



ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MICRO GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA FACTHUS

Ramon Magalhães Freitas², Willian Maria², Lucas Rocha Lobo Lannes¹, Wanberton Souza¹

¹FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

²FACTHUS – Faculdade de Talentos Humanos

Resumo – Este artigo tem como objetivo demonstrar a viabilidade da implantação de um sistema fotovoltaico de geração de energia para a Faculdade de Talentos Humanos – FACTHUS, demonstrando economicamente a possibilidade de quitação do investimento inicial e até mesmo a obtenção de lucro. O projeto propõe a utilização de um sistema On-Grid, ou seja, um sistema conectado a rede da concessionária atendendo a demanda do Campus. A média do consumo energético mensal da FACTHUS é de R\$ 14.500,00 e a economia após a implantação do sistema prevê a quitação total do investimento em cerca de 5 anos, além de uma margem de lucro para os 20 anos consecutivos.

Palavras-Chave – economia, fotovoltaica, on-grid, projeto.

VIABILITY STUDY OF IMPLEMENTATION OF A MICRO GENERATION OF A PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR FACTHUS

Abstract – This article have the objective prove the viability of implantation of photovoltaic generation system for the Faculdade de Talentos Humanos – FACTHUS, demonstrating economically the possibility of payment of the initial investment and a markup possibility. The project proposes the utilization of an On-Grid system, that is, one system linked with a network of dealership meeting the demand of the Campus. The average consumption monthly is R\$ 14.500,00 and the economy after implementation provides for discharge around 5 years and one markup for the next 20 years.

Keywords –economy, on-grid, photovoltaic, project.

I. INTRODUÇÃO

Em todo o Brasil tem-se que a principal fonte geradora de energia elétrica é proveniente de recursos hídricos. Estes são inconstantes e possuem uma enorme variabilidade em virtude de condições climáticas, localidade e época do ano. Tais fatores foram visualizados recentemente no ano de 2014 com a crise hídrica no Brasil. O que além de promover racionamentos no uso da energia elétrica, proporcionou

também um significativo aumento nas contas de energia elétrica com a utilização de tarifas extras como a “bandeira vermelha” por parte das concessionárias de energia. Com essas crescentes restrições dos recursos hídricos a geração de energia proveniente das hidrelétricas já não será tão viável no futuro. Levando em consideração esta situação futura, as demais fontes de energias renováveis, tais como eólica, solar, maré-motriz, entre outras vêm tomando espaço para suprir essa deficiência energética. A energia solar a cada dia evidencia ainda mais a sua aplicabilidade, sendo uma boa opção para complementar a geração necessária para a manutenção das necessidades energéticas do país, além de permitir um investimento individual onde cada cliente da concessionária pode realizar a geração de energia em conexão com a rede, suprimindo assim a demanda necessária. Devido à sua localização, o Brasil possui um enorme potencial para geração de energia solar. A partir de dados fornecidos pelo Atlas de Energia Elétrica no Brasil [9] tem-se que a região delimitada pelo território brasileiro apresenta uma taxa de irradiação solar variando de 14 a 22 MJ/m², conforme pode se observar na Figura 1, durante o dia e com uma baixa taxa de oscilação, tendo as menores taxas nos meses de maio a julho, variando de 14 a 16 MJ/m². O Brasil ainda apresenta condições climáticas favoráveis possuindo regime estável com baixa formação de nuvens.

Figura 1: Variação da irradiação solar no Brasil [9]



A irradiação proveniente do sol é convertida em energia elétrica através de células fotovoltaicas que transformam a

luz em eletricidade, tendo como princípio de funcionamento o Efeito Fotovoltaico. As placas são conectadas a um sistema On – Grid, que consiste na geração de energia conectada diretamente a rede elétrica da concessionária.

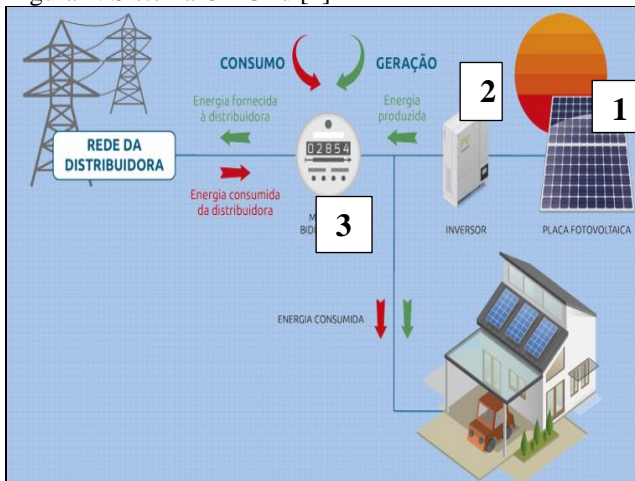
A partir da análise da grande demanda que a FACTHUS necessita para suprir suas necessidades energéticas instituiu-se o desenvolvimento da pesquisa para demonstrar a possibilidade de se suprir as necessidades e posteriormente ter uma perspectiva lucrativa. O consumo médio da faculdade é de R\$ 14.500,00 mensais, tendo a necessidade de um sistema com potência de 160 KWp, valor calculado para o devido projeto.

II. MATERIAL

O sistema a ser projetado para a Faculdade de Talentos Humanos é um sistema On-grid que estará conectado com a rede elétrica da CEMIG. Os sistemas conectados a rede de distribuição de energia elétrica são sistemas cuja funcionalidade se baseia em uma ligação bidirecional do consumidor de energia proveniente da concessionária, que começa a agir também como fonte geradora a partir do momento em que instala um sistema. Nesses sistemas há o balanceamento de carga produzida e recebida por parte da concessionária e do consumidor a fim de se manter a funcionalidade de sistemas elétricos residenciais, industriais ou quaisquer outros.

A composição do sistema é dada por placas solares (1), inversores (2), cabeamento, proteções, relógio bidirecional (3), assim como na demonstrado na figura 2.

Figura 2: Sistema On-Grid [4]



Nos sistemas On-Grid tem-se a geração de energia a partir do uso das células fotovoltaicas, as mesmas através de seu princípio de funcionamento geram uma corrente contínua, entretanto, os sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, inclusive os eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos em geral, funcionam em quase sua totalidade com o uso de energia alternada (tensão e corrente). Como a geração de energia solar nos fornece uma corrente contínua, há a necessidade de se transformar essa corrente contínua em uma corrente alternada que é a de uso padrão.

O inversor de frequência é o elemento responsável por transformar a energia gerada pela placa em uma energia utilizável pelo sistema elétrico de potência. O inversor possui como função principal dentro do sistema a transformação da corrente contínua em corrente alternada, que se dá pela comutação de chaves na entrada da corrente CC a transformando dessa forma em impulsos, o controle dessas chaves deve ser realizado de modo em que os componentes espectrais sejam os desejáveis.

O medidor bidirecional de energia funciona como uma forma de medição para que seja possível quantificar a energia elétrica, tanto gerada pelas células fotovoltaicas provenientes da instalação do consumidor, quanto fornecidas pela rede de distribuição da concessionária. Em análise ao medidor é possível verificar se o consumo da instalação é superior ou inferior ao fornecido pelo sistema de geração.

Durante o funcionamento do sistema, os momentos onde a energia gerada é superior à consumida a diferença é entregue à rede. Toda a energia entregue a rede é transformada em créditos na concessionária e decorrente do acumulo desses créditos que podem ser debitados em contas futuras. Nos momentos em que a geração não é suficiente para atender a demanda da instalação, seja por ser durante a noite, seja por condições climáticas, a energia que manterá o necessário para o mantimento do consumo será proveniente da rede, total ou parcialmente. Desse modo o usuário não ficará sem energia em nenhum desses momentos a não ser, por alguma falha na rede de distribuição.

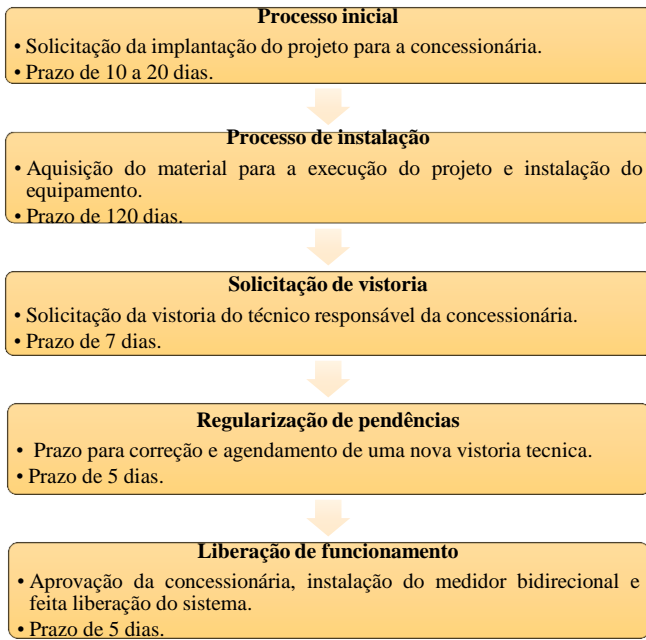
III. MÉTODOS

Todo processo de solicitação de implantação do sistema para a concessionária deve estar dentro das normas da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). O procedimento de instalação é dado pela aquisição dos materiais e contrato com a empresa destinada a instalação [2].

Após a execução do projeto é solicitado à vistoria do especialista representante da concessionária, se houver alguma irregularidade será estimado um prazo para as devidas correções e será agendada outra vistoria. Após a confirmação do especialista o projeto será validado e liberado para operação. Assim como demonstrado no cronograma da Figura 3.

A instalação de um medidor bidirecional para a efetiva medição do consumo e geração da instalação é de total responsabilidade da concessionária, possibilitando assim a quantificação da demanda. Os módulos fotovoltaicos serão instalados em local adequado onde terão o máximo de rendimento. Este local se dará pela disponibilidade do sol, orientação e inclinação dos módulos. Tendo por base os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE a maior intensidade na incidência de raios solares se encontra nos arredores da Linha do Equador. O Brasil está localizado ao sul do Equador, portanto as placas fotovoltaicas serão orientadas ao norte buscando a posição solar em relação ao hemisfério sul [8].

Figura 3: Cronograma de implantação.[3]



A inclinação das placas será definida em função da latitude do local a ser instalado, pois para maior eficiência a inclinação deverá ser onde a luz incida perpendicular ao plano da placa solar.

A média mensal da radiação solar total diária \overline{HT} em uma superfície inclinada, visando para isso a melhor disposição dos módulos fotovoltaicos em busca de uma maior eficiência na produção energética por parte dos mesmos, é regida pela seguinte equação [13]:

$$\overline{HT} = \overline{HB} + \overline{HD} + \overline{HR} \quad (1)$$

Onde:

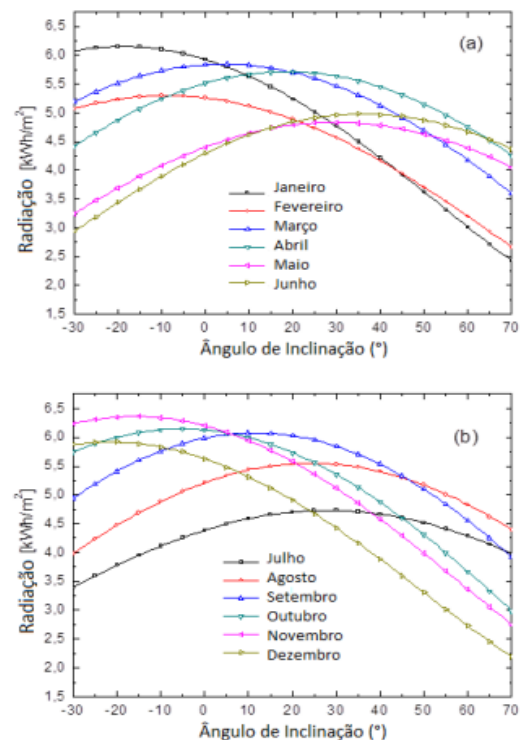
- \overline{HB} é a radiação direta;
- \overline{HD} é a radiação difusa e
- \overline{HR} é a radiação refletida.

Entretanto existem atualmente plataformas de monitoramento de dados meteorológicos, tais qual o CRESESB, que possibilitam inclusive o monitoramento da irradiação solar. A partir destas plataformas é possível obter os valores de irradiação de uma determinada coordenada geográfica.

Na Figura 4, pode-se notar a necessidade de um dito ângulo ótimo para a disposição das placas em relação ao Equador visto que para diferentes períodos do ano existe uma significativa variação do ângulo, o estudo realizado em Petrolina, torna-se também válido, com fator comparativo, à cidade de Uberaba, devido ao fato de ambas se localizarem ao sul do Equador.

Mediante ao grande espaço físico necessário para a disposição do sistema, as placas serão instaladas no bloco A da Faculdade de Talentos Humanos. Onde há uma área disponível de aproximadamente 1350 m² de telhado. Depois da devida instalação das placas levando em conta os fatores pré-definidos de posicionamento, a fim de se obter a máxima geração de energia pelas células, serão instalados os demais componentes, cabeamento inversores e proteções e em um próximo momento há a conexão do sistema instalado a rede principal da faculdade, tendo em vista os prazos previstos na Figura 3.

Figura 4: Média mensal da radiação total diária em função do ângulo de inclinação de (a) janeiro a junho, e (b) de julho a dezembro em Petrolina-PE [13]



O projeto idealizado para a FACTHUS será dimensionado mediante a média do valor do consumo, em kWh, no intervalo de 12 meses. A partir de análise aos dados fornecidos pela conta de energia da faculdade, podemos dimensionar a necessidade média do sistema. A Tabela 1 demonstra a média de consumo de energia da faculdade.

Tabela I - Média de consumo de energia

MÉDIA DE CONSUMO		
Mês	Consumo (kWh)	Média (kWh)
Jul/17	16892	21443
Jun/17	21156	
Mai/17	21648	
Abr/17	24272	
Mar/17	20664	
Fev/17	20090	
Jan/17	16400	

Dez/16	24436
Nov/16	24026
Out/16	24682
Set/16	24272
Ago/16	18778

O consumo médio da faculdade no intervalo de um ano é de 21443 kWh/mês e para determinar a potência do sistema fotovoltaico a ser instalado pode-se utilizar esse valor como base para o dimensionamento. Para o cálculo do consumo médio diário divide-se por 30 o valor médio mensal.

$$21443 \div 30 = 714,67 \text{ kWh/dia.}$$

Após o cálculo do consumo médio diário, será realizada a identificação do valor da irradiação solar indicado no local de instalação do sistema. A plataforma Google Maps auxilia na obtenção das coordenadas do local da instalação ao se buscar a FALTHUS o aplicativo propiciou os seguintes dados: latitude de $-19,77^\circ$ e longitude de $-47,93^\circ$. Com o valor de coordenadas será efetuado a busca da taxa de irradiação solar deste local. A figura 5 indica as coordenadas e a localização do local a ser implantado o sistema:

Figura 5: Localização da FALTHUS



Mediante o valor da coordenadas e utilizando o site de pesquisa CRESESB obtemos o valor médio da irradiação solar na cidade de Uberaba. A Figura 6 e a Tabela 2 nos fornecem os dados de irradiação solar na cidade de Uberaba.

Figura 6: Irradiação solar em Uberaba- MG

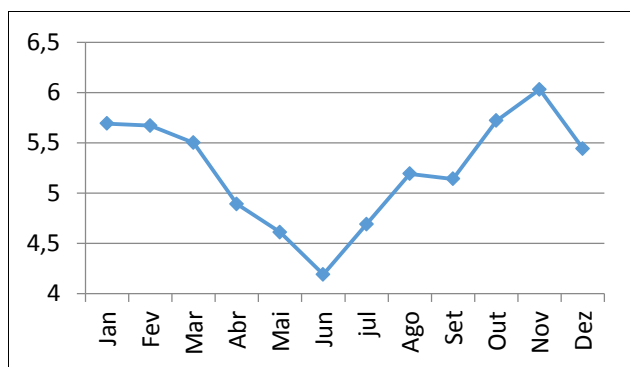


Tabela II – Média de Irradiação solar em Uberaba – MG

Irradiação média em Uberaba – MG		
Mês	Irradiação solar kWh/m²	Média irradiação solar Kwh/m²
Janeiro	5,69	5,23
Fevereiro	5,67	
Março	5,50	
Abril	4,89	
Mai	4,61	
Junho	4,19	
Julho	4,69	
Agosto	5,19	
Setembro	5,14	
Outubro	5,72	
Novembro	6,03	
Dezembro	5,44	

O valor médio da taxa de irradiação solar no município de Uberaba é de 5,23 kWh/m². Para calcularmos a potência de pico dos painéis utilizaremos a equação 2 [1].

$$PPP = CMD \div (IS \times R) \quad (2)$$

Onde:

PPP – Potência de pico dos painéis;

CMD – Consumo médio diário;

IS – Irradiação solar;

R – Rendimento.

Substituindo os valores:

$$PPP = 714,670 \div (5,23 \times 0,84)$$

$$PPP = 160000 \text{ Whp ou } 160 \text{ kWhp}$$

A potência do sistema a ser instalado será de 160 kWp. O valor adotado para o rendimento foi de 84%, levando em consideração as perdas por variações de temperatura, perdas por incompatibilidade elétrica, perdas por acúmulo de sujeira nas placas fotovoltaicas, perdas no cabeamento, perdas do inversor, perdas por sombreamento, entre outros fatores que podem ser associados.

Para o dimensionamento da quantidade de painéis utiliza-se o valor total da potência de pico dos painéis sobre a potência unitária da placa. Foi adotada uma placa cuja potência de mercado equivale a 320 Wp, deste modo o número de placas a serem instaladas para que se atenda a demanda da instalação poderá ser de certa forma (em comparação com outras disponíveis no mercado) reduzida, não ultrapassando assim o valor da área disponível para a implantação do sistema.

Dimensões médias da placa – 2m x 1m x 0,05m;

Área de ocupação – 2 m².

Portanto:

$$160000 \div 320 = 500 \text{ painéis } (3)$$

Área disponível = 1350 m²

Área ocupada pelas placas = 1000 m²

Em posse dos valores tem-se uma referência para

buscar um orçamento ideal que atenda e seja economicamente viável para a FACTHUS.

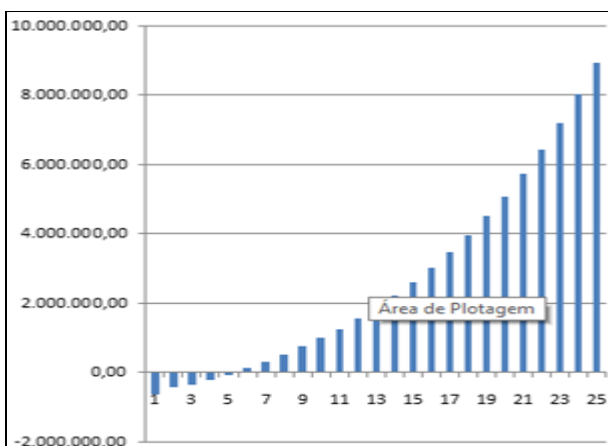
Para termos um orçamento que represente a melhor relação custo benefício, foram realizados três levantamentos em empresas do ramo de instalação de sistemas fotovoltaicos. As empresas contatadas foram: BLUE ENERGY, Minas Energia Solar e Agropower, apresentando um valor médio do orçamento do projeto de cerca de R\$ 730.000,00.

IV. RESULTADOS

Com os dados levantados e apresentados é possível mensurar a viabilidade do sistema. De acordo com os dados fornecidos pela conta de energia, foi aproximado um consumo médio e feito o dimensionamento do sistema. O valor de investimento para a instalação do sistema, em média, foi de R\$ 730.000,00. Por intermédio desse valor obtido, podemos fazer uma projeção do capital investido e demonstrando o tempo de retorno do valor, identificando o prazo para a recuperação do capital investido e ainda inferir a possibilidade de lucro com a utilização do sistema.

Deduzindo o valor gasto a cada mês em relação ao valor investido, podemos fazer uma projeção do *payback*, ou seja, do tempo gasto para se obter retorno do valor investido. A Figura 7 demonstra esta análise do retorno financeiro do sistema fotovoltaico, com a projeção do valor investido em relação ao tempo de retorno. Pode-se notar que após 25 anos do investimento inicial o valor economizado a partir da geração supera os R\$ 8.000.000,00 levando em conta apenas o custo da energia hoje, sem aumentos.

Figura 7: Análise do retorno financeiro

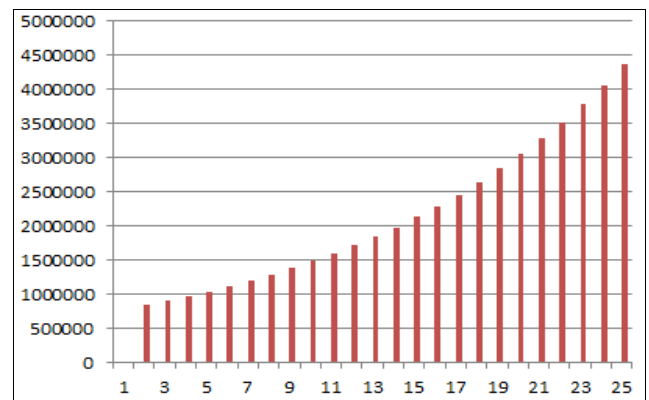


De acordo com os dados mostrados fica evidente a viabilidade do sistema. A estimativa de lucro, após o sistema ser implantado, tem uma projeção para o quinto ano após a implantação do projeto. No caso da faculdade o valor de demanda contratada é de R\$ 7.613,78 com o preço atual do KW de R\$ 52,50. O sistema é um sistema seguro, de uma vida útil ótima, eficiente e por se tratar de uma forma de energia renovável é também ecologicamente correto. O prazo de vida útil é estipulado em 25 anos conforme a garantia de

seus fabricantes, com manutenções mínimas e com a garantia de um bom funcionamento.

Para demonstração da resposta lucrativa que o sistema nos propicia, foi realizado um estudo de viabilidade comparando o valor investido no sistema fotovoltaico com o investimento na poupança, que é uma das mais difundidas formas de se investir, devido ao reduzido risco, taxas atraentes e rendimento anual relativamente satisfatório. A taxa de juros da poupança gira em torno de 0,4273% ao mês ou 5,24% ao ano, que é mais utilizado pelos bancos tradicionais brasileiros. A Figura 8 demonstra os valores obtidos da simulação do investimento na poupança [5].

Figura 8: Evolução do investimento na poupança



O investimento no sistema fotovoltaico em relação ao investimento na poupança, ambos no final de 25 anos, nos indica que o lucro obtido com o sistema fotovoltaico é 340,48% maior que o lucro obtido no investimento da poupança.

Podemos observar o tamanho do potencial lucrativo do sistema fotovoltaico e todos os benefícios de sua implantação.

V. CONCLUSÃO

Podemos concluir que a proposta de implantação do sistema fotovoltaico é bastante viável e lucrativa, além de proporcionar uma saída sustentável para o meio ambiente. O projeto também serve como instrumento divulgador da tecnologia de geração de energia solar incentivando e instruindo. Como foi observado no projeto, o capital de investimento é de valor elevado e isso se torna uma barreira à primeira vista. Entretanto há a possibilidade de modularização do sistema on-grid, aumentando gradualmente a potencia do sistema gerador, fazendo como que exista uma satisfatória redução no valor do investimento inicial e possibilitando a junção de novas placas e novos inversores à instalação. O governo brasileiro apresenta alguns incentivos na área de geração fotovoltaica, mais ainda temos que evoluir muito e incentivar cada vez mais essa prática de geração.

A Alemanha apresenta vários incentivos financeiros para a geração de energia fotovoltaica, por consequência se tornando uma das maiores geradoras de energia fotovoltaica do mundo. De acordo com dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS, um dos

principais incentivos é o Programa de Incentivo de Mercado, que é uma estratégia do governo alemão para expandir a participação da energia renovável na matriz energética do país. Outro incentivo muito importante no governo alemão é a Electricity Feed-in Law (direito de alimentação elétrica), disponibilizando tarifas de auxílio a empresas de acordo com o tipo de energia alternativa utilizada.

O governo brasileiro está apenas no começo, mas o caminho é incentivar e criar programas de subsídios para a prática de geração fotovoltaica e dar mais espaço para essa forma de geração como uma das fontes principais de geração de energia nos países.

SOLARES PARA A CIDADE DE PETROLINA. Gramado: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 17 A 20 de Abril de 2018, 2018. 10 p. Disponível em: <<http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/viewFile/717/717>>. Acesso em: 07 de 2018.

REFERÊNCIAS

- [1] ATOMRA. Dimensionamento de Projeto Solar Fotovoltaico. Disponível em: atomra.com.br/dimensionamento-projeto-solar-fotovoltaico/. Acesso em 15 de nov. 2017.
- [2] ANEEL. Agência Nacional de energia elétrica Sistema de compensação de energia elétrica Micro e Mini geração Distribuída. 2ªed. Maio 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 22 de set. 2017.
- [3] CEMIG .Companhia Energética de Minas Gerais S.A. Disponível em: <http://ri.cemig.com.br/static/ptb/glossario.asp?idioma=ptb>. Acesso em: 15 de set. 2017.
- [4] CRESESB. Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio Brito 2017. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 17 de set. 2017.
- [5] FOREX SOCIAL. Calculadora de rendimentos com aportes mensais. Disponível em: <https://forex-social.com/ferramentas/calculadora-lucros-aportes/>. Acesso em 16 de set. 2017.
- [6] Google maps. 2017. Disponível em: <http://www.googlemaps.com.br>. Acesso em: 15 de set. De 2017.
- [7] IBEAS. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf> Acesso em: 27 de nov. De 2017.
- [8] INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/crectcalc/pdf/camila.pdf>. Acesso em: 26 de nov. De 2017.
- [9] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Atlas da Energia Elétrica do Brasil. Brasília – DF, 2005. 2ª Edição.
- [10] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro, maio/2012.
- [11] PEREIRA, E. B.; MARTINS, F.R.; ABREU, S. L. de; RÚTHER, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos: INPE, 2006.
- [12] OLIVEIRA, F. T. V E GÓMEZ-MALAGÓN, L. A, 2018, Gramado. OTIMIZAÇÃO DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO E ORIENTAÇÃO DE PAINÉIS