda

geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe), onde é caracterizada por ser mais eficiente que a primeira geração.

A de terceira geração pode ser definida segundo Ely e Swart (2014), como células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico, desta forma a terceira geração deve ser altamente eficiente e possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade, baseadas em materiais orgânicos (OPV) e aquelas que utilizam pontos quânticos (PQs), estas células embora ainda careçam de eficiência de conversão exibem grande potencial e diversas vantagens sobre as tecnologias estabelecidas onde dentre essas estão o processamento de baixo custo sobre grandes áreas, possível semitransparência, flexibilidade mecânica e baixo peso. Aplicações desses dispositivos incluem equipamentos de baixa potência (eletrônica de consumo) e integração em edificações, conhecida como BIPV (*do inglês, Building Integrated Photovoltaics*). Sendo assim, a terceira geração mostra-se ser o ideal entre as células, por ser constituída de material orgânico, ter baixa toxicidade, mais eficiência e baixo custo/watt.

Para ilustrar melhor, segue a figuras da evolução das células fotovoltaicas assim como citado a cima:

Figura 2 – Célula fotovoltaica de silício cristalizado do tipo policristalino 1º e 2º geração.



Fonte: Di Souza (2016)

Figura 3 – Célula fotovoltaica de 2º geração.

Fonte: Botteon (2017)

Figura 4 – Célula fotovoltaica orgânica (3º geração).

Fonte: Flandoli (2017)

Segundo Rodrigues (2007), a parte da captação e conversão em energia fotovoltaica é feita da seguinte forma, onde basicamente são três formas de captação e conversão, quais sejam: química, elétrica e térmica. Por isso procuramos desenvolver e dimensionar sistemas de captação e utilização racional de outras formas de energia. As formas mais importantes de conversão química da energia solar são os processos foto-bioquímicos. Os organismos biológicos classificados como produtores sintetizam carboidratos a partir de água e dióxido de carbono, absorvendo energia solar e a armazenando em forma de ligações químicas. Essa energia se dissipa através da cadeia alimentar e, em última instância é reirradiada ao espaço. A conversão direta da energia solar em energia elétrica pode ocorrer através de dois processos, de acordo com Mendes (1998, p. 82): “conversão termoelétrica e conversão fotoelétrica, cada um deles podendo ser realizado de diversas maneiras”. Segundo Szokolay (1991):

Os métodos de conversão térmica da energia solar se fundamentam na absorção da energia radiante por

uma superfície negra. Este pode ser um processo complexo, que varia segundo o tipo de material absorvente. Envolve difusão, absorção de fótons, aceleração de elétrons, múltiplas colisões, mas o efeito final é o aquecimento, ou seja, toda a energia radiante se transforma em calor. As moléculas das superfícies se excitam, ocorrendo um incremento na temperatura. O coeficiente de absorção de vários tipos de absorventes negros varia entre 0,8 e 0,98 (os 0,2 ou 0,02 restantes se refletem). (SZOKOLAY, 1991, p. 124).

Segundo Almeida *et al* (2016), a empresa alemã *German Solar Industry Association* (2015), disserta que o cenário mundial de produção de energia através dos módulos solares fotovoltaicos, mostra que, anualmente, permite-se alcançar uma capacidade instalada de 100 GW, e ainda evitar a emissão de 70 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. Estes, demonstram a ordem de grandeza que os projetos solares fotovoltaicos podem alcançar de acordo com a tecnologia disponível atualmente.

São inúmeras as vantagens da utilização da energia solar onde tem como exemplo, a redução de perdas por transmissão e distribuição de energia, já que a eletricidade é consumida onde é produzida; redução de investimentos em linhas de transmissão e distribuição; baixo impacto ambiental; fornecimento de maiores quantidades de eletricidade nos momentos de maior demanda (ex.: o uso de ar-condicionado é maior ao meio-dia no Brasil, quando há maior incidência solar e, conseqüentemente, maior geração elétrica solar); a não exigência de área física dedicada; e rápida instalação, devido à sua grande modularidade e curtos prazos de instalação, aumentando assim a geração elétrica necessária em determinado ponto ou edificação (INSTITUTO IDEAL, 2007).

Também segundo o Portal Solar (2017), os benefícios econômicos, são vários da energia solar no Brasil, abaixo listamos os mais importantes:

- Casas que possuem energia solar fotovoltaica instalada podem gerar a sua própria energia renovável e assim praticamente se livrar da sua conta de luz para sempre;
- Sistemas fotovoltaicos valorizam a propriedade;
- Quanto mais energia solar instalada no Brasil menor é a necessidade de utilizarmos as usinas termoeletricas que são caras e, menor a inflação na conta de luz;
- A indústria de energia solar no Brasil gera milhares de empregos todos os anos.

A energia solar traz diversos benefícios ambientais para o Brasil. Se uma boa parte da população instalar energia solar nas casas e empresas, não seria mais necessário inundar áreas imensas da floresta amazônica para construir usinas hidrelétricas absurdas como a Belo Monte e uma informação importante também é que uma usina solar de 100MW gera energia para 20.000 casas e evita a emissão de 175.000 toneladas de CO₂ por ano.

Outros benefícios ao meio ambiente que podem ser citados são:

- Capacidade de renovação;
- Redução das emissões de gases de efeito estufa;
- Energia limpa, renovável e sustentável;
- Baixo impacto ambiental;
- Aquecimento da água do próprio local onde será usada;
- Não faz barulho;

- Energia inesgotável;
- Manutenção mínima.

Tento em vista tal oportunidade de melhor aproveitamento da energia solar segue algumas atuais iniciativas que o governo brasileiro tem em prol ao desenvolvimento e implementação da energia obtida traz do sol, como citado pelo (PORTAL SOLAR, 2017).

- A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR foi criada em Janeiro de 2013 e tem o objetivo de fomentar o mercado, derrubar as barreiras do setor de energia solar no Brasil e defender o interesse desta indústria.
- O Solcial é o primeiro programa social de energia solar no Brasil que pretende dar acesso a todos a esta fonte de energia renovável.
- Minas Gerais é o primeiro estado brasileiro a dar isenção de ICMS para a energia solar.
- O Instituto Ideal foi criado com o intuito de fomentar e divulgar o uso da energia solar no Brasil.
- O "Construcard" Caixa, iniciativa do banco que auxilia na comprar energia solar.
- O BNDES esta financiando fábricas de painéis fotovoltaicos para trazer a tecnologia para o Brasil e gerar empregos.
- Foi publicado o Atlas Solarimético Brasileiro que mapeia o recurso solar em todo o território Nacional.
- Em 2013 ocorreu a chamada pública da ANEEL de P&D que viabilizou a construção de diversas mini usinas de energia solar no Brasil
- O primeiro leilão de energia solar no Brasil aconteceu em 2014 e foi um sucesso contratando 1.000MW médios apx.
- O Portal Solar foi criado para divulgar e promover o crescimento da energia solar no Brasil. Ele junta empresas de energia solar e clientes em um mesmo lugar a fim de incentivar o uso da tecnologia.

Desta forma, os estudos direcionam para um cenário promissor e benéfico a todos, onde a sociedade e meio ambiente andando juntos para um equilíbrio natural e com o principal foco que é a sustentabilidade, bem como, tudo acoplado em incentivos no desenvolvimento de novas tecnologias que utiliza recursos renováveis para a sua produção, e como relatado no presente artigo em questão, a geração de energia através da captação da radiação solar (energia fotovoltaica) se faz de grande interesse, pois como os presentes estudos mostram, os benefícios são diversos a matriz energética do país o do mundo como todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto ao longo deste artigo, o Sol é a maior fonte de energia conhecida, e só foi visto o seu potencial após vários efeitos negativos ao meio ambiente, principalmente após a revolução industrial onde a ganancia e a necessidade de mais energia obtida através de recursos não renováveis para alimentar as indústrias e a espação populacional que por sua vez, acarretaram o seu desenvolvimento acentuado, teve consequências diretas ao planeta como o tão conhecido aquecimento global a redução de recursos renováveis e dentre outros. Com mundo necessitando de novos modelos de produção de energia renovável, o Brasil se enquadra perfeitamente, principalmente devido à escassez hídrica que vem ocorrendo nos últimos anos, surgindo assim os incentivos a geração da energia fotovoltaica, onde a produção da mesma e totalmente limpa sem emissão de gases, geração de resíduos tóxicos e sem a necessidade de reter corpos hídricos, e que em sua evolução, passando atualmente por três fazes assim

como citado no presente artigo, onde a terceira geração de célula fotovoltaica composta por componentes orgânicos e com uma eficiência energética potencializada, deixa em vantagem e se faz de promissora e rentável para a matriz energética brasileira e mundial.

REFERÊNCIAS

ABINEE, **Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica**. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira, 2012.

ANEEL, **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/a-aneel>. Último acesso em 06 de out. 2017.

ALMEIDA, Eliane; BRAZ, Kathlen Thais Mariotto; DIAS, Fernanda Cristina Lima Sales; LANA, Luana Teixeira Costa; ROSA, Anna Clara; SANTO, Olívia Castro do Espírito; SACRAMENTO, Thays Cristina Bajur. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**, 2016.

BSW SOLAR, German Solar Industry Association. **A energia solar nos países em desenvolvimento e emergentes**. 2015. Disponível em:

<http://www.solarwirtschaft.de/en/start/english-news.html>. Acesso em: 06 de out. 2017.

CEPEL, Centro De Pesquisas De Energia Elétrica. **As energias solar e eólica no Brasil**. 2013. Disponível em:

<http://cresesb.cepel.br/download/casasolar/casasolar2013.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2017.

ELY, Fernando; SWART, Jacobus. **Energia solar fotovoltaica de terceira geração**, 2014.

Governo do Brasil. **Matriz energética**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>. Acesso em: 17 de out. 2017.

Governo do Brasil. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 17 de out. 2017.

SoloPower. **Painéis solares flexíveis para telhado**. Disponível em: [https://pt.linkedin.com/pulse/solopower-tem-pain%C3%A9is-solares flex % C 3 % ADveis-para-telhado-que-botteon](https://pt.linkedin.com/pulse/solopower-tem-pain%C3%A9is-solares-flex%C3%ADveis-para-telhado-que-botteon). Acesso em: 18 de out. 2017.

Revista Eletrônica Portal Solar. **Energia Solar no Brasil**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Energia Solar no Brasil, a energia solar no Brasil vem crescendo a passos largos. Acesso em: 10 de out. 2017.

Revista Eletrônica Instituto Ideal, **Eletricidade Solar**, 2017. Disponível em: <http://institutoideal.org/confira-cartilha-de-eletricidade-solar>. Acesso em: 10 de out. 2017.

Revista Eletrônica Programa Eletricidade Consciente. **Geração, Tipos e Características de Células**

Fotovoltaicas. Disponível em: <http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/2-celulas-e-modulos-fotovoltaicos/geracao-tipos-e-caracteristicas-de-celulas-fotovoltaicas/>. Acesso em: 16 de out. 2017.

RODRIGUES, Antônio Átalo Tiradentes. **Uso da Energia Solar para Geração de Eletricidade e para Aquecimento de Água**, 2007.

^[1] Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável; Engenheiro Ambiental; Técnico em Mecânica com ênfase em Metalurgia.

Enviado: Outubro, 2018

Aprovado: Outubro, 2018