MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOTOCANTINS
CAMPUS ARAGUAÍNA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO HOSPITAL DE DOENÇAS TROPICAIS-HDT EM ARAGUAÍNA-TO.

ARAGUAÍNA-TO
2021

KEYTON ALVES DE OLIVEIRA
ROBSON DOS SANTOS ROCHA

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO HOSPITAL DE DOENÇAS TROPICAIS-HDT EM ARAGUAÍNA-TO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnóloga do
Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Araguaína.

Orientador: Prof. Msc. Lucas Frederico Alves Ribeiro

Co-orientadora: Prof. Msc. Mateus Dall' Agnol

ARAGUAÍNA-TO
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

O48a Oliveira, Keyton Alves de
Análise da viabilidade Econômica para Implantação de um Sistema Fotovoltaico no Hospital de Doenças Tropicais - HDT em Araguaína -TO / Keyton Alves de Oliveira, Robson Dos Santos Rocha. – Araguaína, TO, 2021.
43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguaína, Araguaína, TO, 2021.

Orientador: Me. Lucas Frederico Alves Ribeiro
Coorientador: Me. Mateus Dall' Agnol

1. Energia fotovoltaica. Sustentabilidade. 2. Viabilidade econômica. I. Rocha, Robson Dos Santos. II. Ribeiro, Lucas Frederico Alves III. Dall' Agnol, Mateus. IV. Título.

CDD 658.5

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automatica de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

KEYTON ALVES DE OLIVEIRA

ROBSON DOS SANTOS ROCHA

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO HOSPITAL DE DOENÇAS TROPICAIS-HDT EM ARAGUAÍNA-TO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnóloga do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Araguaína.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente

LUCAS FREDERICO ALVES RIBEIRO
Data: 14/01/2022 17:30:42-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automatica de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Prof. Me. Lucas Frederico Alves Ribeiro- UFPE

Prof. Esp.Otília Paiva Nunes Alves, UNIP

Prof. Esp.Gesiane da Costa Brito, IFTO

Araguaína – TO, 2021

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho a minha esposa Sandra Guedes Bessa de Oliveira, ao meu filho Keyton Bessa Oliveira Junior, in memória a minha mãe Maria Alves de Oliveira e a minha amada filha Danielle Bessa de Oliveira saiba que vocês são o motivo da minha dedicação e de mais essa conquista!

Keyton Alves de Oliveira

Dedico a minha esposa Eliede Leide Ferreira por todo amor e dedicação, para a minha mãe Ilma Novaes Santos Rocha, in memória meu pai Antônio Nonato de Santos Rocha, e por toda a minha família por todo o incentivo nessa caminhada.

Robson dos Santos Rocha

Jamais desista das pessoas que ama. Jamais desista de ser feliz. Lute sempre pelos seus sonhos. Seja profundamente apaixonado pela vida. Pois a vida é um espetáculo imperdível.

Augusto Cury

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus e a nossa Senhora pelo Dom da vida e por conduzi-nos nesta caminhada cheio de desafios.

Agradecemos aos familiares por todo amor e carinho e por entender os momentos de ausência.

Agradecemos aos nossos colegas de sala muito obrigada pela ajuda em muitos momentos de dificuldade .

Agradecemos ao corpo docente e profissionais do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) por contribuirem com a nossa formação.

Agradecemos aos professores na posição de orientador e co-orientador Lucas Frederico Alves Ribeiro e Mateus Dall' Agnol pelo conhecimento a nos concedido durante a elaboração do presente Trabalho de Conclusão de Curso e por todo o ensino ao longo do curso.

Agradecemos ao amigo Manoel Joaci Gomes e aos engenheiros responsáveis pelo HDT pelo repasse das informações que foram cruciais para o desenvolvimento do presente trabalho.

Agradecemos a empresa D & R solar por todo o suporte de dados e estudos para o desenvolvimento do presente estudo

RESUMO

O consumo de energia elétrica no presente campo de estudo compromete grande parte dos seus recursos financeiros destinados ao custeio, dessa forma, a economia com energia elétrica corresponde a liberdade para investir em outros recursos. Nesse contexto, ressalta-se a importância de analisar fontes sustentáveis para o abastecimento de energia. Com a finalidade de utiliza-se os recursos financeiros, bem como pelo uso de fontes de energia menos degradavéis, motivou o desenvolvimento desse trabalho com o objetivo de analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico no Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína . Para tanto, foi gerado um mapa demonstrando a incidência solar na região na qual encontra-se estruturado o Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína e analisada a viabilidade de implantação a partir das variáveis climáticas, técnicas e econômicas. Realizou-se um estudo de caso, com pesquisas quantitativa,bibliográfica e documental. Diante disso, verificou-se que as informações obtidas são de grande valia, já que os resultados revelaram que o projeto da implantação é viável, considerando os dados projetados.

Palavras-chaves: Energia fotovoltaica.Sustentabilidade. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

The consumption of electric energy in the present field of study commits a large part of its financial resources to cost compensation, thus, the economy with electric energy corresponds to the freedom to invest in other resources. In this context, the importance of analyzing sustainable sources for energy supply is highlighted. With the use of financial resources, as well as the use of less degradable energy sources, it motivated the development of this work with the objective of analyzing the economic viability of implementing a photovoltaic system at the Hospital de Diseases Tropicais de Araguaína. Therefore, a map was generated showing a solar increase in the region in which the Hospital for Tropical Diseases of Araguaína is located and the feasibility of implantation was analyzed based on climatic, technical and benefit variables. A case study was carried out, with quantitative, bibliographical and documentary research. Therefore, it was found that the necessary information is of great value, as the results revealed that the implementation project is viable, considering the transmitted data.

Keywords: Photovoltaic energy. Sustainability. Economic viability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa da Insolação no Brasil.....15
Figura 2- Método de Trabalho.....17
Figura 3 – Potencial de Energia Solar no Mundo.....19
Figura 4– Brasil: total diário de irradiação no plano inclinado na latitude média anual.....21
Figura 5 – Painel fotovoltaico monocristalino.....25
Figura 6 - Painel fotovoltaico policristalino.....26
Figura 7 – Painel fotovoltaico filme fino.....26
Figura 8- Radares de estradas e rodovias.....27
Figura 9- Planta de locação do Hospital de Doenças Tropicais (HDT) em Araguaína.....33
Figura 10- Vista Superior do Hospital de Doenças Tropicais (HDT).....34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo, nos principais países e no Brasil (GW).....21

Gráfico 2- Série histórica do consumo de KWh em um ano sem imposto.....34

Gráfico 4- Geração de Produção de energia X Consumo do HDT-Araguaína.....36

Gráfico 5- Fluxo de Caixa (R$ X Ano).....37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade
SocialEPE	Empresa de Pesquisa Energética
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
KWh	*Quilowatt*-hora
MW/h	*Megawatt*-hora
PEE	Projetos de Eficiência Energética
PIS	Programa de Integração Social
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 15
1.1Objetivos 17
1.1.1Geral 17
1.1.2Específicos 17
2.METODOLOGIA 18
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA 20
3.2 POTENCIAL E EVOLUÇÃO DO MERCADO DE GERAÇÃO SOLAR 20
3.2.1 No Mundo 20
3.3 Potencial do Brasil em geração solar 22
3.3.1 Energia Solar fotovoltaica 24
3.3.2 Células Fotovoltaicas 24
3.3.2.1 Paineis Fotovoltaicos 25
3.3.2.1.1 Paineis Fotovoltaicos Monocristalinos 25
3.3.2.1.2 Paineis Fotovoltaicos Policristalinos 26
3.3.2.1.3 Paineis Fotovoltaicos Filme Fino 27
3.4 Inversores Fotovoltaicos 28
3.4.1 Inversores Off-grid 28
3.4.2 Inversores On Grid (Grid Tie) 29
4.ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA 31
4.1.Indicadores de viabilidade 31
4.1.1 Valor Presente Líquido (VPL) 31
4.1.2 Taxa Interna de Retorno (*TIR*) 32
4.1.3 Payback 32
5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 33
5.1 Sobre a Instituição 33
5.2 Levantamento da demanda de energia elétrica 35

5.3 Radiação Solar Mensal 37
5.4 Relação produção x Consumo de energia 38
5.4.1 Análise da viabilidade economica do sistema 40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....41
REFERÊNCIAS.....42

1.INTRODUÇÃO

O ramo empreendedor, ao longo dos anos, tem buscado por várias alternativas no modo a edificar, entre elas, tem-se a busca por fonte renováveis de energia, entre as quais destaca-se a energia fotovoltaica, que consiste naquela advinda do sol. Uma das fontes energéticas mais afluente no mundo, inesgotável e sustentável (RAMOS *et al.*, 2018; BOHN *et al*., 2019). Desse modo, é importante destacar que a energia fotovoltaica permite o melhoramento dentro do meio industrial.

Assim, a conversão de energia solar fotovoltaica na atualidade tem apresentado um grande potencial de exploração no Brasil, onde a irradiação média diária corresponde a aproximadamente 4,8 e 6,0 kWh/m² dia. Na Alemanha, um dos países referência na produção de energia, a capacidade instalada de energia fotovoltaica, não ultrapassa 3,2 kWh/m², o que demostra que o Brasil tem, em relação a outros países, um alto potencial a ser explorado no contexto de produção dessa energia renovável (ROSA, GASPARIN,2017).

Cada dia são maiores as exigências voltadas para a produção de insumos sustentáveis, diante disso, empresas têm buscado formas de se adequar a tais mudanças a fim de serem viáveis. Para ser viável é necessário que seja econômica, e apresente meios para que todo o seu processo ocorra de forma sustentável .

Desse modo, uma ótima opção que atende tais exigências dentro do mercado atual, é a utilização de energia fotovoltaica. Com isso, nesta pesquisa procura-se descrever a viabilidade do uso da energia fotovoltaica no Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína . Uma vez que a utilização desse tipo de energia é essencial para a otimização dos recursos direcionados a instituição, além de reduzir os custos com a energia eletrica.

Assim, a missão dos responsáveis pelo empreendimento, é sempre estar buscando novas tecnologias e métodos que possam ser empregado dentro da industrialização e que simultâneamente apresente qualidade, segurança e também economia, sendo isso um grande desafio para os profissionais atuantes nesse campo de trabalho, nesse contexto são grandes as responsabilidades e muitas as exigências da própria sociedade.

O uso da energia fotovoltaica tem sido bastante empregado em várias

instituições, nas quais destaca-se, escolas, hospitais e casas populares, devido ser viável economicamente para grandes e pequenas construções, além de facilitar todo o trabalho de edificações devido o fácil manejo com as estruturas de captação de energia fotovoltaica.

Na Figura 1, é possível realizar uma análise do mapa da irradiação do Brasil. Na qual tem-se evidenciado o território nacional, completamente permeado de elevados níveis de irradiação solar, e consequentemente possibilite a implatação de sistemas de captação e geração de energia através das células fotovoltaicas.

Figura 1. Mapa da Irradiação no Brasil

Fonte: Adaptado de Sunn Energia Solar (2019)

Desse modo, inicialmente aborda-se o tema como um breve estudo sobre o histórico do uso da energia solar. Em seguida apresenta-o com seus diversos conceitos e dados. A seguir faz-se um importante paralelo sobre as vantagens do método para a construção de grande obras e por fim analisa-se o uso dessa tecnologia no Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína-TO.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

O objetivo desse trabalho é realizar um estudo de viabilidade da instalação de uma usina fotovoltaica conectada à rede elétrica no Hospital de Doenças Tropicais em Araguaína-TO.

1.1.2 Específicos

- Levantamento do histórico de consumo de energia elétrica no Hospital de Doenças Tropicais em Araguaína-TO;
- Gerar um mapa que demonstre a incidência solar na região do Hospital de Doenças Tropicais em Araguaína-TO.
- Levantar as possíveis localidades na estrutura do Hospital de Doenças Tropicais em Araguaína-TO, onde poderão ser instalados os equipamentos fotovoltaicos; e analisar o tempo do retorno sobre o investimento com o *payback* (retorno, em inglês).

2 METODOLOGIA

Segundo Ibiapina (2018), a pesquisa bibliográfica é aquela baseada em arquivos existentes publicados por outros autores, como editorial, livros, revistas e outros, compreendendo a escolha do assunto, a forma de planejar, identificar, analisar e interpretar, de maneira que condiz com o modo de pensar do pesquisador, no qual o mesmo deve agir minuciosamente nos detalhes, exigindo uma qualidade de pesquisa e acervos que correspondem o assunto abordado.

Para Marconi e Lakatos, (2009), pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que tem a intenção de buscar e pôr em evidencia informações sobre assuntos que não foram desenvolvidos ou pouco se fala, visando clarear o problema existente com novas hipóteses que demonstrem soluções sobre o que se deseja pesquisar.

Segundo Gabriel (2014), no que se refere à pesquisa de campo, enquanto procedimento será por meio de abordagem quantitativa, que é caracterizado pela a adoção de um delineamento quantitativo em pesquisa e implica algumas condições particulares, que devem estar presentes desde a formulação do problema.

Assim, o presente trabalho tem como escopo o de analisar a viabilidade econômica para futura implantação de um sistema fotovoltaico no Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína-TO. Após, a realizaçao da análise de viabilidade este estudo poderá ser empregado como fundamentação na implantação do sistema fotovoltaico.

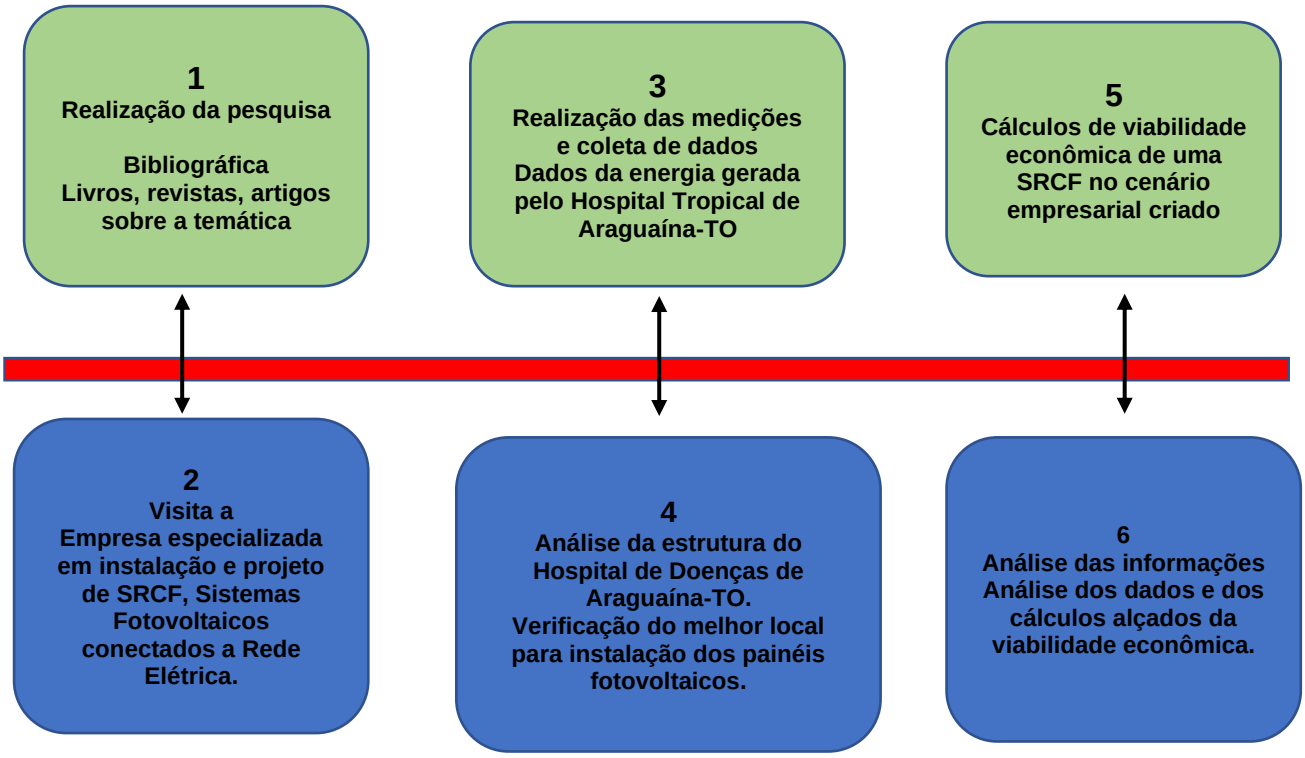
Nesse contexto, a classificação dos sistemas fotovoltaicos são evidenciados abaixo, sendo eles:

> - Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFI): são usualmente instalados em locais sem acesso à rede elétrica e precisam de um banco de bateria que vai funcionar como o elemento armazenador da energia elétrica convertida.
> - Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCR): são formados necessariamente pelo painel fotovoltaico e inversor. O que não necessita de subsídios para armazenar a energia elétrica (GEHRING *et al*. 2015, p.47).

Sendo assim, a pesquisa classifica, quanto aos seus objetivos propostos, e trata de uma pesquisa exploratória, com abordagem realizada em forma de estudo

de caso. Na figura 2 temos representado as etapas realizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 2. Método de Trabalho



3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Embora, na atualidade, tenha metodologias para a produção de energia elétrica com o uso da fonte solar, a tecnologia fotovoltaica tem sido evidenciada devido a sua praticidade. Assim, através das células fotovoltaicas, a luz solar sofre o processo de conversão, onde é convertida em eletricidade. Essas células fotovoltaicas formam um conjunto de agregados dando origem aos módulos com as mais variáveis capacidade. Tais módulos podem ser utilizados de duas formas, sendo elas: de forma individual ou ainda associados com a finalidade de promover a geração de qualquer porte, tanto em sistemas autônomos conhecidos como *off grid* ou em sistemas ligados à rede elétrica, conhecidos como *on grid (*BITTENCOURT,COSTA, DE SOUZA FILHO, 2017).

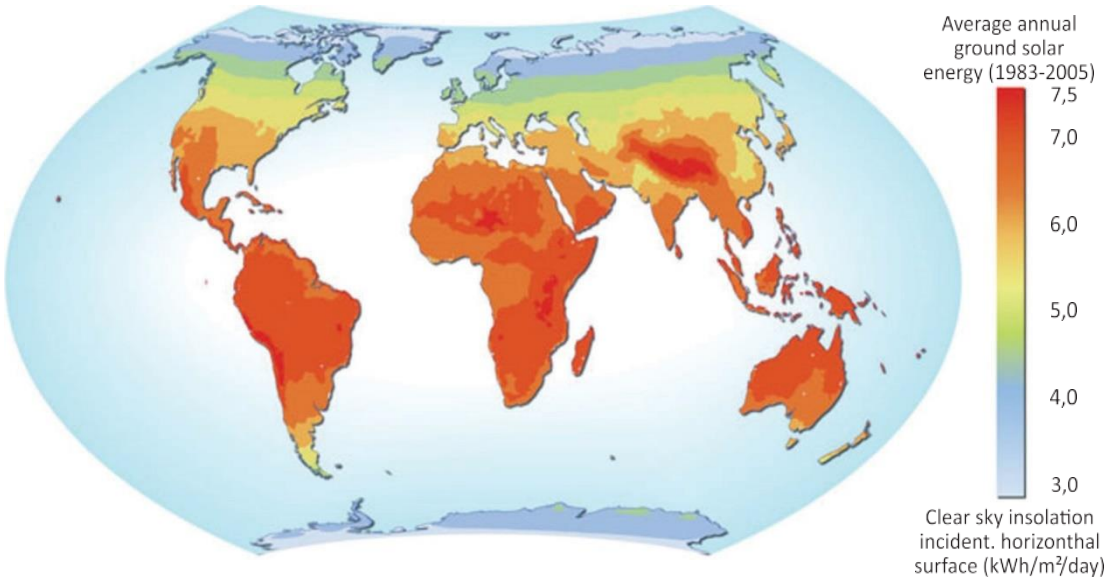
A energia obtida através de fonte solar é comumente comercializada no mercado de energia, também tem como destino final o autoconsumo. No primeiro caso, as usinas de produção da energia fotovoltaicas geralmente são de grande porte, sendo que a energia produzida tem como destino o Ambiente de Contratação Regulado ou o Ambiente de Contratação Livre. No segundo caso, as usinas fotovoltaicas são pequenos empreendimentos, sendo enquadradas na geração distribuída, amparadas legalmente pelas regras empregadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), nas quais são fundamentadas e baseadas nas Resoluções Normativas 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2021).

3.2 POTENCIAL E EVOLUÇÃO DO MERCADO DE GERAÇÃO SOLAR

3.2.1 No Mundo

A energia advinda do Sol que chega até a superfície da terra, não chega em aspecto homogêneo. Isso, porque depende da presença de vários fatores, por exemplo, a latitude, a estação do ano. Na Figura2, temos ilustrado a distribuição da incidência da energia solar em toda a superfície terrestre.

Figura 3 – Potencial de Energia Solar no Mundo



Fonte: United Nations Environment Programme – UNEP (2018).

A disponibilidade de energia solar que chega até a superfície da Terra é bem maior do que a demanda pela energia elétrica. À medida que sofrem avanços em relação ao emprego dessas tecnologias em novos empreendimentos, o uso da energia solar tornou-se mais atrativa.

Dessa forma, a participação dessa fonte na matriz elétrica apresenta uma grande tendência de expansão e crescimento. Isto pode ser visualizado facilmente e analisado na representação gráfica no qual vários países produzem de forma eficiente esse tipo de energia, entre eles o Brasil. Em um futuro bem próximo, as projeções apresentam um aumento expressivo da participação da fonte solar na matriz de geração de energia elétrica mundial.

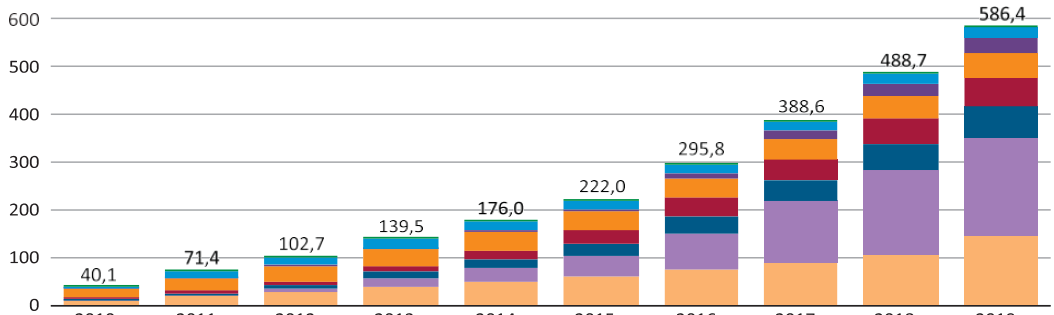
Em 2019, a energia solar contribuiu com 2,68% na geração de energia elétrica mundial, mesmo sendo considerado um número timído quando comparado aos demais formas de geração de energia, o seu crescimento apresenta grande potencial e vem acontecendo de forma exponencial (BAZILIAN *et al.,* 2020).

Nesse contexto, em uma esfera global, a capacidade instalada de energia solar atingiu 586,4 GW no fim de 2019, apresentado um crescimento superior a 20,0% em relação ao decênio anterior. Diante disto, afirma-se que no decênio 2010-2019, a capacidade instalada de geração de energia elétrica utilizanda como fonte a energia solar, apresentou um grande salto em seu crescimento, com uma média de 30,8% ao

ano em uma escala mundial, como se pode observar através do Gráfico 1.

Diante desse cenário de crescimento e expansão da geração de energia solar mundialmente, destacamos que a energia solar é uma alternativa para o atendimento das exigências realizadas pela sociedade, quanto ao uso de energias renováveis e a promoção da preservação do meio ambiente, aonde prega-se a essencialidade de ações sustentáveis. Nesse viéis, a tendência é que o crescimento se intesifiquem nos próximos anos, além de que essa expansão na produção de energia solar, resulte na redução do custo de geração e no aumento da eficiência da tecnologia fotovoltaica (RIBEIRO, 2018).

Gráfico 1 – Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo, nos principais países e no Brasil (GW).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Brasil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,1	2,5
Itália	3,6	13,1	16,8	18,2	18,6	18,9	19,3	19,7	20,1	20,9
Índia	0,0	0,1	0,6	0,9	3,7	5,6	9,9	18,2	27,4	35,1
Alemanha	18,0	25,9	34,1	36,7	37,9	39,2	40,7	42,3	45,2	49,0
Japão	3,6	4,9	6,4	12,1	19,3	28,6	38,4	44,2	55,5	61,8
E.U.A.	2,0	3,4	7,3	13,0	17,7	23,4	34,7	43,1	53,2	62,3
China	1,0	3,1	6,7	17,8	28,4	43,5	77,8	130,8	175,2	205,5
Outros	11,8	20,9	30,8	40,7	50,4	62,6	74,9	89,1	110,1	149,4
Total mundial	40,1	71,4	102,7	139,5	176,0	222,0	295,8	388,6	488,7	586,4

Fonte: BP (2020).

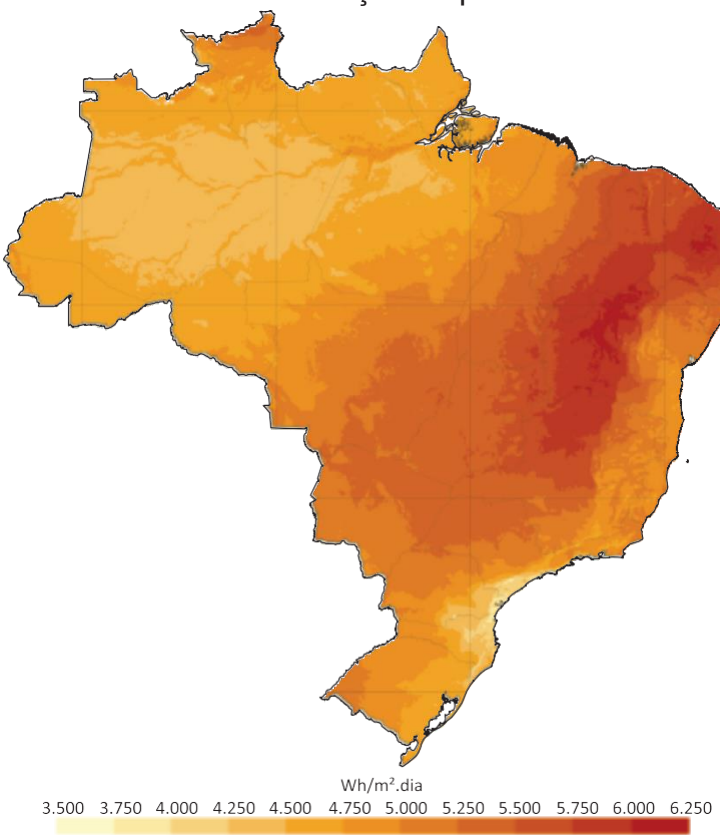
Ao longo do decênio 2010-2019, assistiu-se grande ascensão da potência mundial China na capacidade instalada como fonte geradora de energia fotovoltaica, se tornando um país em destaque no uso desse tipo de energia. A Alemanha, que anteriormente era o país líder no início do período, tem perdido espaço em relação a participação na produção de energia. O Brasil ainda apresenta uma posição pouco expressiva, todavia, tem apresentado crescimento vagaroso (BP,2020).

3.3 Potencial do Brasil em geração solar

O Brasil apresenta grande potencial para a geração da energia solar, isso,

devido a extensão territorial do país, e a vasta área formada pelos telhados residenciais e comerciais, que juntamente com o grande nível de irradiação solar apresentado no país, evidencia a existência do alto potencial para a geração solar centralizada e distribuída em todo o território brasileiro. O Atlas Brasileiro de Energia Solar, publicado em 2019 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), apresenta os valores médios anuais da irradiação solar em todo território como podemos observar na Figura 4.

Figura 4 – Brasil: total diário de irradiação no plano inclinado na latitude média anual.



Fonte: Pereira et al. (2019).

Destaca-se que o potencial de geração de energia solar no país, é considerado como sendo bem mais produtiva do que diversos outros tipos de fontes existentes. Perante a isto, como afirma Sauaia (2019), o potencial presente no país para a geração de energia elétrica com uso das mais variáveis fontes renováveis é grandioso, sendo 172 GW advinda da fonte hídrica, 440,5 GW proveniente da fonte eólica, 28.519 GW das fontes oriundas de projetos centralizados e 164,1 GW de projetos residenciais que apresentam a geração distribuída. Apenas para dar enfâse a gama de recursos renováveis que podem ser utilizados na geração de eletrica, na atualidade cerca de

176 GW. Portanto, as possíbilidades são existentes e carecem apenas de investimentos para suprir as necessidades existentes no país através das fontes renováveis.

3.3.1 Energia Solar fotovoltaica

Conforme Severino e Oliveira (2018), a energia solar fotovoltaica é gerada por meio da absorção da luz a partir da existência do diferencial de potência presente na estrutura composta pelo material semicondutor. Nascimento (2016) salienta que a célula fotovoltaica não realiza o armazenamento da energia elétrica, o que acontece é a permanência do fluxo de elétrons num circuito elétrico até quando houver a incidência de luz sobre ela. Tal fenômeno é conhecido como o Efeito Fotovoltaico.

A descoberta desse fenômeno ocorreu em 1839, quando um jovem observou a existência do efeito fotovaltaico, essa grande descoberta realizada por Alexandre Edmond Becquerel deu inicio aos estudos sobre essa fonte de geração de energia (UTL, 2020).

William Grylls Adams e Richard Evans Day em 1877, realizaram o primeiro dispositivo sólido com base na fotoprodução de eletricidade, utilizando para sua composição o filme de selênio no qual apresenta uma eficiência de aproximadamente 0,5%. Charles Fritts, em 1883, apresentou uma evolução na qual descobriu, a primeira célula fotovoltaica, apartir da utilização dos dispositivos em selênio (UTL, 2020).

No ano de 1941, Russel Ohl recriou a primeira célula fotovoltaica a base de silício, e em 1945, o cientista Calvin Fuller realizou o procedimento denominado de dopagem do silício, no qual encontrou uma eficiência de 6% (UTL, 2020).

3.3.2 Células Fotovoltaicas

Com a grande evolução dentro dos setores destinados a produção de energia, atualmente são exploradas diversas fontes de energias renováveis, com o uso de tecnologias avançadas a fim de suprir as necessidades no campo voltadas para a tecnologia fotovoltaica. Desse modo, um dos materiais utilizado em maior potencial na produção das células fotovoltaicas é o silício (Si), um elemento quimico que está em

abundância na natureza (DANTAS,POMPERMAYER, 2018).

Entre as mais diversas evoluções tecnológicas empregadas na produção das células fotovoltaicas , a categoria composta pelo silício cristalino (c-Si) sendo dividido ainda em monocristalino (m-Si) e policristalino (p-Si), sendo difundido no mercado em grande escala devido enorme eficiência, consistência e de confiabilidade (DANTAS, POMPERMAYER, 2018).

Quanto à segunda categoria é composta principalmente pela composição de filmes finos, apresentando também três divisões, sendo elas o silício amorfo, o disseleneto de cobre, índio e gálio e por último o telureto de cádmio (CdTe).

Na terceira geração temos como descreve o Instituto de Engenheiro Eletricistas e Eletrônicos(IEEE):

> Tais células são consideradas eficientemente produção da luz solar quando equiparada com as células formadas apenas com um único *bad-gap* eletrônico. Assim, a terceira geração deve ser difundidamente eficiente, com um baixo custo/watt e formado pelo materiais abundantes e com reduzida toxicidade (IEEE, 2014, p.26).

Temos ainda em fase de extensa pesquisa e desenvolvimento, as OPV, denomindas de células fotovoltaicas orgânicas, no entanto, ainda não tem-se conhecimentos precisos (RIBEIRO, 2018).

3.3.2.1 Paineis Fotovoltaicos

Diante do supracitado, no qual realizamos um breve apanhado sobre as categorias com o uso das células fotovoltaicas, apresentaremos em seguida algumas vantagens e desvantagem acerca das células monocristalino, policristalino e filmes finos.

3.3.2.1.1 Paineis Fotovoltaicos Monocristalinos

Os tipos de painéis monocristalinos até o momento, uma das tecnologias que mais apresentam eficiência quando comparada com demais presentes no mercado, sofrendo uma variação de 15 a 22%. Além da qualidade atrelada ao bom desempenho quanto ao seu funcionamento, devido carecem de pouca intensidade de luz e, consequentemente, demandam um menor espaço para produzir a mesma quantidade

de energia elétrica. Apresentando dessa forma, uma vida útil estimada em mais de 30 anos e com garantia de cerca de 25 anos após sua instalação (PORTAL SOLAR, 2020).

Mesmo sendo uma tecnologia com grandes vantagens, conta com desvantagens devendo ser levada em consideração, tais como elevado custo, em relação aos demais modelos (PORTALSOLAR, 2020).

Figura 5 – Painel fotovoltaicomonocristalino.

Fonte: PORTALSOLAR (2020).

3.3.2.1.2 Paineis Fotovoltaicos Policristalinos

Os tipos de painéis policristalinos apresentam, quando comparados com demais modelos existentes, uma menor produção de resíduo de silício, o que resulta em menor custo, especialmente, em relação ao painel supracitado. Como desvantagem apresenta somente de 14 a 20% de eficiência, sendo assim, é considerada como uma menor eficiência por m² por isso, carece de uma área bem maior para a sua instalação em relação a demais tipos de painéis (PORTAL SOLAR, 2020).

Figura 6 - Painel fotovoltaico policristalino.

Fonte: PORTALSOLAR (2020).

3.3.2.1.3 Paineis Fotovoltaicos Filme Fino

Quanto aos painéis dessa categoria, essas produções são bastante simples, quando equiparada com as de tecnologia cristalina, por esse motivo tem seu custo baratiado. Além de contar com uma alta flexibilidade, podendo ser aplicada diversas vezes, assim como, em temperaturas altas, locais com sombreamento e outras obstruções causam um menor impacto relacionado ao desempenho do painel de filme fino (PORTALSOLAR, 2020).

No entanto, como demais tipos de painéis esse também apresenta desvantagens, sendo as principais: eficiência entre 7 a 13%, baixa eficiência por área, necessita de uma grande área de instalação, o que contribui para que ocorra uma baixa adessão desse tipo de tecnologia em residências e instalações comerciais, assim como, a sua vida útil que é relativamente menor que a tecnologia cristalina e por esse motivo, apresenta ainda um menor tempo de garantia pela empresa responsável pela sua instalação (PORTALSOLAR, 2020).

Figura 7 – Painel fotovoltaico filme fino.

Fonte: PORTALSOLAR (2020).

3.4 Inversores Fotovoltaicos

Os inversores fotovoltaicos chamados também de inversores solares são um tipo de equipamento que foi amplamente desenvolvido com o objetivo de realizar a conversão da energia produzida através do sistema de placas fotovoltaicas, gerando a corrente continua (CC) . A transformação da corrente contínua em alternada, é essencial, uma vez que a energia que normalmente são utilizada no âmbito residencial e comercial (PORTAL SOLAR, 2021).

3.4.1 Inversores Off-grid

Os inversores fotovoltaicos Off-Grid apresentam como caracteristica principal ser sistemas desconectados à rede elétrica, ou seja, sua produção ocorre de forma autônoma. Para o abastecimento desse sistema, é indispensável a presença de um banco de baterias com a finalidade de realizar o armazenamento da energia elétrica gerada, assim como deve possuir um controlador de carga, para que aconteça o gerenciamento da corrente elétrica que, é responsável pela alimentação da bateria e do inversor (RESENDE, 2017).

Os inversores presentes nesse sistema não carecem de tantos requisitos como

aqueles que são conectados à rede (Grid Tie), por isso, não necessitam também de uma onda senoidal perfeita, é essencial que está venha a atender apenas as cargas de correntes que ocorrem de forma alternada nesse local (FLANDOLI, 2017).

Nesse contexto, podemos citar como um exemplo clássico da utilização desse tipo de energia, as utilizadas em propriedade rurais que não tem estrutura de rede de distribuição de energia elétrica; o uso em radares localizados nas rodovias e estradas que cortam de norte ao sul o país, entre tantos outros locais, como podemos observar na ilustração da Figura 8 (BORTOLOTO *et al.,*2017).

Figura 8- Radares de estradas e rodovias.

Fonte: OCA (2020).

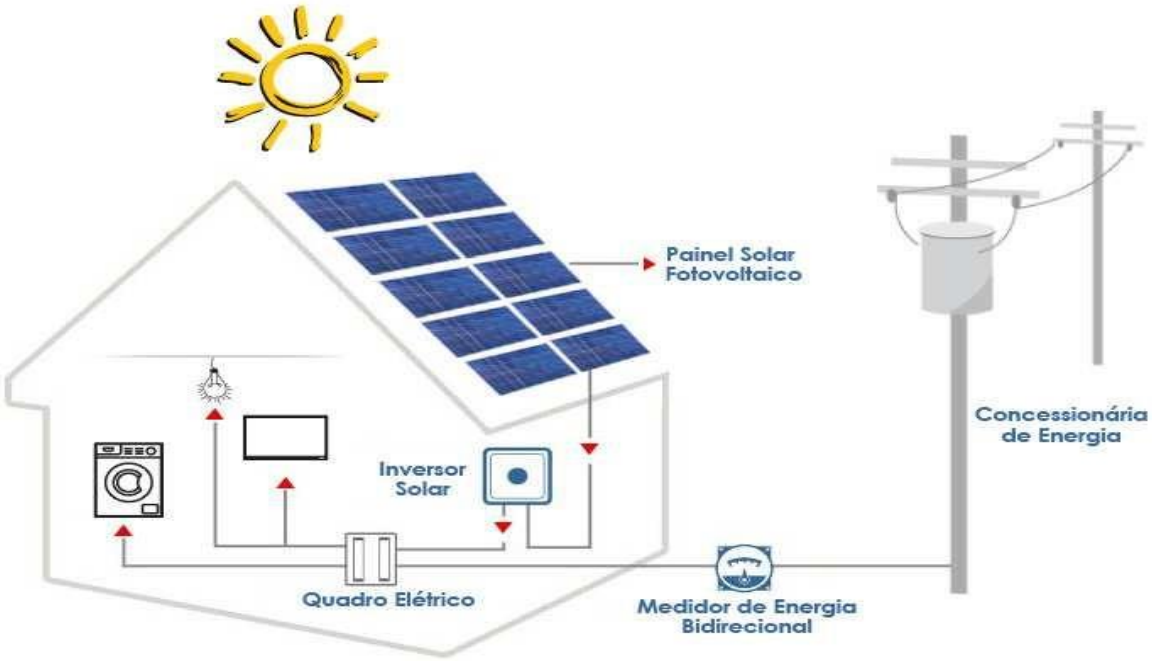
3.4.2 Inversores *On Grid (Grid Tie)*

Os inversores presentes nessa categoria são utilizados especialmente em sistemas fotovoltaicos devido esta ligadas diretamente a rede de energia da empresa fornecedora desse recurso. Uma das funções básicas do inversor é a transformação da corrente elétrica contínua em Corrente Alternada, resultando na sincronização simultânea com a rede (RESENDE, 2017).

Os sistemas que em sua grande maioria utilizam o sistema *on grid* normalmente são aqueles que utililizam a microgeração e minigeração de energia, comportando desse modo, dezenas de quilowatts, podendo ser utilizando com mais inversores, de acordo com a potência necessária (BOSO, GABRIEL, GABRIEL FILHO, 2015).

Na Figura 9 tem-se um exemplo simplificado de como ocorre, em âmbito residencial a geração de energia através do sistema fotovoltaico conectado à rede.

Figura 9 – Sistema fotovoltaico on grid.



Fonte: SOLIGADO (2020).

4.ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Conforme Vale (2018), a viabilidade econômica quanto à implantação de sistemas fotovoltaicos carece ser minuciosamente analisada, analisando desse modo a específicidade de cada local a ser implantado. Por isso, é necessário que algumas considerações sejam feitas, sendo elas: o custo dos equipamentos, tarifas de energia, impostos, consumo médio mensal e anual do local do projeto de instalação, do levantamento da irradiação solar da localidade, assim como, geração diária, mensal e anual do sistema fotovoltaico a ser implatado.

4.1.Indicadores de viabilidade

Com intuito de conhecer quais são os benefício monetários advindos da usina fotovoltaica, são necessários o emprego dos seguintes indicadores para conhecer qual a viabilidade, caso ocorra o investimento: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), e o *Payback* (retorno).

4.1.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O *VPL* é o cálculo realizado em cima do comparativo entre as entradas e saídas em todos os períodos, ou seja, constitui-se na soma de todos os resultados de cada ano com referência ao ano zero. Com intuito de produzir o valor ao presente, é preciso necessário levar em consideração a taxa que representa no mínimo o que busca-se obter, pode ser firmada para tal por meio do índice denominado de taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC) (BOQUIMPANI *et al*., 2019).

$$VPL = I_0 + \sum_{j=0}^{n} \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Onde:

- I_0: Investimento inicial;
- Fj: Fluxo de caixa no ano *j*;
- *i*: Custo do capital.

A soma contabilizada resulta na soma da data 1 até a data “n” apresentada

nos fluxos de caixa. Quando o VPL é positivo, o projeto apresenta como resultado final, que este é economicamente viável.

4.1.2 Taxa Interna de Retorno (*TIR*)

A *TIR* representa a taxa estabelecida no fluxo de caixa quando esse tende a ser zero. É uma métrica para avaliar o percentual de retorno do investimento. Costuma-se comparar com a Taxa Mínima de Atratividade *(TMA)* para decidir a viabilidade do próprio. De tal modo, quando os investimentos apresentam uma *TIR* elevada, o crescimento será proporcionalmente alto (ASSAF NETO e LIMA, 2014).

$$VPL = 0 = I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1 + TIR)^T}$$

Onde:

- I_0: Investimento inicial;
- N: Representa o período total;
- F_t: Fluxo de caixa de determinado período;
- T: Período.

4.1.3 Payback

O *Payback* é a medida do período necessário (T) para recuperar o investimento do projeto. O cálculo considera as perdas na geração de energia e inclui a depreciação dos painéis (ASSAF NETO e LIMA, 2014; BOQUIMPANI *et al*., 2019).

$$Payback = n : \sum_{t=0}^{n} FC_n = I_o$$

Onde:

- n: Número de anos;
- FC_n: Fluxo de caixa do ano de referência;
- I_0: Investimento inicial.

5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados apresentados a seguir, são referentes às instalações da instituição em estudo e suas principais características estruturais.Desse modo, apresenta o quadro demonstrativo no qual é disponibilizado a quantidade de energia elétrica que é demandada pelo Hospital de DoençasTropicias (HDT) de Araguaína em KW/h em um período de 24 hora, além de mencionarmos o valor do KW/h com os impostos tributários e, em seguida, o valor final do consumo diário em um ano de estudo. Por fim, traz os custos do projeto e avaliamos a sua viabilidade econômico-financeira para a sua instalação.

5.1Sobre a Instituição

O Hospital de Doenças Tropicais (HDT) foi fundado em 27 de julho de 1989 pelo Governo do Estado do Tocantins, está localizado na Avenida José de Brito, setor Anhaguera na cidade de Araguaína, Tocantins. A capacidade instalada no ínicio de sua inauguração era de 30 leitos, o objetivo de sua existência ser a referência no tratamento de doenças infectocontagiosas e parasitárias para o centro norte do estado, ao longo dos anos passou a assistir os pacientes advindos de outros estados como Pará (UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, 2020) .

O hospital oferta os seguintes serviços de assistência a população, atendimento ambulatorial de média complexidade e atendimento hospitalar de média e alta complexidade. Responsável ainda, pela promoção da prevenção e tratamento de HIV / AIDS, co-alterações, violência sexual, acidente com material biológico, pneumologia,tuberculose; dermatologia; ginecologia; hepatologia(hepatites); urologia clínica médica; cardiologia (doença de Chagas). Atendendo a população através da procura espontânea ou pacientes referenciados pelos serviços públicos de saúde.

Em 2002, o hospital, devido a questões relacionadas diretamente a política pública, acabou deixando o posto de unidade independente e então, associou-se ao complexo do Hospital de Referência de Araguaína (HRA), fazendo parte também dessa unidade hospitalar.

Essa mudança buscava a integração da clínica médica daquele hospital com a estrutura do HDT. Dessa forma, essa especialidade então utilizou esse espaço para

a estruturação e instalação de mais vinte e quatro leitos, localizados no terceiro piso dessa unidade hospitalar .

O HDT até o ano de 2005, ainda atendia como uma Unidade de Clínica Médica e Doenças Tropicais, após esse período voltou a ser uma unidade totalmente independente, sendo denominado de Hospital de Doenças Tropicais do Tocantins; consequentemente essa indepedência fez com que a unidade se tornasse novamente um ambiente especializado.

Desde de 2015, o HDT é gerido pela empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBERSEH), tornando-se um hospital universitário, levando a promoção do ensino e da pesquisa através da parceria consolidada com a Universidade Federal do Tocantins (UFT), no intuito além de assistir a população araguaínense com seus serviços assistenciais, dispor de subsídios para a promoção do saber e do conhecimento com a prática do ensino e da pesquisa. Na Figura 10 temos a área total do terreno aonde localiza-se o Hospital de Doenças Tropicais (HDT) é 4.800,00 m², já a área coberta das instalações corresponde a 1700m ² com suas respectivas divisões.

Figura 10- Planta de locação do Hospital de Doenças Tropicais (HDT) em Araguaína

Fonte: Projeto de incêndio Bombeiro do HDT (2020)

A área total da edificação é 4.800,00 m², metros quadrados, sendo área coberta 1700 m^2 com telha cerâmica , no entanto, temos para implantação dos painéis 1300m^2 levando-se em consideração a necessidade de manutenção das placas fotovoltaicas

Nessa área disponível foram distribuídas placas solares da marca Jinko,

bastante recomendadas para sistemas conectados à rede pública. O arranjo totalizou 520 placas, que ocupariam 1300m². O quadro 1 resume as informações técnicas do sistema. As perdas do sistema foram estimadas de acordo com as informações computadas junto a Empresa D& R solar.

Quadro 1 – Resumo das informações técnicas dos componentes do sistema.

Módulo Fotovoltaico		Inversor	
Características técnicas:		Características técnicas:	
Potência (Wp)	530	Modelo:	GROWATT
Garantia (Defeitos de Fábrica):	10 Anos	Garantia:	12 Anos
Garantia (Eficiência):	25 Anos	Sistema de Monitoramento::	WiFi
Modelo:	JINKO	Quantidade:	3
Quantidade:	520,00	Potência Nominal (kW)	100

Fonte: Autores, 2021

Na figura 11 temos uma ilustração da vista superior do Hospital de Doenças Tropicais (HDT), no qual terá disposta sobre todo o telhado as placas de energia fotovoltaicas, utilizando dos 1700 m^2 com a área correspondente a 1300 m^2 útil, para a instalação, considerado que o telhado encontra-se em boas condições e que dispormos de uma área para a manutenção das placas fotovoltaicas .

Figura 11- Vista Superior do Hospital de Doenças Tropicais (HDT).

Fonte: Autores, 2021

5.2 Levantamento da demanda de energia elétrica

Logo, tem-se apresentados em forma de tabela, os dados quanto ao consumo e custos da energia elétrica, a nós fornecidos pelo Hospital de Doenças Tropicais de Araguaína. Foram computadas somente os seguintes impostos: ICMS, PIS, COFINS e Multa por horário de ponta. Os dados coletados são referentes a janeiro de 2021 até

dezembro de 2021. O consumo do *Hospital de Doenças Tropicais (HDT)* encontra-se apresentado no Quadro 2.

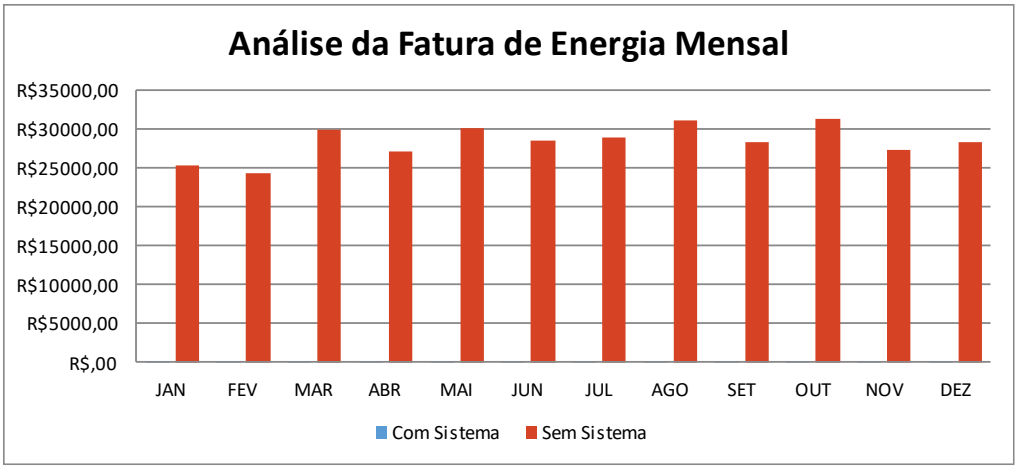
Quadro 2. Dados do consumo do Hospital de Doenças Tropicais (HDT) em 2021.

	Dados de Consumo Mensal (kWh)	
	JAN	42394
	FEV	40672
	MAR	50020
	ABR	45264
	MAI	50184
	JUN	47478
	JUL	48380
	AGO	51906
	SET	47150
	OUT	52152
	NOV	45510
	DEZ	47396
	Média Mensal	**47276**

Fonte: HDT, adaptado pelos autores.

Os dados dispostos no Quadro 2, mostram que anualmente ocorre um alto consumo de energia devido a estrutura física e dos tipos de serviços disponibilizados pelo Hospital de Doenças Tropicais (HDT) com a média de consumo de 47276 KW/h totalizando em um gasto mensal de R$ 28.365,30 . Então, o presente trabalho busca verificar a viabilidade da implantação do sistema fotovoltaico. No Gráfico 2 temos presente o resumo do consumo sem a inserção dos impostos.

Gráfico 2- Série histórica do consumo de KWh em um ano sem imposto.

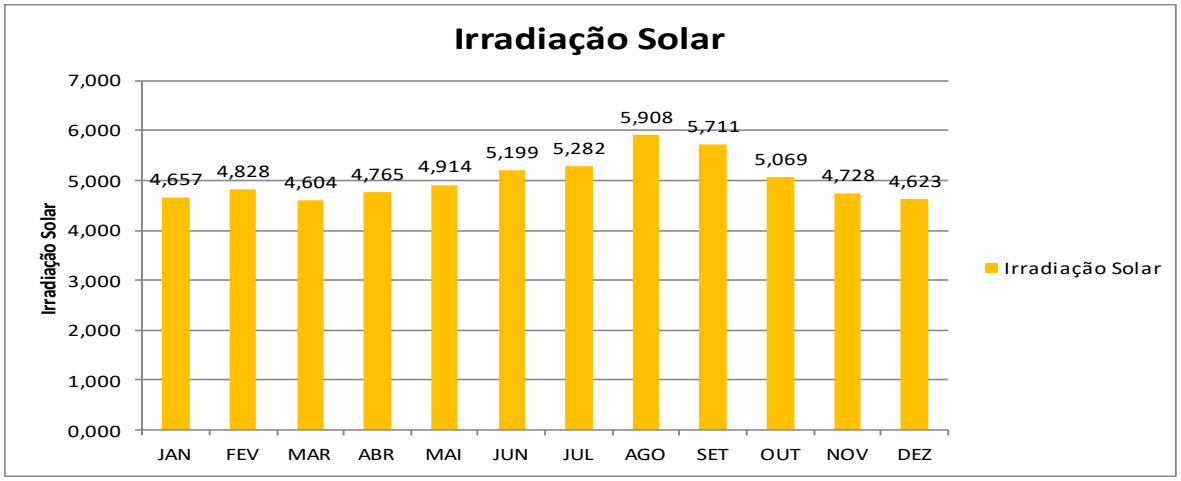


Fonte: Autores, 2021.

5.3 Radiação Solar Mensal

Analisando o Gráfico 3 abaixo, nota-se que em todos os meses do inverno ao verão, ocorre uma manutenção considerável da radiação solar. Consequentemente haverá produção de energia fotolvaica durante todo o ano praticamente com mesma intensidade,o que assegura que haverá a produção de energia foltovotaica para nutrir o sistema ao longo dos meses do ano.

Gráfico 3- Irradiação solar (Média Mensal).



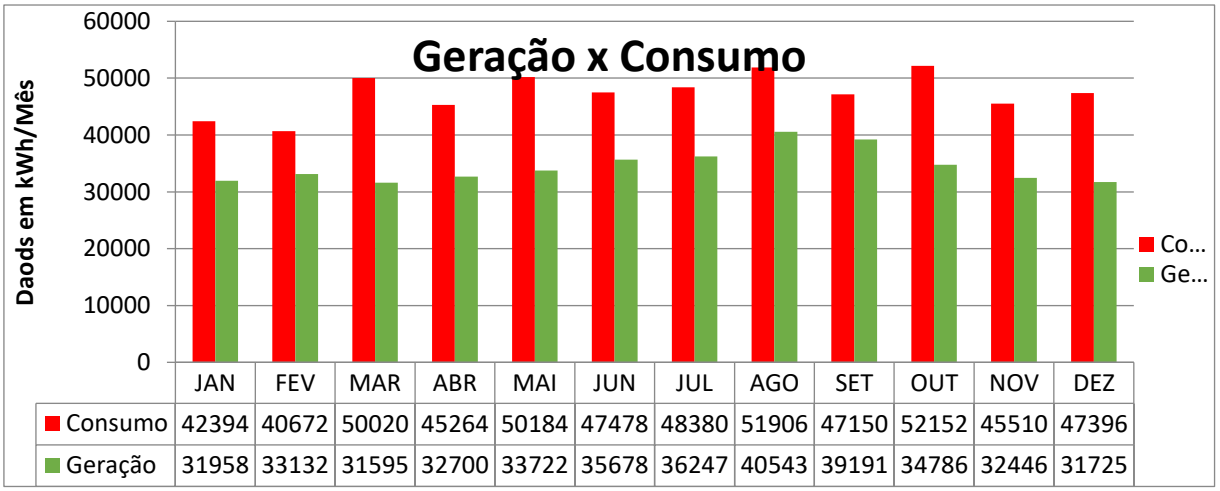
Fonte: Autores, 2021

De acordo com a área do sistema e a média de irradiação solar, contabilizando a eficiência de conversão e as perdas, chegou-se à uma capacidade de produção de energia de 413.723 kW por ano.

5.4 Relação produção x Consumo de energia

Em média, a produção de energia elétrica pelo sistema fotovoltaico dimensionado apresenta um potencial para suprir com eficiência 80% do consumo de energia elétrica total demandado pelo HDT-Araguaína, nos períodos de maior eficiência que é evidentemente no período do verão e de menor eficiência nos meses de inverno, devido a quantidade de insolação. No Gráfico 4, observa-se a relação de consumo de energia elétrica total e da produção de energia elétrica pelo sistema.

Gráfico 4- Geração de Produção de energia X Consumo do HDT-Araguaína.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Consumo	42394	40672	50020	45264	50184	47478	48380	51906	47150	52152	45510	47396
Geração	31958	33132	31595	32700	33722	35678	36247	40543	39191	34786	32446	31725

Fonte: autores,2021

Na Tabela 5, apresenta-se as expectativas de economia e valores de fatura mediante realização do investimento, comparativamente aos valores das faturas de energia elétrica do ano de 2021. O valor do kWh considerado foi de R$ 0,60, com embasamento nas faturas de 2021, aqui utilizadas para simulação de economia.

Tabela 1- Expectativas de economia mediante implantação do sistema.

Característica	Valor	Unidades
Consumo Médio Mensal ponta e fora ponta:	47.276	kWh/Mês
Taxa de Disponibilidade (Tarifa Mínima):	R$ 60,00	R$/Mês
Custo Médio Mensal de Energia sem imposto	R$ 28.365,30	R$/Mês
Consumo Anual Estimado:	567.306	kWh/Ano

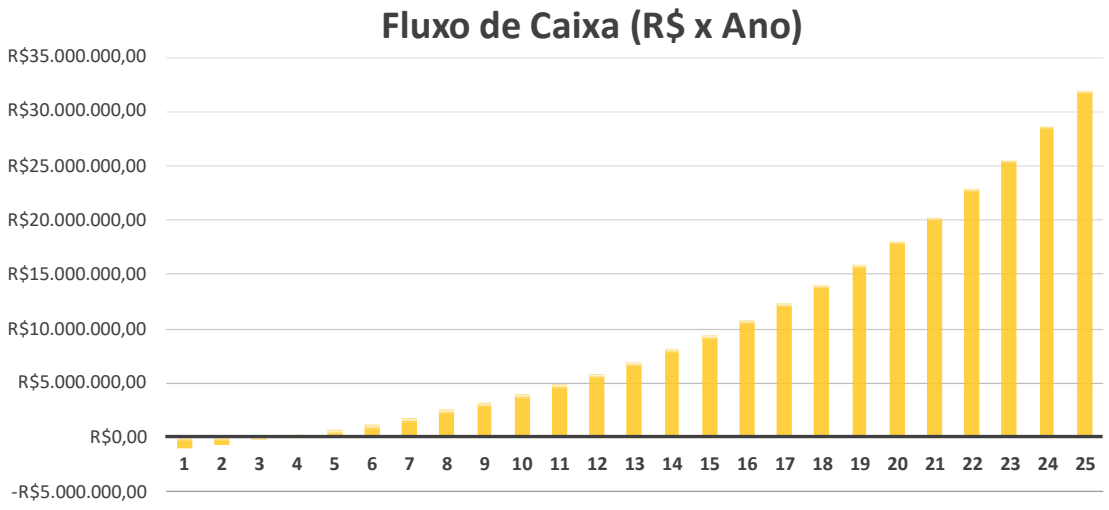
Fonte: Autores, 2021.

Sendo assim, do ponto de vista de redução de consumo energético e economia financeira com as contas de luz, demonstra-se que a instalação do sistema de painéis fotovoltaicos acarretaria benefícios consideráveis para o Hospital de Doenças Tropicais em Araguaína.

Assim, após uma complexa avaliação e compatibilização com o projeto arquitetônico estabelecido, estabelecemos que a central fotovoltaica teria uma potência nominal de 100 KW aonde a mesma será composta por 520 painéis solares. Sendo que para essas condições operacionais que constitue o fundamento desse projeto, a produção anual estimada de energia elétrica é da ordem de 413.723 MW/h, gerando uma economia anual estimada de R$ 338.369,04 (trezentos e trinta e oito mil e trezentos e sessenta e nove reais e quatro centavos).

O investimento no valor de R$ 1.393.711,65 (um milhão e trezentos e noventa e três e setessentos e onze reais e sessenta e cinco centavos) na instalação da usina solar fotovoltaica se constitui como sendo um bom investimento, com baixo risco, apresentando *payback* de 3 anos. O fluxo de caixa do investimento considerou 25 anos, pois corresponde a vida útil do sistema e é apresentado na Gráfico 4 abaixo, analisando o reajuste anual da tarifa de energia igual a 10%.

Gráfico 4. Fluxo de Caixa (R$ X Ano)



Fonte: Autores, 2021

No gráfico podemos identificar que a implantação do sistema é favorável pois ovalor do VPL estimado foi positivo, sendo que o período necessário para recuperar o que foi investido com a implantação desse sistema será inferior a 4 anos.

5.4.1 Análise da viabilidade economica do sistema

Com uma economia de energia de R$ 33.372.552,26, realizando-se uma comparação com o valor para a implantação do sistema R$ R$1.393.711,65 e observando que os módulos asseguram um percentual de 100% na geração máxima durante o período de 10 anos, com descrecimo de 80% após 25 anos de utilização, havendo uma ótima condição de exportação de energia para a concessionária, com um valor considerável economizado obteve-se em um tempo de retorno do investimento de 3 anos, pode-se afirmar que o projeto é viável.

Quadro 3- Análise financeira do sistema Fotovataico

FATOR	Valor	Unidade
Geração média estimada	34477	KWh/Mês
Geração média anual estimada	413.723	KWh/Ano
Economia média mensal estimada para o primeiro ano	R$ 28.197,42	R$/Mês
Economia total estimada para o primeiro ano	R$ 338.369,04	R$/Ano

INVESTIMENTO	R$ 1.393.711,65

ECONOMIA TOTAL EM 25 ANOS	R$ 33.372.552,26

Fonte: Autores (2021)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se analisar a viabilidade econômica para a implantação do sistema solar fotovoltaico como alternativa para redução de custos Hospital de Doenças Tropicias em Araguaína-TO. Os resultados obtidos mostraram que o projeto para a implantação é viável.

Com a implantação do projeto de sistemas de energia sustentável, o Hospital de Doenças Tropicais (HDT*) em* Araguaína realizará uma economia de R$ 28.365,30 mensais, que equivale à economia com energia elétrica proporcionada pela instalação das 520 placas no Hospital. Com o sistema fotovoltaico, o retorno do investimento acontecerá em 3 anos. No presente estudo, não consideramos o horário de ponta e nem os impostos, devido ser um percentual pago indepedentemente do tipo de sistema de produção de energia.

Conclui-se, dessa maneira que esse tipo de sistema apresenta a capacidade de reduzir os custos com a energia elétrica, e consequentemente ter viabilidade econômica para o Hospital de Doenças Tropicais (HDT). Diante da contextualização apresentada pode ainda ressaltar que a energia solar fotovoltaica tem sido em vários estudos considerada como viável para investimentos no Brasil, o que mais uma vez vem a demonstrar o elevado potencial energético e ótima alternativa para a expansão da energia e da matriz energética nacional com a exploração de fontes de energia sustentáveis.

Uma vez levando em consideração a necessidade constante de maior produção de energia assim como das restrições ambientais e cobranças da própria sociedade do uso consciente dos recursos disponíveis, além dos custos elevados custos relacionados a energia elétrica que na atualidade tem aumentado de forma corriqueira, enquanto o custo da tecnologia utilizada para a produção de equipamentos de energia fotovoltaica somente reduz. Demonstrando dessa forma, ser um mercado promissor, viável economicamente, bastante atrativo para investimentos, assim como detém a capacidade de reduzir os impactos ambientais e prioriza o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL -SIGA.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 28 nov. 2021.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Curso de Administração Financeira**. 3. ed. SãoPaulo: Atlas, 2014.

BAZILIAN, M. et al. **Reconsidering the economics of photovoltaic power. Renewable Energy,** v. 53, p. 329-338, 2020.

BITTENCOURT, Felipe Tozzi; COSTA, Maxwell Moura; DE SOUZA FILHO, João Coelho. **Construção de um protótipo de rastreador solar para aplicação em sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. Revista Sítio Novo, v. 1, p. 147-157, 2017.

BOQUIMPANI, Carlos Adriano *et al*. **Influências na geração de energia elétrica em módulos fotovoltaicos revestidos por policarbonato alveolar e compacto**. 2019.

BOQUIMPANI, Carolina Lannes *et al*. **Eficiência energética**: sistemas de iluminação com LEDs, distribuídos em corrente contínua e utilizando energia fotovoltaica. Ambiente Construído, v. 19, n. 4, p. 303-316, 2019.

BORTOLOTO, V. A.; SOUZA, A.; GOES, G.; MARTINS, M. A.; BERGHE, M. J.; MONTANHA, G. K. Geração de energia solar On grid e Off grid. **6ª Jornada Científica Tecnológica da FATEC de Botucatu.** 2017. Disponível em: http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/123 4. Acesso em: 23 nov.2021.

BOSO, A. C.M. R.; GABRIEL, C. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e Off-grid no Brasil. **Revista Científica ANAP Brasil,** v. 8, n. 12, p. 57-66, 2015. Disponível em: https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1138. Acesso em: 28 nov.2021.

BP. **bp Statistical Review of World Energy June 2020**. Disponível em: <http://www.bp.com>. Acesso em: 29 nov.2021

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2388).

FLANDOLI, F. **Conceito e Inversores Off-Grid**. Programa eletricista consciente. 2017. Disponível: <http://www.eletricistaconsciente.com.br/o-programa/conheca-o-programa/>. Acesso em: 21 nov.2021.

IEEE – Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos. **Energia Solar Fotovoltaica de Terceira Geração. 2014.** Disponível: energia-solar-fotovoltaica-

terceira-geracao.pdf (ieee.org.br) . Acesso em: 19 nov.2021.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. Estudo Técnico**. Câmara dos Deputados, p. 1–46, 2017.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L. de; RÜTHER, R.; ABREU, S. L. de; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. de. **Atlas brasileiro de energia solar.** 2a. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: < http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html >. Acesso em: 26 Nov. 2021.

PORTAL SOLAR. **Passo a Passo da Fabricação do Painel Solar.** Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/passo-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html>. Acesso em :21 nov.2021.

RESENDE, C. **O que é o inversor e qual a sua função em um sistema fotovoltaico?** SHARENERGY. Energia solar ao alcance de todos. 2017 .Disponível: O que é o inversor e como ele funciona em um sistema fotovoltaico? (sharenergy.com.br) . Acesso em: 21 nov.2021

RIBEIRO, L. H. P. ENERGIA SOLAR: importância, implantação, instalação, vantagens e durabilidade de um sistema de energia renovável. **Monografia (Conclusão de curso em Engenharia Mecânica).** Centro universitário do Sul de Minas Varginha/MG. 122 f. 2018. Disponível em:http://192.100.247.84/bitstream/prefix/597/1/TCC%20-%20Mec%c3%a2nica%20A%20-%20Luiz%20H%20P%20Ribeiro.pdf. Acesso em: 21 nov.2021.

ROSA, A.; GASPARIN, F. **Panorama da energia fotovoltaica no Brasil. Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2017.

SAUAIA, R. L. **Energia solar fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios.** Audiência Pública, Comis- são de Minas e Energia – CME, Câmara dos Deputados**.** Brasília, 13/08/2019. Disponível em: < https:// www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/ comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-e-ventos/2019/13-08-2019-distribuicao-de-energia-solar-fotovoltaica/2019.08.13%20ABSOLAR%20-%20Ener-gia%20Solar%20Fotovoltaica%20-%20Dr.%20Rodrigo%20Lopes%20Sauaia.pdf >. Acesso em: 26 Nov. 2021.

SEVERINO, M. & OLIVERA, M. Fontes e Tecnologias de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas. **Energia, Economia, Rotas Tecnológicas: Textos Selecionados.** Palmas, ano 1, p. 265-322, 2018.

UTL – Universidade Técnica de Lisboa. História da energia solar. Disponível: Breve História da Energia Solar (utl.pt).Acesso em: 21 nov.2021.

VALE, B. R. **Análise da viabilidade econômica de implantação de um estacionamento solar**: estudo de caso. São João Del-Rei. Universidade Federal DeSão João Del-Rei, 2018.