

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM PROCESSAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

MARCEL ANTONIO CARDOSO DA SILVA

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE UM
SISTEMA DE RESFRIAMENTO EM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DE ESPECIALIZAÇÃO**

PONTA GROSSA

2017

MARCEL ANTONIO CARDOSO DA SILVA

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE UM
SISTEMA DE RESFRIAMENTO EM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Processamento de Energias Renováveis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador Prof. Dr. Josmar Ivanqui

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Campus Ponta Grossa



Especialização em Processamento de Energias Renováveis

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO EM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

por

Marcel Antonio Cardoso da Silva

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização foi apresentado em **13 de março de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em Processamento de Energias Renováveis**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Josmar Ivanqui
Orientador

Prof. Dr. Max Mauro dos Dias Santos
Membro Titular

Profa. Dra. Fernanda Cristina Corrêa
Membro Titular

Profa. Dra. Fernanda Cristina Corrêa
Coordenadora do Curso

- A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NA SECRETARIA DO CURSO -

RESUMO

SILVA, Marcel Antonio Cardoso da. **Estudo da eficiência energética na utilização de um sistema de resfriamento em painéis fotovoltaicos**. 2017. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Processamento de Energias Renováveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

A energia solar e eólica são as soluções potenciais dentre as fontes de energias limpas. Uma das maiores dificuldades na utilização de sistemas fotovoltaicos consiste na baixa eficiência energética na sua conversão das células de energia solar. Esta energia decresce durante a operação, na medida em que há um incremento na temperatura. Esta redução pode alcançar valores da ordem de 8 a 15%. Para incrementar a eficiência destas placas fotovoltaicas está sendo proposto um sistema de resfriamento de um painel solar de 250W através de uma fina camada de água com auxílio de uma bomba de água com baixo consumo, cerca de 2,5W, a qual é capaz de resfriar as placas. O sistema é modelado e simulado no ambiente MATLAB™ de forma a verificar a eficiência deste sistema proposto. Os resultados são apresentados e analisados.

Palavras-chave: Energia solar. Sistema de refrigeração em painéis fotovoltaicos. Eficiência energética.

ABSTRACT

SILVA, Marcel Antonio Cardoso da. **Study of the efficiency in the use of a cooling system for photovoltaic panels**. 2017. 21 p. Work of Conclusion Course of Specialization (Renewable Energy Processing) - Federal Technology University - Paraná, Ponta Grossa, 2017.

The solar and wind energy are potential solutions among clean energy sources. One of the biggest difficulties in the use of photovoltaic panels is the low efficiency in the solar conversion. This energy decrease during the operation, according the temperature increase. This reduction can arrive values like 8 to 15%. To increase the photovoltaic panels efficiency is proposed a cooling system onto 250W solar panel through a thin water layer using a water pump with low consumption, about 2,5W, that will cool the panels. The system is modeled and simulated in environment MATLAB™ to check the efficiency of the system proposed. The results are presented and analyzed.

Keywords: Solar energy. Cooling system to photovoltaic panels. Energy efficiency.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Painel Solar com sistema de rastreamento solar | 9 |
| Figura 2 - Circuito equivalente célula fotovoltaica | 10 |
| Figura 3 - Variação da temperatura no tempo | 13 |
| Figura 4 - Relação Potência x Tensão | 15 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Parâmetros painel solar YL250P-29b Yingli 250W | 12 |
| Tabela 2 - Irradiação solar no plano horizontal em Ponta Grossa/PR..... | 14 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 MODELO MATEMÁTICO DINÂMICO DE UM PAINEL SOLAR..... | 10 |
| 3 ANÁLISE DO FATOR TEMPERATURA..... | 12 |
| 4 RESULTADOS | 16 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 17 |
| REFERÊNCIAS..... | 18 |
| APÊNDICE A - Folha de dados..... | 20 |

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos aumentos significativos, ano a ano, na capacidade instalada de energias renováveis, como turbinas de vento (WT), painéis fotovoltaicos (PV) e coletores solares térmicos, a oferta de energia mundial ainda é focada principalmente nas fontes de energias não renováveis e desta maneira grandes quantidades de carbono ainda são expelidas para o meio ambiente. A porcentagem de geração de energia elétrica mundial através de energias renováveis no ano de 2012 foi em torno de 21,2% (AGENCY, 2014). Além disso, não é possível deixar de lado o sucesso das redes inteligentes (*smart grids*) que permitem a integração de energias WT e PV, além de um melhor controle de carga e fonte, permite a melhor flexibilização do sistema de energia em resposta à demanda, a melhoria das redes de transmissão, adição de sistemas de energia com capacidades flexíveis, bem como a energia adequada a capacidades e desta forma aperfeiçoando o armazenamento (AGENCY, 2010).

O desempenho do sistema fotovoltaico vem se tornando cada vez mais popular ao redor do mundo, porém o seu desempenho é afetado por vários parâmetros como, ângulo de incidência dos raios solares nos painéis, qualidade construtiva (matéria prima utilizada), qualidade da instalação e a temperatura de operação, dentre todos o mais relevante. A radiação solar absorvida que não é convertida em energia elétrica se converte em energia térmica e provoca uma diminuição na eficiência elétrica dos painéis solares (ABDULGAFAR, 2014).

Este efeito indesejável que conduz a um aumento da temperatura de funcionamento da célula fotovoltaica causa uma queda de conversão de energia comprometendo a eficiência, que pode ser amenizada por um método adequado de extração de calor. O estado da arte demonstra que sistemas fotovoltaicos podem ser submetidos a um resfriamento e desta maneira analisa-se a quantidade de energia total do sistema e verifica-se novamente a eficiência energética total para comprovar ou não a eficácia dos métodos aplicados.

Um método para arrefecimento do módulo fotovoltaico é fluir uma película de água sobre o módulo para diminuir a sua temperatura. Cientistas vêm buscando técnicas e matérias para a melhoria do sistema, dentre eles, ressalta-se o trabalho de: Abdulgafar (2014) que utiliza a técnica de imersão em várias profundidades para medir o aumento de eficiência elétrica e a altura ótima de imersão; Krauter (2004), o

qual estudou os efeitos de arrefecimento da superfície de matriz fotovoltaica com uma película de água sobre a energia gerada por um conjunto de painéis fotovoltaicos; Kordzadeh (2010) estudou os efeitos dos painéis solares de potência nominal de 90 e 135 W. Uma fina película de água contínua é depositada na parte superior do painel fotovoltaico, sem que haja o reaproveitamento da água. A vantagem deste sistema é a obtenção de uma melhor eficiência elétrica, pela diminuição da temperatura, além da diminuição da perda de reflexão dos fótons devido a camada de água. Por outro lado, a desvantagem deste sistema é que o calor transferido para a água corrente no topo da matriz fotovoltaica é desperdiçado. Em outras palavras, ainda haveria a possibilidade de um aumento da eficácia do sistema, num todo, se esta água responsável pelo resfriamento do PV que se aquece quando realiza o resfriamento do PV, fosse reaproveitada para outras funções.

Figura 1 - Painel Solar com sistema de rastreamento solar



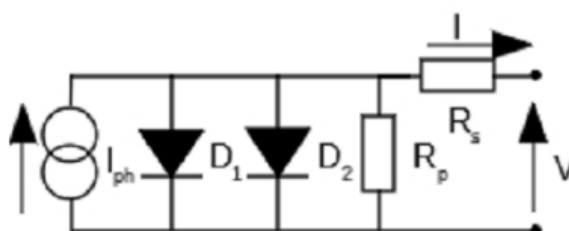
Na Figura 1, como pode se observar, apresenta um exemplo de painel fotovoltaico instalado em suporte móvel com sistema de rastreamento solar para superfície plana, o mesmo pode ser instalado ainda em telhados e suportes fixos. Esse sistema de rastreamento mantém a placa sempre num ângulo ótimo para o efeito fotovoltaico.

O sistema de arrefecimento é mais indicado para um sistema de painéis fixos pois aproveita o ângulo de inclinação para fluir água pelo painel e assim resfriá-lo.

2 MODELO MATEMÁTICO DINÂMICO DE UM PAINEL SOLAR

A Figura 2 apresenta um circuito equivalente de uma célula fotovoltaica. Este circuito é modelado matematicamente de maneira a mensurar, analisar e comparar parâmetros importantes no presente estudo, fazendo uso de suas equações (GOW; MANNING, 1999).

Figura 2 - Circuito equivalente célula fotovoltaica



Segundo Gow e Manning (1999), as equações pertinentes ao modelo apresentado na Figura 2 podem ser descritos através de:

$$I = I_{ph} - I_{s1} \cdot \left[e^{\frac{(V+I.R_s)}{N_1+V_t}} - 1 \right] - I_{s2} \cdot \left[e^{\frac{(V+I.R_s)}{N_2+V_t}} - 1 \right] - \frac{V+I.R_s}{R_p} \quad (1)$$

$$I_{ph} = I_{ph0} \cdot \frac{I_r}{I_{r0}} \quad (2)$$

Em que:

V = tensão na célula solar;

I = corrente na célula solar;

I_r = irradiação (intensidade luminosa) em W/m^2 incidindo sobre a célula;

I_{ph0} = corrente medida em função da energia solar para a irradiação I_{r0} (padrão 1000 W/m^2);

I_{s1} = corrente de saturação do primeiro diodo;

I_{s2} = corrente de saturação do segundo diodo;

R_s = resistência em série das células;

R_p = resistência em paralelo das células;

N_1 = fator de qualidade do primeiro diodo;

N_2 = fator de qualidade do segundo diodo.

V_t = tensão térmica dada por kT/q :

k = constante de Boltzmann's ($1,38 \cdot 10^{-23} J/K$);

T = Temperatura no dispositivo, Kelvin (K);

q = carga elementar de um elétron ($1,6 \cdot 10^{-19} C$).

Para a utilização deste modelo algumas considerações serão feitas, já que para o estudo em questão, estas não trarão nenhum prejuízo: a corrente de saturação do segundo diodo é zero e a impedância paralela dos resistores é infinita. Estas duas condições fazem o modelo se aproximar de um modelo ideal, de forma satisfatória, por outro lado, se considerar todos os parâmetros do sistema convergimos para um sistema de segunda ordem, tornando a análise mais complexa e de significância pífia.

O fator de qualidade N_1 e N_2 são parâmetros diretamente ligados aos aspectos construtivos dos painéis e podem assumir valores entre 1 e 2.

3 ANÁLISE DO FATOR TEMPERATURA

Para o presente estudo, julgou-se de maior valia a utilização de placas solares de modelos comerciais, utilizadas em instalações *grid-tie* (Conversão da tensão gerada pelo painel CC em CA, pelo inversor de frequência) e *off-grid* (Sistemas isolados são caracterizados por não serem conectados à rede elétrica, ou seja, o sistema se auto-sustenta através da utilização de baterias.), aumentando assim a eficiência de instalações residenciais, comerciais e industriais existentes. Dentre as placas existentes no mercado escolheu-se o painel da fabricante chinesa Yingli modelo YL250P-29b de 250W.

A Tabela 1 a seguir apresenta os parâmetros extraídos das folhas de dados, conforme pode ser verificado no anexo, utilizados do painel fotovoltaico escolhido que serão aplicados neste estudo.

Tabela 1 - Parâmetros painel solar YL250P-29b Yingli 250W

| Grandeza | Valor | Unidade |
|----------------------------|-------|---------|
| Potência | 250 | W |
| Rendimento | 15,3 | % |
| Tensão | 30,4 | V |
| Corrente | 8,14 | A |
| Tensão circuito aberto | 38,4 | V |
| Corrente de curto circuito | 8,79 | A |

Fonte: Datasheet Yingli YL250P-29b

O estudo foi desenvolvido através de simulações computacionais usando o software MATLAB/SIMULINK™ e utilizando a biblioteca disponível para estudos de sistemas de energia elétrica (*SimPowerSystems*) e para isso foi considerado parâmetros que demonstram o sistema de resfriamento sendo aplicado.

A Figura 3 a seguir apresenta de forma gráfica três temperaturas em função das horas do dia. As temperaturas demonstradas são: a temperatura ambiente (T_{amb}), a temperatura da placa sobre o efeito de resfriamento (T_{resf}) e, por fim, a temperatura normal (T_{nor}), ou seja, a temperatura do painel operando sem o efeito de qualquer técnica de resfriamento (HOSSEINI, 2011).

Essa medição foi feita na cidade de Teerã, no Irã, no mês de setembro e no experimento foi utilizado um painel de 60W e uma bomba de 0,25hp que gerou um fluxo de 1 litro/min.

Figura 3 - Variação da temperatura no tempo



Como pode ser observada na Figura 3 e é apresentado por Hosseini (2011), existe uma diferença média de temperatura durante o dia de aproximadamente 18°C. Essa diferença influencia no melhoramento da eficiência energética do sistema, por isso a importância do emprego de uma técnica de resfriamento.

O gráfico da Figura 3 serviu para demonstrar como um sistema de arrefecimento pode ser impactante e assim dando mais importância e justificando o presente estudo.

Existem duas maneiras de se obter informações de insolação em determinados locais. Uma delas é através de medições utilizando instrumentos específicos como piranômetros, pireliômetros, heliógrafos e actinógrafos e a outra maneira é utilizando base de dados de centros de pesquisa especializados.

Como forma de melhor direcionar o trabalho, a partir das coordenadas geográficas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa (UTFPR-PG), latitude 25,051600° Sul e longitude 50,132295° Oeste, determina-se a incidência de radiação solar anual deste lugar junto ao centro de referência brasileira para energia solar (SALVO BRITO, 2016), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Irradiação solar no plano horizontal em Ponta Grossa/PR

| Mês | Valor | Unidade |
|--------------|--------------|--------------------------|
| Janeiro | 5,47 | kWh/m ² |
| Fevereiro | 5,14 | kWh/m ² |
| Março | 4,75 | kWh/m ² |
| Abril | 4,33 | kWh/m ² |
| Maiο | 3,83 | kWh/m ² |
| Junho | 3,08 | kWh/m ² |
| Julho | 3,61 | kWh/m ² |
| Agosto | 4,11 | kWh/m ² |
| Setembro | 4,31 | kWh/m ² |
| Outubro | 4,94 | kWh/m ² |
| Novembro | 5,64 | kWh/m ² |
| Dezembro | 5,69 | kWh/m ² |
| Média | 4,58 | kWh/m² |

Fonte: CRESESB(2016)

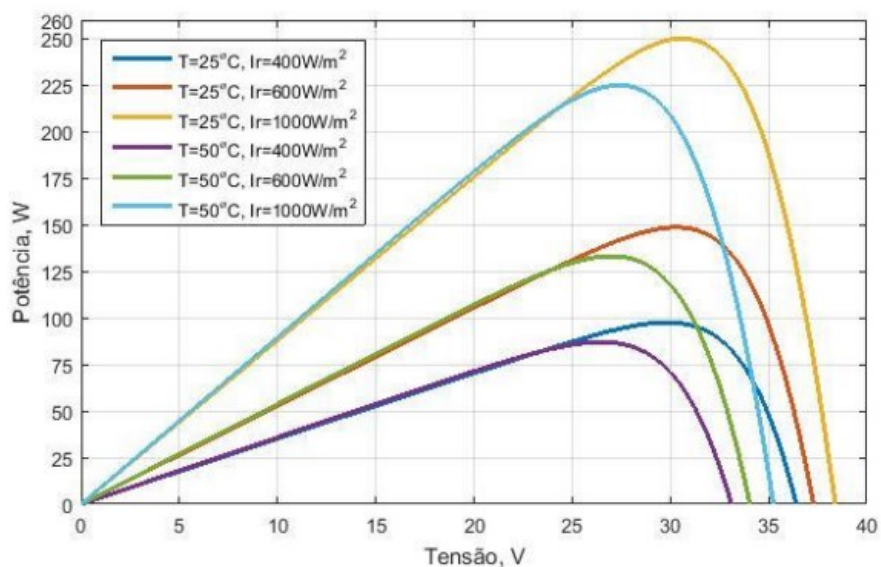
A Tabela 2 apresenta a irradiação solar diária média mensal para todos os meses do ano, apresenta também a média desse período que é de 4,58 kWh/m²(CRESESB, 2016). Este número é bem próximo da menor média no Brasil, porém é bem acima da média nacional na Alemanha, um dos países referência na produção de energia solar no mundo (SOLARGIS, 2015).

Submetendo os valores máximos atingidos, a diferentes níveis de irradiação e conforme dados mostrados na Tabela 2, obtém-se a potência. A partir desta relação e das Equações (1) e (2) é gerada a curva Potência x Tensão para o painel solar apresentada na Figura 4.

As curvas traçadas conforme o modelo do painel solar apresentado nas Equações (1) e (2) incluindo os parâmetros da placa comercial Yingli de 250 W, extraídos de sua ficha de especificação técnica e apresentado na Tabela (1) e simulando-se no ambiente de software Matlab, com parâmetros de temperaturas regionais pode se observar a eficiência energética com e sem a influência de um sistema de resfriamento.

Foram utilizados alguns dados complementares para a geração da Figura 4 a seguir. Foram traçadas curvas a 25°C considerando essa um parâmetro para a temperatura ambiente, e 50°C considerando este valor um parâmetro para uma operação sem aplicação de sistema de resfriamento.

Figura 4 - Relação Potência x Tensão



Ainda foram considerados na Figura 4 os valores de irradiância para o céu limpo (1000W/m²), parcialmente nublado (600W/m²) e nublado (400W/m²) (KELLY, 2010).

4 RESULTADOS

Observando a Figura 3, pode-se concluir que um sistema de resfriamento apresenta influência quando aplicado em um painel solar. O valor de 18°C de diferença apresentado na seção 2 pode servir como exemplo para calcular o decréscimo da eficiência uma vez que a folha de dados técnicos da placa apresenta o valor da taxa de perda de potência (PP_{max}) em função da temperatura como sendo:

$$PP_{max} = -0,45\%/^{\circ}C \quad (3)$$

Fazendo as substituições das variáveis potência do painel e decréscimo de temperatura, tem-se:

$$PP_{max} = \frac{-0,45 \cdot 250 \cdot 18}{100}$$

$$PP_{max} = -20,25W$$

O valor obtido a partir da Equação (3) representa uma perda de cerca de 8,1% de potência. Um decréscimo muito representativo uma vez que instalações residenciais comuns, por exemplo, possuem cerca de 15 a 20 placas, o que resultaria numa perda entre 303,75W e 405W. Isto em termos de energia representa entre 41,73kWh e 55,65kWh.

Fazendo uma analogia ao trabalho de Hosseini (2011) que utilizou uma bomba de 0,25HP para gerar um fluxo de 1,5 litros/minuto o qual apresentou resultado satisfatório de aumento na eficiência elétrica de 33%, pode-se utilizar uma bomba modelo HBO-300 com consumo de 2,5W e que segundo o fabricante gera um fluxo de 3,7 litros/minuto. (ELO 7, 2016).

Fazendo o balanço energético, utilizando esta bomba que consome aproximadamente 0,35kWh por mês, para aumentar a produção em até 55,65kWh, tem-se um saldo de aproximadamente 55,3kWh por mês por placa instalada.

Considerando o preço do painel em R\$ 889,00, segundo a NEOSOLAR (2016) e o preço da bomba em R\$ 21,70 segundo a ELO 7 (2016), o preço da bomba representaria um acréscimo de 2,4% no investimento e a aplicação desse sistema estaria provocando um aumento de 8,1% na potência como citado.

5 CONCLUSÃO

Analisando os dados apresentados neste trabalho podemos concluir que a instalação de sistemas de arrefecimento em painéis solares comerciais se apresenta como uma solução viável uma vez que o investimento, a princípio, é baixo e o aumento de eficiência energética com este é significativo, ficando em torno de 8,1%. Com um aumento de 2,4% no investimento pode-se aumentar a produção de 55,3kWh por mês. Considerando o valor do kWh residencial hoje, segundo o site da concessionária da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), em R\$ 0,64543, o investimento de R\$ 21,70 é pago com a utilização da bomba em 18 dias.

O sistema ainda pode ser melhorado sendo utilizado de maneira híbrida, uma vez que a água aquecida pelo painel pode ser reaproveitada num processo seguinte, sendo em residências ou em empreendimentos comerciais e industriais como, por exemplo, lavanderias.

Outro fator que pode tornar ainda de mais valia a aplicação desta técnica é a limpeza da placa que acontece de forma contínua, eliminando quaisquer objetos, tais como: poeira, folhas, excremento de animais, entre outros. Desta forma prologando pelo mínimo de 25 anos a utilização da mesma, conforme descrito na folha de dados, contido no apêndice.

A sugestão de continuidade desta pesquisa é a realização do experimento prático do que foi obtido da literatura e validado por simulação.

REFERÊNCIAS

- ARBAUGH, J. T. **Table look-up CORDIC**: effective rotations through angle partitioning. (Ph.D.) - Faculty of the Graduate School, University of Texas, 2004. 214 p.
- ABDELLATIF, O. Experimental investigation of different cooling methods for photovoltaic module. 11th **International Energy Conversion Engineering Conference**, p. 1098–1102. 2013.
- ABDULGAFAR, S. A.; OMAR, O. S; YOUSIF, K. M. Improving the efficiency of polycrystalline solar panel via water immersion method. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 3, n. 1, jan. 2014.
- AGENCY, I. E. **World Energy Outlook**. 2010.
- AGENCY, I. E. **Key World Energy Statistics**. 2014.
- CRESESB.
http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=cse_sistema_fotovoltaico. Acesso em 27/09/2016.
- DOROBANȚU, L.; POPESCU, M. O.; POPESCU, C. L.; CRĂCIUNESCU, A. Experimental assessment of pv panels front water cooling strategy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RENEWABLE ENERGIES AND POWER QUALITY (ICREPQ'13), **Proceedings...** 2013. Bilbao (SPA), 2013.
- ELO 7. http://www.elo7.com.br/bomba-bombinha-para-fonte-deagua/dp/742808?elo7_source=google_shop&elo7_medium=cpc&elo7_campaign=Shopping-google_shop-cpcShopping-Casa_e_Decor&elo7_content=Decoracao&gclid=Cj0KEQjwjK--BRCzvWyu4OTosEBEiQAgFp5OGzxxXPU_pUN_td_8CRX00eMdUvzNd2vIWJRP-YkpE8aAhr28P8HAQ. Acesso em 04/09/2016. 2016.
- GOW, J. A.; MANNING, C. D. Development of a photovoltaic array model for use in power-electronics simulation studies. **IEEE Proceedings - Electric Power Applications**, v. 146, n. 2, p. 193-200, 1999.
- HACHICHA, A. A.; GHENAI, C.; HAMID, A. K. Enhancing the performance of a photovoltaic module using different cooling methods. World Academy of Science, Engineering and Technology. **International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering**, v. 9, n. 9, 2015.

HOSSEINI, R.; HOSSEINI, N. An experimental study of combining a photovoltaic system with a heating system. In: WORLD RENEWABLE ENERGY CONGRESS, 2011. **Proceedings...** Sweden, p. 2993-3000, 2011.

KELLY, N. A.; GIBSON, T. L. Optimizing the photovoltaic solar energy CSdCIdD capture on sunny and cloudy days using a solar tracking system. **Annual Technical Meeting of the Council for Optical Radiation Measurements**. Estados Unidos. 2010.

KORDZADEH, A. The effects of nominal power of array and system head on the operation of photovoltaic water pumping set with array surface covered by a film of water. **Journal of Renewable Energy**, p. 1098–1102, 2010.

KRAUTER, S. Increased electrical yield via water flow over the front of photovoltaic panels. **Journal of Solar Energy Materials and Solar Cells**, p. 131–137, 2004.

MEHROTRA, S.; RAWAT, P.; DEBBARMA, M.; SUDHAKAR, K. Performance of a solar panel with water immersion cooling technique. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 3, n. 3, p. 1161-1172, 2014.

NEOSOLAR. <http://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingli-yl250p-29b-250wp.html>. Acesso em 04/09/2016. 2016.

SOLARGIS. www.solargis.info. Acesso em 04/09/2016. 2015.

YINGLI.

http://www.yinglisolar.com/assets/uploads/products/downloads/YGE_60_Cell_Series_EN.pdf Acesso em 27/09/2016.

APÊNDICE A - Folha de dados

YINGLI SOLAR

**YGE
60 CÉLULAS
SÉRIE 2**



17,7%
EFICIÊNCIA DA CÉLULA

10 ANOS
DE GARANTIA DO PRODUTO

0 - 5W
TOLERÂNCIA DE POTÊNCIA

25 Anos de Garantia Linear



YINGLISOLAR.COM



QUALIDADE COMPROVADA

EM UMA NOVA DIMENSÃO

Testados independentemente para garantir sua qualidade e confiabilidade no longo prazo. Milhões de sistemas fotovoltaicos instalados no mundo inteiro demonstram a liderança da Yingli Solar nesse setor.



Durabilidade

Módulos fotovoltaicos duradouros, testados independentemente sob condições ambientais adversas como ambiente salino, amônia e os fatores de risco do PID.



Vidro Avançado

Vidro de alta transmissão, com uma única camada anti-reflexo, que direciona mais luz sobre as células, resultando em uma maior eficiência energética.



Tamanho mais vendido

Primeira opção para milhões de bancos e investidores, este tamanho é adequado para quase todas as aplicações.



Resistência PID

Testado de acordo com a norma IEC 62804, os nossos módulos fotovoltaicos têm mostrado resistência ao PID (Degradação Induzida pela Potência) que se traduz em segurança para o seu investimento.

Yingli Green Energy

Yingli Green Energy Company Holding Ltd. (NYSE: YGE), conhecida como "Yingli Solar", é uma das maiores fabricantes de módulos fotovoltaicos do mundo em termos de capacidade de produção. Somos uma empresa líder em energia solar construída a partir da confiança em nossos produtos e desempenho sustentável.