Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.02, 2020/02

ISSN 2178-6925

ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO NA ALFA UNIPAC/TO

FEASIBILITY STUDY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM IMPLEMENTATION IN ALFA UNIPAC/TO

Pedro Emílio Amador Salomão,
Doutor, Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, Brasil.
pedroemilioamador@yahoo.com.br

Breno da Costa Tudeia,
Bacharel, Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, Brasil.
brenotudeia@gmail.com

Vânia Aparecida dos Santos Dutra,
Bacharel, Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni
vaniaduarte2016@hotmail.com

Recebido: 20/11/2020 – Aceito: 27/11/2020

Resumo

A geração de energia pelo sol é considerada limpa, o que já é uma grande vantagem sobre a energia de termelétrica. E neste cenário o Brasil tem grande potencial, por ser um país de clima tropical em sua geração, captação, transformação e aproveitamento. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade financeira de implantação de uma usina fotovoltaica (FV) na Instituição ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, haja vista que a mesma como instituição de ensino deva buscar soluções de sustentabilidade. A metodologia para desenvolvimento da pesquisa partiu-se de um estudo de caso por meio da elaboração de um estudo para verificar a possibilidade de implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica (FV), na Universidade ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni. Conclui-se ao final do estudo que a implantação de uma usina fotovoltaica da ALFA UNIPAC é viável pois o valor de investimento será retornado e ainda possui a possibilidade de créditos em energia.

Palavras-chave: Energia; Solar; Sustentável.

Abstract

The generation of energy by the sun is considered clean, which is already a great advantage over thermal power. And in this scenario, Brazil has great potential, as it is a country with a tropical climate in its generation, capture, transformation and use.

ISSN 2178-6925

Thus, the present study aims to analyze the financial feasibility of implementing a photovoltaic plant (PV) at the ALFA UNIPAC Institution of Teófilo Otoni, given that it as an educational institution should seek solutions for sustainability. The methodology for developing the research was based on a case study through the elaboration of a study to verify the possibility of implementing a photovoltaic energy generation (PV) system, at the ALFA UNIPAC University of Teófilo Otoni. It is concluded at the end of the study that the implementation of an ALFA UNIPAC photovoltaic plant is feasible because the investment value will be returned and it still has the possibility of credits in energy

Keywords: Energy; Solar; Sustainable.

1. Introdução

O mundo vem passando por grandes transformações e neste cenário, surge uma grande preocupação com o meio ambiente. Tendo em vista que a humanidade vem sofrendo com os impactos causados pela ação indevida do homem na natureza, passando a afetar o equilíbrio ambiental no planeta, como o aquecimento global, desmatamento das reservas florestais bem como, geração de resíduos, emissão de gases, entre outros fenômenos. É, portanto, necessário buscar diminuir e desenvolver meios para amenizar essa situação, pois todos esses fatores levam a procurar soluções que contribuam para minimizar e reduzir estes impactos.

Fatores como a energia hídrica gera um alto impacto ecológico e social além de utilizar de vários fatores da natureza. Em função do crescimento pela demanda tornou-se necessário a busca por fontes renováveis de energia. Com a evolução da humanidade a sociedade passou a ter cada vez mais de suprir a demanda energética e de modo sustentável. O surgimento de outras fontes de produção de energia como eólica, biomassa e a fotovoltaica estão cada dia mais presente (ABINEE, 2012).

Estudos feitos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), para subsidiar a elaboração do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e do Plano Nacional de Energia a Longo Prazo (PNE), mostram que na década de 70 o consumo de energia elétrica no Brasil era de 39.660 TWh, já em 2019 este número chegou a 482.083 TWh.

As fontes de energia sustentáveis vêm atraindo cada vez mais a atenção da sociedade, os fatores que impulsionam por esta busca variam desde a preservação do meio ambiente até a economia financeira, esta última, sendo a que mais tem atraído os consumidores.

ISSN 2178-6925

A geração de energia pelo sol é considerada limpa, o que já é uma grande vantagem sobre a energia de termelétrica. E neste cenário o Brasil tem grande potencial, por ser um país de clima tropical em sua geração, captação, transformação e aproveitamento. Portanto é uma energia diferente do que acontece com outras formas de energia, ela não apresenta nenhum tipo de poluição ao meio ambiente (BLUESOL, 2016).

1.1 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade financeira de implantação de uma usina fotovoltaica (FV) na Instituição ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, haja vista que a mesma como instituição de ensino deva buscar soluções de sustentabilidade.

2. Revisão da Literatura

2.1 O Sistema de Energia Fotovoltaica (FV)

O efeito fotovoltaico, foi descoberto em 1839 por Edmond Becquerel, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica por meio do uso de células solares, o processo mais comum de geração de energia elétrica a partir da energia solar. Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício.

Cerca de 80% das células fotovoltaicas são construídas de materiais semicondutores como: silício, arseneto de gálio, telureto de cádmio ou disseleneto de cobre e índio (gálio). O silício cristalino é o mais utilizado, mas as tecnologias de película ganharam mercado com a produção em larga escala, segundo Silva (2015).

O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar. Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela

ISSN 2178-6925

proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (GREEN *et al.,* 2000).

Este método de energia se dá através de instalação de painel solar, que ajuda a reduzir os gastos além de outras vantagens da energia gerada através da captação dos raios solares. A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios, citados por Absolar (2016), tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico.

A diminuição dos preços é um dos principais fatores que impulsionam o crescimento do mercado fotovoltaico. Em 2015, a produção mundial chegou à marca de 230 GW, mais de quarenta vezes a produção de 2006 (SCHMELA, 2016). Já no Brasil, essa capacidade ANNEL, possuía, ao final de 2016, 81 MWp de energia solar fotovoltaica instalados, este valor representa cerca de 0,05% da capacidade instalada total no país. Do total de 81 MWp existentes em 2016, 24 MWp correspondiam à geração centralizada e 57 MWp à geração distribuída.

Atualmente, é possível gerar energia e integrar com outras fontes de geração, assim como à concessionária, graças à regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012), onde estabelece importantes condições que enquadra como direito de todos à adesão ao sistema de compensação de energia elétrica, conhecido também como Net Metering.

Os custos de implantação variam entre R$ 10 mil e R$ 15 mil para abastecer uma família de quatro pessoas. Um sistema que gera 16 a 17 kWh/dia totalizará economia mensal de 300 a 350 reais, e ao longo de 25 anos essa economia será de 120 mil reais, chegando a 300 mil reais se incluir a inflação do Brasil que gira em torno de 10% ao ano (ABSOLAR, 2016, p. 5).

Neste contexto pode-se concluir que o sistema custa apenas uma fração disso, ou seja, o consumidor-gerador gasta 5 anos de energia antecipado no investimento do sistema e leva 20 anos de energia para residência. Visto que a relação econômica é de 5 para 25 anos (sendo 25 anos a duração de um sistema solar em completa potência) (COLAFERRO, 2016).

A confiabilidade dos sistemas fotovoltaicos (FV), assim como as placas solares, possui vida útil no mínimo de 25 anos segundo Silva, Maciel e França (2017).

ISSN 2178-6925

A energia gerada pelo sistema fotovoltaico além de abastecer a residência, sua sobra pode ser injetada na rede, que retorna ao consumidor sob forma de créditos em energia. Essa tecnologia passou a ter um incentivo e se firmar como opção a partir da resolução 482/2012 da Agencia nacional de Energia Elétrica (Aneel), que criou o sistema de compensação de energia. Os créditos têm validade de 36 meses podendo ser direcionado ao pagamento da conta de luz da própria residência ou de outras de mesma titularidade.

Na aplicação de sistema integrado à rede pública é necessário solicitação e aprovação da distribuidora de energia local, segundo os prazos publicados, a concessionária tem prazo de até 90 dias para regularizar o sistema de troca de energia a partir do pedido da unidade consumidora, segundo a Aneel.

Ao executar um projeto de sistema fotovoltaico (FV) é preciso ter como base os dados de consumo médio de energia por edificação, podendo optar por produzir 100% da demanda ou uma porcentagem, sendo que o restante será fornecido automaticamente pela rede pública, sempre levando em consideração a localização geográfica do imóvel e as condições que serão instaladas as placas fotovoltaicas, após estas informações pode ter início a implantação.

No sistema de energia fotovoltaica (FV) é recomendável a limpeza dos painéis quatro vezes ao ano. A vida útil dos equipamentos é de 30 a 40 anos, a produção de energia após os 25 anos de uso é de pelo menos 80%.

2.2 O Brasil e o potencial energético

Os autores Silva, Maciel e França (2017) defendem que geograficamente o Brasil é fortemente privilegiado pelo Sol, esta vantagem torna das regiões tropicais propícias para o desenvolvimento de sistemas solares fotovoltaicos (FV).

O Brasil possui um grande potencial para gerar eletricidade a partir do sol. No local menos ensolarado é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha, que é um dos líderes no uso da energia fotovoltaica (FV), (CABRAL, 2013, p. 4).

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, diariamente incide entre 4.444 Wh/m² a 5.483 Wh/m² no país.

ISSN 2178-6925

O Atlas Brasileiro de Energia Solar 3, publicado em 2006, e elaborado sob a coordenação da Divisão de Clima e Meio Ambiente do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DMA/CPTEC/INPE), aponta que, apesar das diferentes características climáticas observadas no Brasil, pode-se observar que a média anual de irradiação global apresenta boa uniformidade, com médias anuais relativamente altas em todo país.

De acordo com Pereira *et al.* (2006), a média anual de irradiação global apresenta uma boa uniformidade no Brasil, com médias relativamente altas em todo o território. Além disto o país possui uma das maiores reservas de silício do mundo. A produção de energia solar tem início com o nascer do sol, por volta das 6:00 h/ 7:00 h, atinge seu máximo às 12:00 h/13:00 h e termina quando o sol se põe.

No Brasil há vários projetos, em curso ou em operação, para o aproveitamento da energia solar, particularmente por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade, visando ao atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional.

Um destes projeto é o Sistema de bombeamento fotovoltaico – Santa Cruz I (Mirante do Paranapanema – SP), onde o reservatório tem a capacidade de armazenar 7.500 litros de água e abastecer 43 famílias. Outro exemplo é no Vale do Ribeira (São Paulo - litoral Sul) onde sistemas de eletrificação foram instalados em escolas, postos de saúde e unidades de preservação ambiental par atender as pequenas comunidades rurais presentes na região (CRESESB, 2000).

Esses pequenos projetos nacionais de geração fotovoltaica de energia elétrica, estão em comunidades rurais e/ou isoladas do Norte e Nordeste do Brasil. Esses projetos atuam basicamente com quatro tipos de sistemas, bombeamento de água, para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; iluminação pública; sistemas de uso coletivo, tais como eletrificação de escolas, postos de saúde, centros comunitários, e atendimento domiciliar abrangendo também grandes empresas.

ISSN 2178-6925

2.3 Políticas de incentivo

Silva (2015) diz que apesar da geração de energia solar fotovoltaica ainda ser incipiente no Brasil, existem diversos incentivos governamentais para o aproveitamento da fonte.

Conforme EPE (2014), existem ações de iniciativa do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Instituto Ideal), entre os incentivos podemos citar, o Selo Solar, que é concedido para empresas ou instituições públicas e privadas que consumirem um valor mínimo anual de eletricidade solar; linhas de créditos para implantação do sistema fotovoltaico (FV).

2.4 Normas de regulamentação

A Resolução nº 482, de 2012, que posteriormente foi alterada pela Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, estabelece as seguintes definições para micro e mini geração distribuída e para o sistema de compensação de energia. Conforme estabelecido no § 1º do art. 6º da Resolução, a energia injetada na rede gerará um crédito em quantidade de energia ativa que deve ser utilizado em até sessenta meses. Com a Resolução nº 687, de 2015, criou-se a possibilidade de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras).

2.5 Manual de orientação

O Guia de Microgeradores Fotovoltaicos, que apresenta informações de forma didática e objetiva para aqueles que estudam a viabilidade em instalar uma pequena unidade de geração fotovoltaica em sua edificação; o Simulador Solar, que permite o cálculo do dimensionamento da potência de um sistema fotovoltaico (gerador de eletricidade solar) para atender à necessidade energética anual de uma residência, um escritório ou uma indústria; e o Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico, que conta atualmente com mais de 300 empresas que trabalham com energia fotovoltaica no Brasil, como também destacado por Silva (2015).

ISSN 2178-6925

3. Metodologia

O presente trabalho foi elaborado tendo como base a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012) e a Nota Técnica nº 311/2010.

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso, onde foi feito a análise de uma situação particular.

Para a elaboração do projeto de geração de energia fotovoltaica (FV), na Universidade ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, foi verificado as possibilidades através de um estudo de viabilidade, além de levantamento dos dados referente a insolação local e aspectos bioclimáticos da região, levado em consideração as vantagens do sistema, eficiência e custos para implantação. Foram realizadas buscas no *Google Maps* para visualização local da universidade e análise de posicionamento geográfico.

A implantação de sistema fotovoltaico (FV) levou em consideração o orçamento, a solidez, menor preço e agilidade para implantação.

4. Resultados e Discussão

4.1 Análise do local de implantação do sistema

Para a realização do estudo, considerou-se a Universidade ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, instituição que oferece a etapa de ensino superior e tecnológico localizada na cidade de Teófilo Otoni, endereço Rua Engenheiro Celso Murta, 600 - Olga Correa, com as coordenadas de latitude e longitude 17°52'22.6"S e 41°30'43.9"W, com área total de 2.619,23 m².

ISSN 2178-6925

Figura 1 – Localização área da UNIPAC



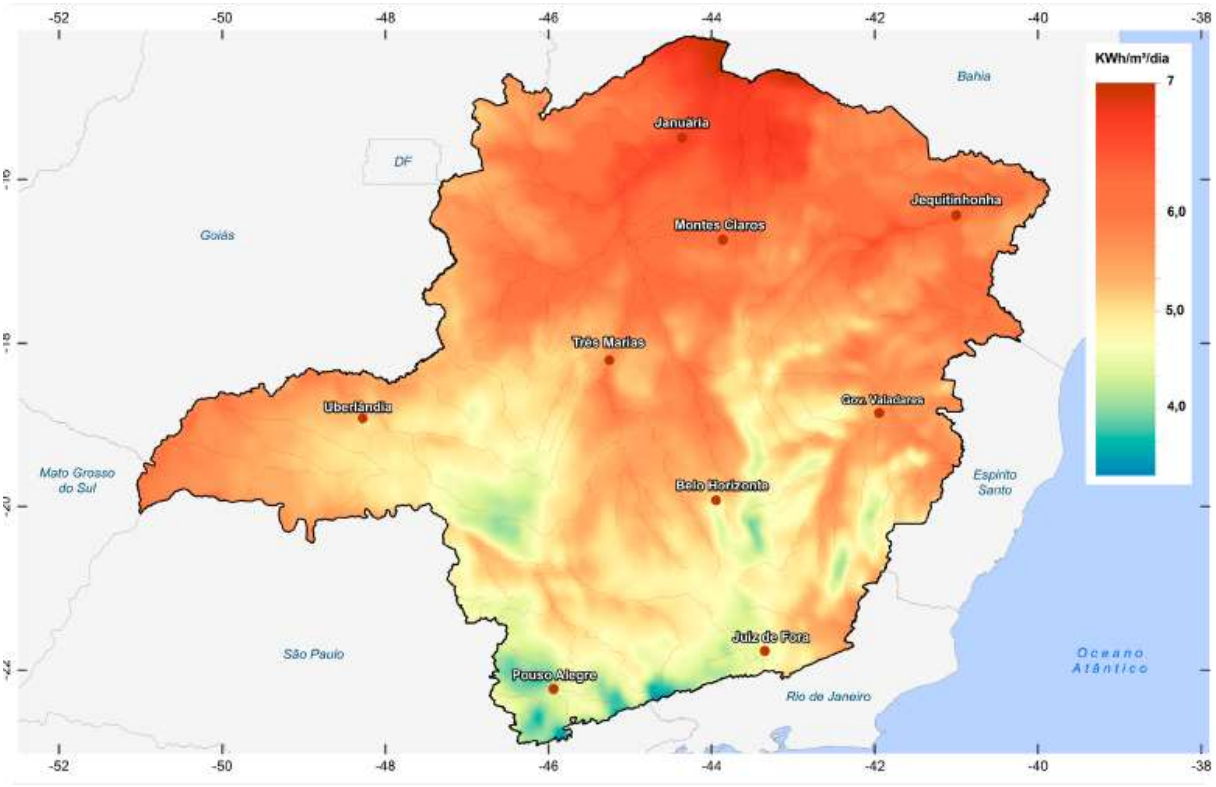
Fonte: (GOOGLE MAPS, 2020)

A Faculdade é alimentada pela rede de distribuição da concessionária de energia elétrica CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

A cidade de Teófilo Otoni localizado na Região Nordeste do Estado de Minas Gerais, possui os valores máximos de radiação solar, localizada na região com incidência de radiação solar direta diária entre 6,0 e 6,5 kWh/m², sendo uma mesorregião entre as mais promissórias do Estado tendo EE e PR respectivamente de: 1489 e 1469, conforme mapa da radiação solar média diária em Minas Gerais:

ISSN 2178-6925

Figura 2 – Radiação Solar média diária MG



Fonte: (CEMIG, 2020)

Assim, a UNIPAC está localizada em uma região do Estado de Minas Gerais com grande incidência de radiação solar.

4.2 Escolha do sistema adotado

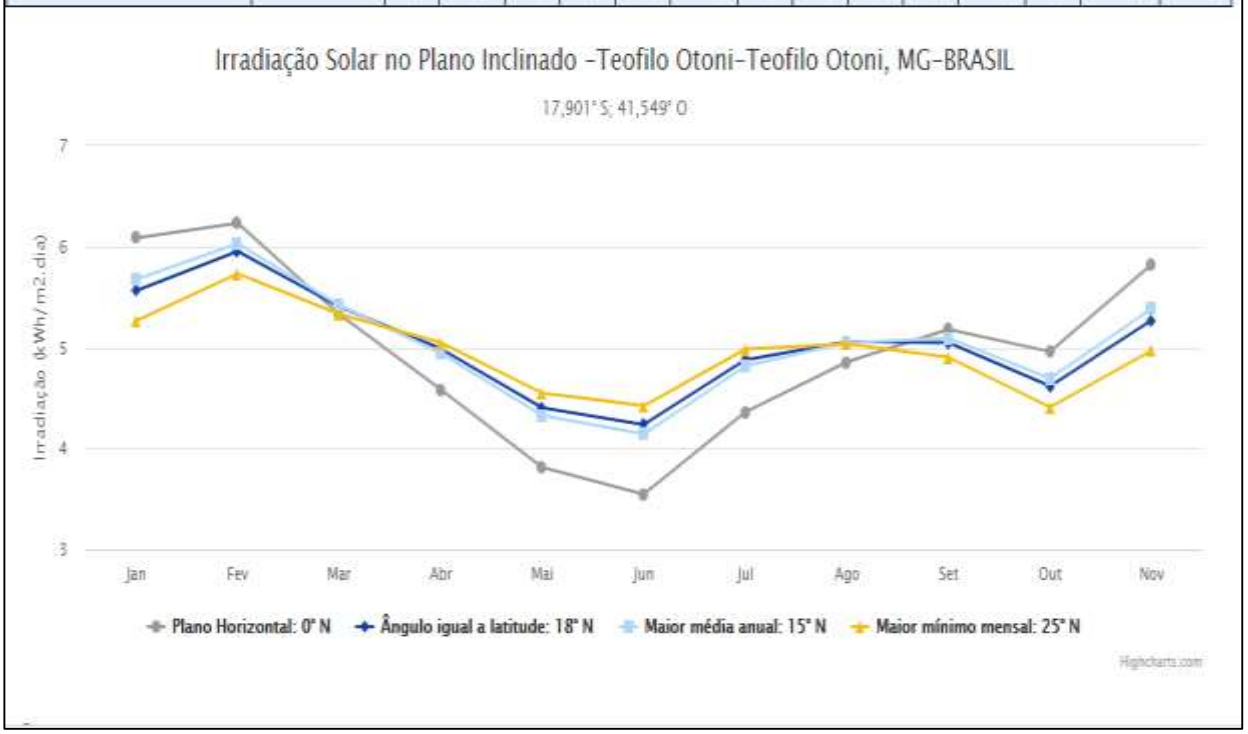
A escolha do sistema adotado foi realizada considerando as necessidades dos acadêmicos bem como dos indivíduos, que fazem uso de equipamentos tecnológicos, trazendo comodidade e economia nos gastos. A posição e localização seguiu com base na irradiação solar no local.

Em se tratando da instalação do sistema para o melhor desempenho das placas solares, é usual a utilização do ângulo de inclinação igual à latitude. Nesse caso, como a latitude é de 17º, para a cidade de Teófilo Otoni a irradiação solar diária média mensal em kWh é, segundo CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito) durante o ano é:

ISSN 2178-6925

Figura 03 - Irradiação Solar no Plano Iniclinado – Teofilo Otoni MG

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia]													
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Plano Horizontal	0° N	6,09	6,23	5,33	4,58	3,81	3,55	3,67	4,36	4,86	5,18	4,96	5,82	4,87	2,69
Ângulo igual a latitude	18° N	5,56	5,95	5,40	4,99	4,40	4,24	4,32	4,88	5,06	5,05	4,62	5,27	4,98	1,72
Maior média anual	15° N	5,67	6,03	5,42	4,94	4,33	4,14	4,23	4,82	5,05	5,09	4,69	5,38	4,98	1,89
Maior mínimo mensal	25° N	5,26	5,73	5,33	5,05	4,55	4,42	4,49	4,98	5,04	4,90	4,41	4,97	4,93	1,32



Fonte: (CRESESB, 2020)

Tendo como base o trabalho desenvolvido por Luiz Henrique de Oliveira Bessa (2018), trabalho esse titulado de “A viabilidade da energia fotovoltaica na universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo otoni” com um consumo médio, conforme tabela abaixo:

Quadro 01- Histórico de consumo

Histórico do Consumo		
Mês/Ano	**Demanda (KW)**	**Energia (KWh)**

ISSN 2178-6925

	HP	HFP	HP	HFP
MAI/18	168	173	7.134	17.097
ABR/18	205	190	7.626	18.573
MAR/18	228	213	9.348	22.878
FEV/18	183	171	4.920	17.220
JAN/18	75	100	2.091	15.006
DEZ/18	203	168	6.273	16.113
NOV/17	204	165	8.610	19.557
OUT/17	195	182	7.503	18.204
SET/17	161	147	5.904	15.867
AGO/17	147	125	5.658	14.391
JUL/17	105	86	2.337	8.610
JUN/17	164	149	7.134	18.327
Legenda: KW - HP demanda ativa KW – HFP demanda de ultrapassagem KW/h -HP energia ativa KW/h – HFP energia de ultrapassagem				

Fonte: (BESSA, 2018 – Repositório Institucional UNIPAC, 2018).

Por meio da análise histórica de gasto em energia elétrica por mês e por ano na Instituição, verifica-se a necessidade de buscar uma nova forma de obtenção de energia elétrica.

Considerando que a soma do preço por KW consumido no mês pela UNIPAC dimensiona-se que o custo por mês chega a R$ 16.820,00. Já o custo anual chega a R$ 201.840,00. Este valor atribuído não tem nenhum tipo de retorno de investimento, representando apenas custo de consumo.

O estudo de Bessa (2018) concluiu que o ideal seria uma a implantação de uma usina fotovoltaica 106,3 KWp, com o seguinte espoco de funcionamento:

Quadro 02 – Escopo Básico de Fornecimento

Quantidade	**Descrição**
322	Placa Solar Policristalino, 72 células 330 Wp, eficiência superior a 15%, e garantia de 10 anos por modulo e de saída 80% 25 anos
02	Inversor 50kW – TRIO-50.0-TL-OUTD (ABB)

ISSN 2178-6925

01	Conjunto de estruturas galvanizadas para montagem de placas solares em telhado em quantidade suficiente para 322 placas
01	Conjunto de Cabos, eletro calhas, terminais e acessórios para instalação de usina fotovoltaica de 106,3 kWp

Fonte: (BESSA, 2018)

Considerando o estudo de Bessa (2018) e os dados obtidos da Universidade, no que concerne aos valores atuais gastos e os valores gerados pelo Sistema de Energia Fotovoltaica (FV) construiu-se a seguinte tabela com os valores:

Tabela 01 – Comparativo de valores

Custo Atual com energia elétrica		**Sistema de Energia Fotovoltaica (FV)**		
Valor mensal (R$)	**Valor anual (R$)**	**Valor produzido mês (R$)**	**Valor produzido anual (R$)**	**Crédito gerado (25 anos) (R$)**
16.820,00	201.840,00	13.893,32	166.719,84	3.253.689,34

Fonte: (BESSA, 2018) adaptado.

Assim levando em consideração a vida útil do sistema, com a garantia, o crédito gerado em 25 anos é de R$ 3.253.689,34. A taxa de retorno anual (TIR) é de 11%, o que mostra a viabilidade no investimento em um Sistema de Energia Fotovoltaica (FV) na ALFA UNIPAC pois o retorno financeiro é maior que o investimento em um médio espaço de tempo, hoje atribuído, onde a cada R$ 1,00 investido na geração de energia no Sistema de Energia Fotovoltaica (FV) economiza-se R$ 4,89 na conta de energia elétrica pela concessionaria CEMIG.

Conclusão

ISSN 2178-6925

Considerando a necessidade de preservação ambiental e utilização de fontes de energias renováveis e sustentáveis que além da preservação ao meio ambiente e economia financeira, destacando a energia gerada pelo sol.

A energia solar não apresenta poluição durante seu uso é e considerada uma energia limpa. A geração de energia elétrica degrada o meio ambiente.

O Brasil por ser um país tropical torna viável a adoção da energia solar, pois possui sol em praticamente todo o ano

Assim, por meio deste estudo que objetivou uma análise da viabilidade financeira de implantação de uma usina fotovoltaica (FV) na Instituição ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, haja vista que a mesma como instituição de ensino deva buscar soluções de sustentabilidade.

Através deste estudo verificou-se que a cidade de Teófilo Otoni possui irradiação solar favorável durante todo o ano o que favorece a energia solar.

Conclui-se, portanto, que a implantação de uma usina fotovoltaica da ALFA UNIPAC é viável pois o valor de investimento será retornado e ainda possui a possibilidade de créditos em energia.

Por fim, sugere-se que novos trabalhos sejam construídos dando continuidade a esta pesquisa desenvolvida na ALFA UNIPAC de Teófilo Otoni, considerando o potencial para a geração de energia solar que a instituição possui, desenvolvendo estudos de detalhamento e gerenciamento do projeto com dimensionamento do sistema, com descrição da usina fotovoltaica (FV) e aproveitamento dos resíduos sólidos.

ISSN 2178-6925

Referências

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

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica.** Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Micro e Minigeração Distribuídas**. Brasília, 2015.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil.** Brasília – DF, 2005. 2ª Edição.

BESSA, Luiz Henrique de Oliveira. A **viabilidade da energia fotovoltaica na Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni (Engenharia Civil). Teófilo Otoni, 2018.

BLUESOL. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica.** Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares. Ribeirão Preto, 2016.

CABRAL, I.S; TORRES, A.C; SENNA, P.R. **Energia solar análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2013, Salvador/BA

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A. **Mapa atualizado das altas solarimétrico**. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Mapa%20atualizado%20do%20Atlas%20Solarimetrico.pdf>. Acesso em 05 de jun. 2020.

COLAFERRO, N. **Desafios e oportunidades.** Congresso de Tecnologias Limpas e Renováveis para a Geração de Energia 10 a 12 de maio de 2016, São Paulo.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **Irradiação Solar no Plano Iniclinado** – Teofilo Otoni MG. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em 05 de jun. 2020.
EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, maio/2012.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Nota Técnica DEA 19/14** – Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Rio de Janeiro, outubro/2014.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas:** Produção e Uso da Energia. Rio de Janeiro, junho/2016.

GREEN, M. A.; K. EMERY; D. L. KING; S. IGARI; W. WARTA; **Solar Cell Efficiency Tables (Version 16).Progress in Photovoltaics: Research and Applications**, vol. 8, p. 377-384, 2000.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F.R.; ABREU, S. L. de; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

SCHMELA, M. **Global market outlook for solar power**: 2016-2020. Brussels: SolarPower Europe, 2016.

SILVA, Franklin Gomes da. MACIEL, Marcelo Augusto Alves. FRANÇA, Neirivan Barros. **Energia solar fotovoltaica:** um estudo de possibilidades para o município de Conceição do Araguaia – PA. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 6, n. 4, p. 705-726, 2017.

SILVA, R. M. **Energia Solar:** dos incentivos aos desafios. Texto para discussão nº 166. Brasília. Senado Federal, 2015

CATULÉ, Pablo Fernandes et al. Estudo de verificação da viabilidade de captação e uso de água da chuva no município de Teófilo Otoni-MG. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 11, p. e6711438-e6711438, 2018.

GOMES, Jarbas Herinson Dias et al. Análise Comparativa Do Sistema Construtivo De Alvenaria Convencional E Sistema Construtivo De Alvenaria Estrutural Em Uma Casa Térrea Em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 2018.

SIQUEIRA, Rodrigo Alves et al. Análise Comparativa Entre O Concreto Usinado E O Concreto Produzido No Canteiro De Obra. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 2018.