

## ENERGIA SOLAR: UM PASSO PARA O CRESCIMENTO

Othon Garcia de Oliveira<sup>1</sup>

Rafael Henrique de Oliveira<sup>2</sup>

Renato Oliveira Gomes<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho demonstra as formas de obtenção de energia elétrica através da energia solar, destacando as duas principais formas, a direta que é a fotovoltaica e a indireta, a heliotérmica, mantendo como foco principal a fotovoltaica, que é a mais eficiente e mais utilizada. São apresentados os diversos equipamentos e materiais utilizados em sua obtenção, bem como suas principais aplicações no cenário atual e possíveis aplicações futuras. Para ilustrar como esta fonte de energia está sendo aproveitada, apresentamos um breve panorama mundial e brasileiro de geração fotovoltaica, e também um mapa brasileiro com índices de incidência solar, que é o indicador se uma região tem mais ou menos potencial de geração. Enfatizamos o Brasil, que mesmo com um grande potencial de geração devido ao privilégio de possuir um alto índice de incidência solar ainda tem uma parcela ínfima de energia solar em sua matriz energética e, por fim, mostramos alguns possíveis incentivos que o setor público e privado podem oferecer para aumentar a geração fotovoltaica, inclusive os oferecidos no Brasil.

**Palavras-chave:** Obtenção, aplicações, incidência solar, panorama, incentivos.

### ABSTRACT

This article demonstrates the ways to obtain electric energy from the solar energy, highlighting the main two ways, the direct way that is knowed as photovoltaic and the indirect way, the heliothermic, maintaining as focus the photovoltaic, which is the most efficient and most used. it presents the several equipment and materials used in its obtainment, as well as its main applications in the current scenario and possible future applications. To illustrate how this energy source is being used, we present a brief world and Brazilian panorama of photovoltaic generation, as well one map with solar incidence indexes, which is the indicator if a region has more or less generation potential. We emphasize Brazil, which, even with a great potential for generation due to the privilege of having a high solar incidence index, still has a tiny fraction of solar energy in its energy matrix and, finally, we show some possible incentives that the public sector and Private partnerships can offer to increase photovoltaic generation, including those offered in Brazil.

**Key words:** obtaining, applications, solar index, panorama, incentives.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM

## 1. INTRODUÇÃO

O constante desenvolvimento do setor industrial mundial somado com o aumento da utilização de equipamentos eletrônicos fizeram com que a demanda de energia elétrica aumentasse de forma exponencial nas últimas décadas, ocasionando gargalos nos sistemas de geração de energia. (MIRANDA,2003).

Dentre as fontes alternativas, destaca-se a energia solar fotovoltaica graças a sua baixa emissão de poluentes, a necessidade de pouca manutenção e principalmente por gerar energia localmente, ou seja, não necessita de linhas de transmissões que provocam perdas e impactos ambientais (JOHNINSON,IMHOFF,2007).

A energia solar é a dita energia que é obtida do sol, chegando na superfície da terra como ondas eletromagnéticas (fóton), podendo ser de maneira direta ou difusa (DIENSTMANN G, 2009).

A eletricidade produzida através da energia solar é possível através de células fotovoltaicas ou pelo aquecimento de um fluido. Nas células são constituídas por sílica, fósforo e boro que, ao receberem os raios solares, originam a produção de eletricidade, que pode ser armazenada numa bateria ou injetada diretamente na rede elétrica através de um inversor. Já a energia por aquecimento do fluido, usam-se espelhos que concentram a luz solar para aquecer o mesmo, gerando vapor que faz rodar as pás de uma turbina a vapor produzindo eletricidade (PINTO et al 2015).

Segundo Martins F et al 2004, o Brasil, é considerado um país localizado na sua maior parte na região intertropical, o qual possui grande potencial de energia solar durante todo ano. A utilização da energia solar pode trazer benefícios em longo prazo para o país possibilitando o desenvolvimento de regiões onde o custo da eletrificação pela rede convencional é consideravelmente alto com relação ao retorno financeiro do investimento, regulando a oferta de energia em situações de estiagem, diminuindo assim a dependência do mercado de petróleo e reduzindo as emissões de gases poluentes à atmosfera como estabelece a Conferência de Kyoto.

Porém, hoje a matriz energética brasileira, baseia-se na energia hidráulica, por conta da grande distribuição de água no território nacional. Apesar de ser um recurso não poluente para a atmosfera, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não adequadamente avaliado (MARTINS F et al, 2004).

Além de outras contribuições como a diminuição de recursos derivados do petróleo a energia solar pode ser utilizada em sistemas de irrigação de culturas, de

refrigeração de alimentos, vacinas e remédios, aquecimento e iluminação artificial, conforto térmico e iluminação natural em projetos de construção civil entre outros (MARTINS F et al, 2004), o Sol também pode ser utilizado para aquecer as águas ou para o aquecimento de edifícios, este tipo de utilização pode substituir os meios tradicionais de aquecimento, evitando o uso de eletricidade ou de gás, contudo, o potencial solar é menor no Inverno do que no Verão, já no caso da energia hídrica ou da eólica, verifica-se o contrário (PINTO et al 2015), logo fica claro a importância da energia solar ser estudada e de ser ampliada nos diversos tipos de setores contribuindo com o meio ambiente e a economia do país.

## 2. PANORAMA MUNDIAL DA ENERGIA SOLAR

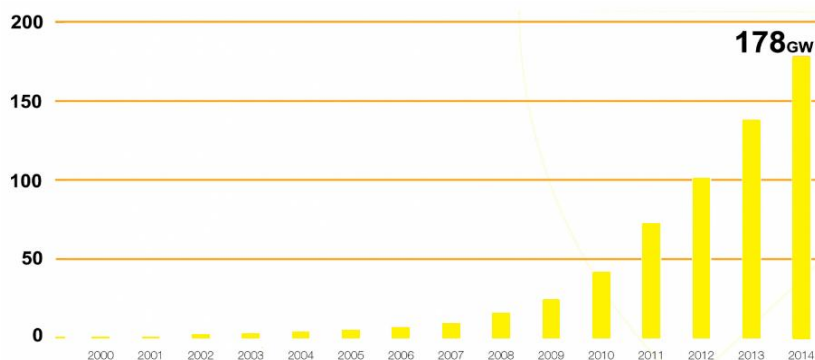
Ao longo da última década, a energia solar fotovoltaica vem ganhando cada vez mais notoriedade no cenário mundial, com uma alta e contínua taxa de crescimento que deverá manter-se devido ao apelo mundial por energias limpas, sendo ela umas das mais eficientes e menos nocivas ao meio ambiente (SILVA, 2015).

Outro fator que vem contribuindo para a aceleração de seu crescimento na parcela da matriz energética mundial é o barateamento dos equipamentos necessários para sua geração em decorrência do crescimento dos investimentos do setor público e privado, e também devido ao aumento dos preços da energia elétrica, tornando-a mais competitiva (SILVA, 2015).

Em 2001, a capacidade mundial de geração de energia solar fotovoltaica era de apenas 1,1 GW aproximadamente. Já em 2009, atingiu os 23 GW, e desde então vem em ritmo acelerado de crescimento, atingindo 100 GW em 2012, e 178 GW no ano de 2014 (European photovoltaic industry association - EPIA, 2015).

No gráfico a seguir é apresentada a evolução da capacidade de geração instalada em GW.

Figura 1- Panorama mundial Energia solar



Fonte: European photovoltaic industry association – EPIA

### 3. ENERGIA SOLAR NO BRASIL

#### 3.1 Irradiação Solar do Brasil

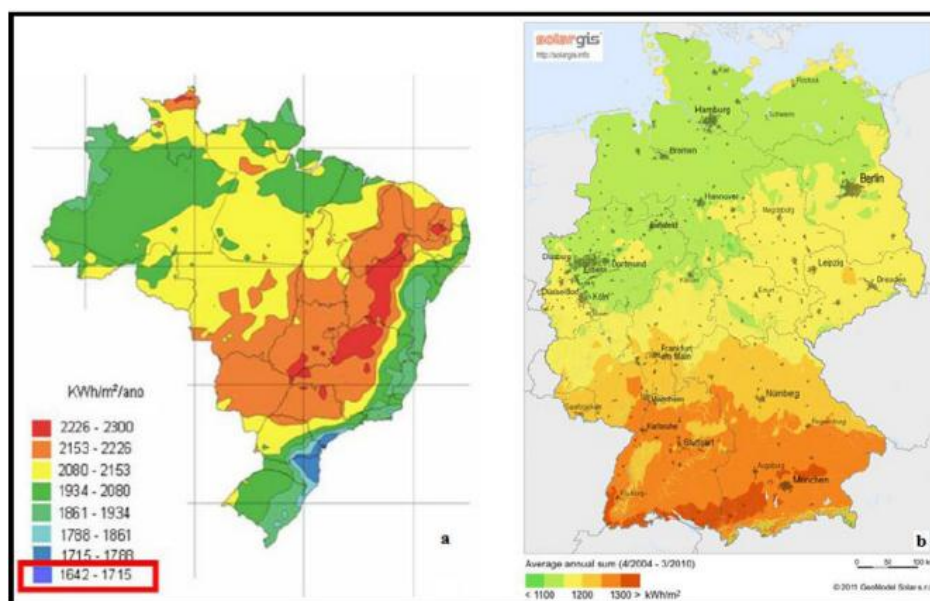
O Brasil possui um grande índice de irradiação solar, isto é, devido a sua localização privilegiada onde a maior parte do seu território localiza-se próximo da linha do equador (SALAMONI E RÜTHER, 2007).

Essa localização próxima a Linha do Equador faz com que o tempo de incidência de luz solar não varie muito, a média anual pode variar entre 5 a 8 horas diárias. Porém a maior parte das atividades socioeconômicas do país se convergem nas regiões mais distantes da Linha do Equador (ANEEL, 2005).

Para demonstrar o potencial que o Brasil possui para ser um grande gerador de energia solar, utilizaremos a Alemanha como exemplo para comparação.

A seguinte figura compara os índices de irradiação solar dos dois países, no caso do Brasil, observa-se que a região menos ensolarada possui um índice de irradiação de  $1642 \text{ kWh/m}^2$  enquanto a região mais ensolarada da Alemanha possui um índice de  $1300 \text{ kWh/m}^2$ . Além disso o território brasileiro é quase 24 vezes maior que o alemão (SALAMONI E RÜTHER, 2007).

Figura 2- Irradiação solar – Brasil vs. Alemanha



Fonte: SALAMONI e RÜTHER, 2007; GEOMODEL SOLAR.

O motivo para a Alemanha, mesmo com essa desvantagem expressiva, ser o maior gerador de energia solar do mundo é o fato dela também ser o país que lidera o ranking de investimento neste tipo de energia, isto gerou mecanismos eficientes de incentivos à utilização de fontes renováveis e grandes investimentos em tecnologias de geração.

### 3.2 Utilização de Energia solar no Brasil

O Brasil em 2016 possui um total de 149.206.363 kW de potência instalada, sendo que a participação da energia solar ainda é baixa, apenas representa 0,02% desse valor total, cerca de 23.008 kW (ANEEL, 2016).

### 3.3 Investimentos e Incentivos

O pouco aproveitamento deste recurso se justifica pelo seu alto custo e, obviamente, pelo fato de o país dispor de outras fontes abundantes para produção de energia limpa que são mais baratas, ele opta por se empenhar mais em incentiva-las (SILVA, 2015).

O governo e as distribuidoras têm consciência que é necessário tomar diversas medidas para tornar este tipo de geração mais atrativa. As principais medidas conhecidas são:

**Sistema de cotas:** É um sistema em que as distribuidoras de energia elétrica são obrigadas a utilizar fontes de energia renováveis para atender parte de seu mercado (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2012).

**Feed-in tariff:** Consiste no pagamento de uma tarifa superior ao valor cobrado das tarifas convencionais de concessionárias locais para a geração de energia elétrica proveniente de instalações de energia solar. Essa tarifa é assumida pelos tesouros nacionais ou é rateada por todos os consumidores (EPE, 2012).

**Net metering:** Neste sistema, quando a geração de energia solar supera o consumo local são acumulados crédito nas concessionárias. Quando o inverso ocorre, o consumo local supera a geração solar, são acumulados débitos na concessionária. No momento do faturamento das contas de energia é realizado um balanço e os créditos compensam os débitos (EPE, 2012).

Porém, existem diversos outros mecanismos utilizados para incentivar a geração fotovoltaica. Na tabela abaixo consta um panorama dos incentivos de geração encontrados mundo afora:

Tabela 1 – Principais mecanismos para incentivar a geração fotovoltaica

Mecanismo	Breve descrição
Tarifa-prêmio	Aquisição, pela distribuidora, da energia a uma tarifa superior àquela paga pelo consumidor. Subsídio dado pelo governo e repassado aos demais consumidores.
Cotas (ROC, RPO, REC, RPS e leilões)	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica a partir de fontes renováveis.
Subsídio ao investimento inicial	Subsídio direto, seja sobre equipamentos específicos, seja sobre o investimento total no sistema fotovoltaico.
Dedução no imposto de renda	Dedução no imposto de renda de parte ou todo investimento realizado em sistemas fotovoltaicos.
Incentivo à aquisição de eletricidade “verde” oriunda de sistemas fotovoltaicos	Confere ao consumidor final o direito de escolha quanto à aquisição de eletricidade proveniente de geração fotovoltaica, mediante o pagamento de uma tarifa maior.
Obrigatoriedade de aquisição de FV no portfólio obrigatório de renováveis	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica proveniente de geração fotovoltaica.
Fundos de investimentos para FV	Oferta de ações em fundos privados de investimentos
Ações voluntárias de bancos comerciais	Concessão preferencial de hipotecas para construções que possuam sistemas fotovoltaicos e empréstimos para instalações destes sistemas.
Ações voluntárias de distribuidoras	Mecanismos de suporte à aquisição de energia renovável pelos consumidores, instalação de plantas centralizadas de FV, financiamento de investimentos e modelos de aquisição de eletricidade derivada de FV.
Padrões em edificações sustentáveis	Estabelecimento de padrões mínimos de desempenho para edificações (existentes e novas), cujo contexto favorece, entre outras, a adoção de sistemas fotovoltaicos.

Fonte: IEA (2011)

O Brasil vem tomando algumas das providências citadas para aproveitar mais o potencial que possui. Em 2013 foi realizado o 1º Leilão de Energia, onde foram habilitados pela EPE empreendimentos de geração de energia fotovoltaica. O leilão

possibilitou a compra de energia de empreendimentos de geração solar, eólicas, termoelétrica a biomassa ou gás natural. Porém, como a energia fotovoltaica tem um custo mais elevado, ela acabou ficando em desvantagem na concorrência com as outras fontes de energia, que possuem um custo muito inferior (Portal Brasil, 2013).

Outra medida importante é a portaria Nº 538, de 15 de Dezembro de 2015, assinada pelo então Ministro de Minas e Energia, Eduardo Braga, que cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, que tem como objetivo estimular a geração de energia por fontes renováveis, em especial a solar fotovoltaica, pelos próprios consumidores.

A expectativa dessa iniciativa é fomentar investimentos de até R\$100 bilhões e que 2,7 milhões de estabelecimentos residenciais, comerciais e industriais gerem sua própria energia até 2030.

#### **4. OBTENÇÃO**

Em tudo que foi apresentado, os benefícios da sua utilização, os problemas de demanda na qual ela pode ser uma das soluções, então, como é feita a obtenção dessa energia? Como é convertida a energia solar em elétrica?

A obtenção de energia elétrica através da energia solar pode ocorrer através de duas formas, direta e indireta.

##### **4.1 Obtenção direta - Efeito fotovoltaico**

Segundo a definição, obtenção de forma direta é a maneira onde só há uma única transformação da energia solar em um tipo de energia aproveitável pelo o homem. Para a obtenção direta poderá usufruir do sol tanto a sua energia térmica que é calor gerado pela sua radiação, tanto como pelo efeito fotovoltaico que é sua luz. Um exemplo de obtenção direta são os coletores solares para aquecimento de água e um outro exemplo seria a células solares ou fotovoltaicas (University of California Berkeley, 2008).

No efeito fotovoltaico utiliza se materiais semicondutores que com a presença da luz solar excitam seus elétrons que produzem conseqüentemente corrente elétrica (GREEN et al., 2000). Esses materiais utilizados nesse efeito são chamados de células solares ou fotovoltaicas. O principal material que é utilizado na fabricação das células solares é o silício, que pode ser constituído junto com adição de outros elementos.



Nisso, cada tipo de material presente em uma célula determina seu grau de eficiência na conversão de luz solar em eletricidade.

Os tipos de células mais conhecidas no mercado são as células de Silício Monocristalino, Silício Policristalino, Silício Amorfo e células de Filmes Finos (NASCIMENTO, 2004).

Inúmeras pesquisas estão sendo feitas para desenvolver materiais com características melhores e melhor eficiência, um dos materiais recentes estudados são o Telureto de Cádmio na forma de filme finos, e o Disseleneto de Cobre e Índio (NASCIMENTO, 2004).

#### **4.2 Obtenção indireta - Efeito heliotérmico**

Forma de obtenção indireta segundo a definição é maneira onde precisará ocorrer mais de uma transformação para que exista uma energia utilizável pelo o homem. Um exemplo dessa obtenção são as usinas termo solares.

Na forma indireta a geração de energia é pelo efeito heliotérmico, onde a energia solar é convertida primeiramente para energia térmica, e depois é convertida para energia elétrica (TOLMASQUIM, 2016).

Na conversão de energia solar a partir da heliotérmica utiliza-se espelhos chamados de coletores ou helióstatos, os espelhos acompanham a posição do sol ao longo do dia e refletem os raios solares para um foco, onde ali se encontra o receptor. Esse calor é transferido para um fluido absorvedor, que podem ser óleos sintéticos, sal fundido, água e ar. Em sequência os fluidos aquecidos são expandidos diretamente através de uma turbina. A partir desse ponto o processo é similar ao de uma termelétrica convencional (TOLMASQUIM, 2016).

Existe vários tipos de heliotérmica, o que difere cada uma é o seu mecanismo de concentração solar. Elas são: Calha parabólica, Fresnel, Torre Solar e Disco Parabólico.

### **5. APLICAÇÕES**

O sistema de produção fotovoltaica permite que equipamentos de extensa gama de potência sejam alimentados por módulos solares, que ao se agregarem podem produzir desde miliwatts de uma pequena calculadora até os quilowatts de um grande sistema de suprimento de energia em regiões remotas (BRAGA,2008).



### **5.1 Sistema de Bombeamento de Água**

São sistemas projetados para bombear água de poços, lagos e rios, muito utilizados nas regiões nordeste do Brasil, onde populações inteiras vivem com uma grande carência de água e necessitam desses sistemas para terem acesso aos lençóis subterrâneos. Uma característica deste tipo de sistema é que ele dispensa o armazenamento de energia elétrica, através de baterias, já que ele pode armazenar a água bombeada em reservatórios. Portanto, nos períodos noturnos ou na ausência de insolação, pode-se utilizar a água armazenada em um reservatório elevado (ALVARENGA, 2012).

### **5.2 Sistema Fotovoltaico Residencial**

Muito utilizado nas residências rurais isoladas situadas nas regiões norte e nordeste do Brasil, as quais sofrem com a ausência de energia elétrica já que a região é considerada não rentável economicamente. Neste caso, são utilizados sistemas autônomos (isolados), de pequeno porte, com o objetivo básico de atender a demanda de iluminação.

Todo o sistema fotovoltaico fornece energia para no máximo 5 lâmpadas fluorescentes e uma tomada para conexão de um aparelho eletrônico (rádio, televisão) (RODRIGUES, et al, 2013).

### **5.3 Refrigeração de Vacinas**

Nas regiões remotas as geladeiras supridas por energia solar fotovoltaicas são imprescindíveis para que as vacinas sejam armazenadas corretamente, ou seja, sob temperatura adequada. Elas possuem maiores níveis de confiabilidade e maior vida útil comparada com as geladeiras a diesel, as qual são habitualmente utilizadas nestas regiões e sofrem frequentemente com a indisponibilidade de combustível (BRAGA,2008).

### **5.4 Sistemas de Telefonia**

O sistema de telefonia a cartão indutivo resolve a questão da telefonia pública em locais remotos através da utilização da tecnologia fotovoltaica, a qual utiliza placas de energia solar fotovoltaica. O sistema é resistente às intempéries e pode ser utilizado em orelhão e meio de comunicação emergencial de rodovias (GUERRA JUNIOR,2004).

### 5.5 Satélites

A energia solar fotovoltaica é também utilizada em aplicações espaciais através de uma tecnologia mais sofisticada de sistemas fotovoltaicos de arsenieto de gálio, porém o processo de comercialização desse sistema se torna inviável graças a pouca abundancia desse elemento na natureza (MARTINS,2004).

## 6. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A energia solar fotovoltaica apresenta diversas vantagens por se tratar de uma fonte de energia limpa, já que não gera nenhum tipo de poluição. A vida útil dos seus módulos ultrapassa 25 anos e requerem mínima manutenção (BRAGA, 2008).

Suas principais vantagens são:

- Não consumir combustível;
- Não produzir poluição;
- Fonte inesgotável;
- Exigir apenas a limpeza dos painéis, já que não contem peças moveis;
- Ser resistente a condições climáticas extremas, como por exemplo, granizo,

vento, temperatura, umidade;

- Permite aumentar a potência instalada através de incorporações de módulos adicionais;

- Produzir energia mesmo em dias nublados;
- Ser silencioso.

Já as suas desvantagens podem ser descritas em :

- Utilização de tecnologias sofisticadas para a fabricação das células fotovoltaicas;

- Exigir alto nível de investimento;

- O rendimento real de um modulo é baixo, face ao custo do investimento.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a disseminação de fontes alternativas de energia, a energia solar fotovoltaica se torna absolutamente necessária por atuar como vetor de preservação do equilíbrio ambiental. Apesar do seu alto custo de investimento em relação as demais fontes de energia, a energia solar fotovoltaica é caracterizada pelo elevado grau de confiabilidade e pela alta flexibilidade, graças a capacidade de chegar a regiões remotas às quais as redes convencionais não teriam acesso.

É importante que haja ainda mais investimentos e incentivos à inovação para que o sistema fotovoltaico se torne mais eficiente e conseqüentemente mais barato e que sejam criadas campanhas explicativas e promocionais para conscientizar a população dos benefícios e vantagens em se optar por esse sistema de geração de energia elétrica, já que o desconhecido gera rejeição e conseqüentemente a baixa demanda de oferta.

Para o Brasil, a energia elétrica gerada a partir da energia solar pode ser uma das soluções para a demanda de energia, sendo que o país pode ser um grande produtor de energia, pois recebe uma grande incidência solar por localizar-se próximo a Linha do Equador. Sua utilização como fonte alternativa irá beneficiar o país também na economia, colaborando no seu crescimento e avanço.

Por fim, nota-se que além de colaborar no crescimento, a sua aplicação é altamente estratégica para os países em desenvolvimento já que podem auxiliar na desaceleração do fluxo migratório, ajudar no controle de doenças, levar energia elétrica as regiões mais remotas, entre outros.

## 8. REFERÊNCIAS

PINTO C, et al **Energia Solar: Projeto FEUP**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pag. 8, 2014-2015.

MARTINS R. F., et al **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário - o Projeto Swera** Rev. Bras. Ensino Fís. v.26 n.2 São Paulo 2004.

DIENSTMANN G., **Energia solar, uma comparação de tecnologias** Projeto de diplomação apresentado no departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pag.15, Porto alegre 2009.

G. J. MIRANDA. Be prepared, in IEEE Industry Applications Magazine, pag 12-20.2003.

JOHNINSON IMHOFF, **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

BRAGA, R. P., **Energia Solar Fotovoltaica: Aplicações e Fundamentos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

ALVARENGA, C. A. **Bombeamento de água com energia solar fotovoltaica**. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/Bombeamento-de-agua-com-energia-solar-Solenerg-Engenharia.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

RODRIGUES, et al. **Energia Fotovoltaica: uma opção para a eletrificação de áreas rurais isoladas**. 2013. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/6708/4410>>. Acesso em: 26 out. 2016.

GUERRA JUNIOR, P.; OGURA, M. I. **Alimentação de sistemas de Telecomunicações através da energia solar**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2004.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. 2008. 80 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

(1) AMBIENTE BRASIL. **Tipos de energia solar**. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia\\_solar/tipos\\_de\\_energia\\_solar.htm](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/tipos_de_energia_solar.htm)>. Acesso em: 23 out. 2016.

CRESESB/CEPEL. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito; Grupo de trabalho de Energia Solar. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2008. 206p.

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, Cinergia, 2003.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

NASCIMENTO, C. A. **Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica**. Lavras: Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2004.

NIEDZIALKOSKI, R. K. **Desempenho de Painéis Solares Mono e Policristalinos em um Sistema de Bombeamento de Água**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.

ENERGIA HELIOTÉRMICA. **Como funciona?**. Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>>. Acesso em: 23 out. 2016.

PORTAL ENERGIA. **Principais tipos de células fotovoltaicas constituintes de painéis solares**. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/>>. Acesso em: 23 out. 2016.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil. 2. ed.** Brasília: ANEEL, 2002. 243 p.

ABREU et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. 60 p.

FIGUEIRAS, B. J. P. P. **Mecanismos de incentivos ao fotovoltaico: estudo Comparativo Portugal/Brasil**. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2013.

ABINEE GSFOTOVOLTAICO. **Mapa da Radiação Solar no Brasil**. Disponível em: <[http://gsfotovoltaico.com.br/?page\\_id=70](http://gsfotovoltaico.com.br/?page_id=70)>. Acesso em: 27 out. 2016.

ANEEL. **Capacidade de geração do Brasil**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 27 out. 2016.

SILVA R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº166). Disponível em: <[www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos)>. Acesso em nov. 2016.

SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA. **Energia solar fotovoltaica**. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/upload/arquivos/201603/17091012-11-sme-energia-solar-1-1.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2016.