



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ REITORIA DE GRADUAÇÃO
CAMPUS GUARABIRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO COMERCIAL

ALAN WERRLLY GUIMARÃES

PLACAS FOTOVOLTAICAS: UM ESTUDO AVALIATIVO DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS E ECONÔMICO NO IFPB - CAMPUS GUARABIRA

GUARABIRA/PB

2021

ALAN WERRLLY GUIMARÃES

**PLACAS FOTOVOLTAICAS: UM ESTUDO AVALIATIVO DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS E ECONÔMICO NO IFPB – CAMPUS GUARABIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia
em Gestão Comercial do Instituto Federal da
Paraíba – Campus Guarabira, como requisito
obrigatório para a obtenção do título de
Tecnólogo em Gestão Comercial.

Orientador (a): Profa. Taysa Tamara Viana
Machado Dra.

GUARABIRA, PB

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO IFPB - GUARABIRA

G963p

Guimarães, Alan Werrlly

Placas fotovoltaicas: um estudo avaliativo dos impactos ambientais e econômico no IFPB – Campus Guarabira / Alan Werrlly Guimarães. – Guarabira, 2021.

29f.: il.;color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Comercial) – Instituto Federal da Paraíba, Campus Guarabira, 2019.

"Orientação: Profa. Dra. Taysa Tamara Viana Machado."

Referências.

1. Painéis Fotovoltaicos. 2. Energia Renovável. 3. Recurso Natural. 4. Meio Ambiente. 5. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 502.21

CST Gestão Comercial

ATA DA DEFESA DE TCC

Aos 28 de outubro de 2021, às 16:00, por meio de sala virtual do google meet (meet.google.com/obr-akfv-wai) do IFPB - Campus Guarabira, reuniram-se os professores **Taysa Tamara Viana Machado** (orientadora), **Lusia Mary Rolemberg Menacho** (examinadora interna) e **Rayanne Oliveira Medeiros de Lima** (examinadora externa), para avaliarem a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso do aluno **Alan Werrily Guimarães**, intitulado **PLACAS FOTOVOLTAICAS: UM ESTUDO AVALIATIVO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICO NO IFPB – CAMPUS GUARABIRA**, protocolado para defesa final de acordo com requisitos expostos no Manual de Trabalho de Conclusão do Curso de Gestão Comercial. Após a apresentação, a banca apresentou três pareceres a favor da aprovação do TCC. Desta forma, o TCC foi aprovado e definiu-se as seguintes notas: em relação ao texto básico: equivalente a 85; resultado científico: equivalente a 90; e defesa: equivalente a 90. A média final da disciplina foi, portanto, 89. Nada mais havendo a tratar, às 17:00, encerraram-se os trabalhos, determinando a lavratura desta ata, que, após lida e considerada conforme, será assinada pelos presentes. Eu, Lusia Mary Rolemberg Menacho, lavrei esta Ata. IFPB - Campus Guarabira, em 28 de outubro de 2021.

Taysa Tamara Viana Machado

Lusia Mary Rolemberg Menacho

Rayanne Oliveira Medeiros de Lima

Documento assinado eletronicamente por:

- Rayanne Oliveira Medeiros de Lima, TÉCNICO DE LABORATORIO AREA, em 12/11/2021 11:21:04.
- Taysa Tamara Viana Machado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/11/2021 17:37:33.
- Lúcia Mary Rolemberg Menacho, DIRETOR - CD4 - DDE-GB, em 07/11/2021 13:24:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/11/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 235830

Código de Autenticação: 91c361df21



Dedico este trabalho à minha família que sempre me apoiou e contribuiu em toda minha jornada estudantil para conclusão deste curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado perseverança e coragem para enfrentar este desafio trazendo discernimento e sabedoria.

A minha família pela paciência comigo nos meus momentos de estudo, pela insistência de nunca desistir dos meus objetivos.

E em especial a minha Orientadora Profa. Dra. Taysa Tamara Viana Machado, pela generosa acolhida e valiosas contribuições na elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Quem ensina aprende a ensinar e quem aprende ensina a aprender”

Paulo Freire

RESUMO

O uso de placas fotovoltaicas caracteriza-se com a integração do ambiente e equipamentos, por meio de sistemas sustentáveis, capaz de proporcionar inúmeros benefícios, ambientais e econômicos. O objetivo do trabalho foi apresentar uma proposta para avaliar os impactos nessas dimensões, com a implantação de placas fotovoltaicas no IFPB – Campus Guarabira. O estudo apresentou caráter exploratório-descritivo, com abordagens ambientais e econômicas, onde foram demonstrados resultados, com desempenhos energéticos, no intuito de viabilizar a aceitação proposta que será apresentada. Como resultado uma economia de 95% na geração total de energia no campus, conforme gráfico geração real. Média mensal de consumo é em torno de R\$ 18.000, passando a ser R\$ 900,00 com sistema em operação, economia anual de R\$ 205.200 buscando sempre a preservação e redução dos impactos ambientais utilizando a estrutura civil já instalada para este tipo de trabalho.

Palavras-chave: Painéis Fotovoltaicos. Energia Renovável. Meio Ambiente.

ABSTRACT

The use for photovoltaic plates is characterized by the integration of the environment and equipment, through sustainable systems, capable of providing numerous benefits. Thus, this work aims to present a proposal to assess the impacts in these dimensions, with the implantation of photovoltaic plates at IFPB – Campus Guarabira. The study was exploratory-descriptive, with environmental and economic approaches. Where results were demonstrated, with energetic performances, in order to enable the proposed acceptance that will be presented. As a result, savings of 95% in total energy generation on campus, as shown actual generation graph. Monthly average consumption is around R\$ 18.000, now R\$ 900.00 with the system in operation, annual savings of R\$ 205.200, always seeking to preserve and reduce environmental impacts using the civil structure already installed for this kind of work.

Key Words: Photovoltaic Panels. Renewable Energy. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Reservatório hídrico	11
Figura 02 – Parque Eólico.	11
Figura 03 – Parque Fotovoltaico.	12
Figura 04 – Sistema On-grid.	16
Figura 05 – Sistema off- grid.	16
Figura 06 – Componentes e equipamentos do sistema fotovoltaico	17
Figura 07 - Radiação solar no plano horizontal, média anual e diária	17
Figura 08 – Unidade Consumidora	22
Figura 09 – Tabela de Dimensionamento SFCR.....	22
Figura 10 – Cresesb	23
Figura 11 – Imagem geral IFPB via satélite.....	23
Figura 12 – Tabela orçamentaria	24
Figura 13 – Gráfico geral real	25
Figura 14 – Tabela dos resultados econômicos.....	25

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

IFPB – Instituto Federal da Paraíba

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

UC – Unidade Consumidora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA	15
2.2 CRESCIMENTO GLOBAL DE ENERGIA SUSTENTÁVEL.....	17
2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS COM USINAS FOTOVOLTAICAS.....	19
2.4 RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012.....	20
3 METODOLOGIA.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual com a crise hídrica no Brasil, citado pelo engenheiro do setor energético o Sr. Roberto Kishinami em entrevista para a TV CNN no dia 25 de setembro de 2021, relata que a escassez de água se estenderá pelos próximos anos (Figura 01), trazendo prejuízos financeiros a população com elevadas bandeiras tarifárias com riscos de apagão energético.

Figura 01 – Reservatório hídrico



FONTE: CNN.BRASIL.COM.BR

Levando em consideração esse cenário, podemos dizer as energias renováveis seria a melhor alternativa para diminuição destes impactos, as que utilizam o ar (Figura 02) e o sol (Figura 03).

Figura 02 – Parque Eólico



FONTE: G1.GLOBO.COM.BR

A utilização do vento por sua vez ainda é muito cara para os consumidores, que buscam alternativas mais baratas a driblar essa crise.

A utilização do sol com a geração de energia através das placas fotovoltaicas torna-se aplicável para este propósito, pois o sol é a fonte de energia mais abundante no mundo. No entanto, a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, como a fotovoltaica, foi impulsionada pela preocupação com a preservação do meio ambiente e a busca pela diversificação da matriz elétrica, associado ao aumento na demanda por energia e desenvolvimento econômico.

Figura 03 – Parque Fotovoltaico



FONTE: PORTALSOLAR.COM.BR

A energia solar fotovoltaica pode ser utilizada em qualquer lugar na superfície do planeta, e não envolve nenhum custo de combustível, além de ser limpa e sustentável, pois sua geração não envolve emissões de gases de efeito estufa e sua fonte é renovável. Como é um sistema que não utiliza combustível, não possui partes móveis, e por serem dispositivos de estado sólido, requer menos manutenção durante sua vida útil, sendo assim um sistema econômico de geração limpa (RÜTHER, 2006).

Sendo o IFPB um instituto de tecnologia e ciência, assumir um papel protagonista na adoção do uso de tecnologia sustentável é fundamental para proporcionar melhoria ambiental, economia e educacional para além do sistema acadêmico, buscando uma visão futura de cursos específicos voltado para áreas afins. Além disso, não existe, até o momento, estudo no campus que se refira à geração de energia limpa e renovável voltado a energia fotovoltaica.

Baseado nesse contexto, elaborou-se um estudo que viabiliza a implantação de processo sustentável voltado a geração de energia limpa a partir de placas fotovoltaicas, trazendo para se o compromisso com o meio ambiente e a economia no faturamento energético da instituição.

O estudo é avaliar o impacto ambiental e econômico abordando os seguintes pontos:

Identificar os benefícios ambientais na utilização dessa tecnologia em relação à geração de energia limpa e sustentável;

Verificar o potencial da instituição com relação à geração de energia limpa e sustentável utilizando esse modelo de energia fotovoltaica;

Mostrar os benefícios de modelo de kit solar fotovoltaico para o IFPB campus Guarabira.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fontes de energias não renováveis são aquelas que são geradas por recursos naturais que não se renovam, ou seja, esgotáveis. Exemplos: os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás natural e xisto) e a energia nuclear.

Energias renováveis são energias resultante de recursos renováveis, ou seja, inesgotáveis, como a energia hídrica, geotérmica e as novas energias emergentes, como a solar, eólica e de biomassa.

Uma das principais fontes de energia brasileira é a hidroelétrica para geração de eletricidade. Apesar de não acontecer emissão de poluentes para a atmosfera, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não adequadamente avaliado, devido ao alagamento de grandes áreas cultiváveis e, além disso, as reservas brasileiras para geração hidroelétrica tendem a se esgotar nas próximas décadas confirma o Sr. Roberto Kishinami em entrevista para a TV CNN no dia 25 de setembro de 2021, onde relata que a escassez de água se estenderá pelos próximos anos trazendo prejuízos financeiros a população com elevadas bandeiras tarifárias com riscos de apagão energético.

Os últimos anos, em função da escassez de reservas energéticas disponíveis e do crescimento na demanda energética mundial, tem-se observado a necessidade de busca por fontes de energia que sejam alternativas às fontes convencionais. De acordo com projeções feitas pela Agência Internacional de Energia (IPEA, 2011), estima-se que no ano de 2035 terá ocorrido um crescimento maior que 30% da demanda energética mundial. Tais projeções impulsionam o desenvolvimento de sistemas de energia mais eficientes, confiáveis e baratos.

Diante disso, as fontes de energia renováveis têm ganhado, progressivamente, mais espaço e, segundo cálculos feitos pela (IPEA, 2011), elas representarão um terço da produção mundial em 2035. A eficiência energética com um sistema fotovoltaico está associada à produtividade, à proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, neste sentido, ações de eficiência energética podem ser vistas como uma forma de produção de energia descentralizada, tendo como consequência o aumento de eficiência elétrica (CASTRO, 2004).

A geração de eletricidade a partir da energia solar fotovoltaica tem-se mostrado convidativa, onde se converte a luz solar diretamente em eletricidade usando as células fotovoltaicas com o aproveitamento de uma fonte renovável, seja por não apresentar a magnitude dos impactos ambientais, geralmente associados às demais formas de aproveitamento energético. Entretanto, esses impactos não podem ser negligenciados. A preocupação ambiental de recuperação e reaproveitamento de áreas contaminadas e degradadas,

como áreas de pastagem contaminadas, aterros sanitários, lixões, e mineradoras, desativados ou em processo (EPE, 2019).

Durante a extração do silício, material utilizado para elaboração dos módulos fotovoltaicos, o impacto sobre o meio biótico e a degradação visual da paisagem são apontados, como a poluição da água pela mineração, desmonte de maciços rochosos e terrosos compactados, emissão de poeiras e gases devido a perfuração de rochas, e sobre o meio socioeconômico os ruídos e vibrações devido ao desmonte de material consolidado (IPEA, 2019).

No processo de purificação do silício, o impacto sobre o meio físico está ligado a emissão de Hexafluoreto de Enxofre, usado para limpar reatores, que é um potente gás de efeito estufa, além de chuva ácida, no meio socioeconômico está ligado ao tetracloreto de silício, uma substância extremamente tóxica, que reage violentamente com a água, podendo causar queimaduras na pele, problemas no sistema respiratório e irritação dos olhos.

Na montagem de placas o impacto é sobre o meio físico devido ao uso de materiais como o chumbo, usado para fiação e algumas pastas de impressão, e também o uso de prata e o alumínio para fazer os contatos elétricos da célula. Os impactos ambientais decorrentes da construção e operação da usina solar fotovoltaica sobre o meio biótico estão relacionados à fauna, como a alteração do sucesso reprodutor, perda de habitat de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação. Em relação ao meio físico os impactos estão ligados a degradação da área afetada, como a terraplenagem e retirada e soterramento da cobertura vegetal, além da possível alteração do nível do lençol freático (CASTRO, 2004).

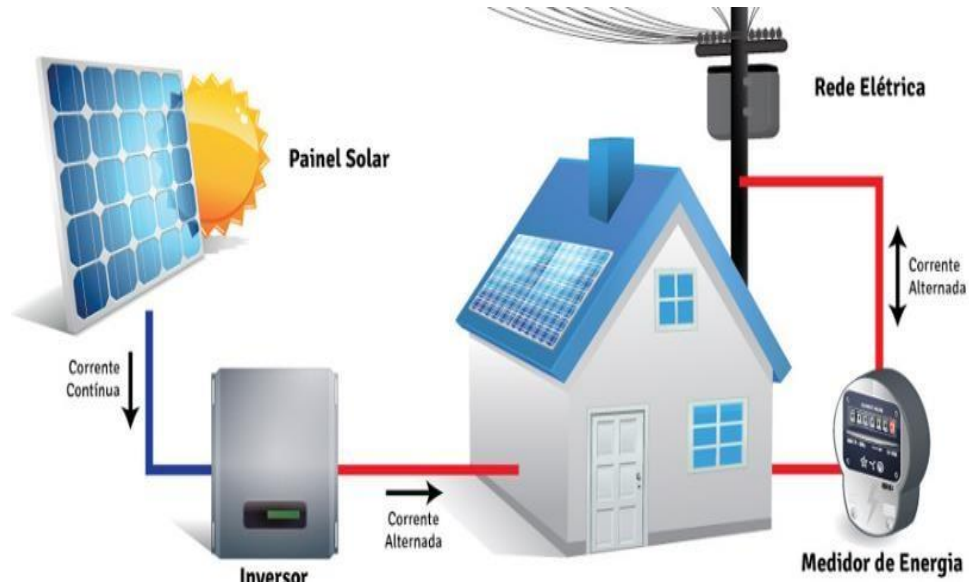
2.1 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez por Edmond Beequerel em 1839, quando ele verificou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhada em eletrólito, produzia uma pequena alteração de potência quando exposta a luz. A partir daí consiste o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um semicondutor, quando esse observa a luz visível a qual se deu origem as células fotovoltaicas (CERAGIOLI, 1997).

O sistema fotovoltaico, também conhecido como sistema solar fotovoltaico, utiliza um conjunto de sistema tecnológico e econômico que viabiliza economia, conforto e comodidade. Dessa maneira, é gerada uma energia limpa e renovável com sua fonte geradora inesgotável (RUTHER, 2006). Esse tipo de sistema se divide em dois tipos: *on-grid* - Interligados a

concessionária de energia elétrica, (Figura 04); e *off-grid* - Sistema puro com banco de baterias, (Figura 05), conforme norma NBR-10899.

Figura 04 – Sistema on-grid



FONTE: EXATEL.COM.BR

O sistema *on-grid* é totalmente interligado à concessionária de energia elétrica, processo esse inspecionado e aprovado pela distribuidora de energia caso esteja atendendo todas as normas técnicas exigida para sua geração distribuída.

Figura 05 – Sistema off-grid

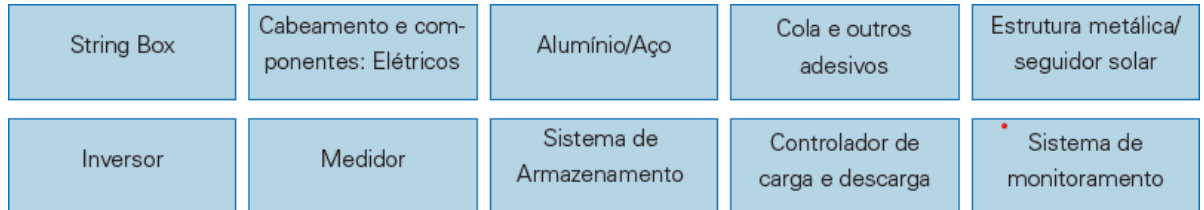


FONTE: SHAREENERGY.COM.BR

O sistema *off-grid*, utiliza baterias de lítio com durabilidade de 10 anos, conforme modelo e fabricação. Material é descartado em postos de atendimentos nas distribuidoras espalhadas pelo Brasil, na qual são recicladas para não agredir o meio ambiente.

Além dos módulos fotovoltaicos um kit solar é composto fisicamente pelos demais componentes. (Figura 06):

Figura 06 – Componentes e equipamentos do sistema fotovoltaico

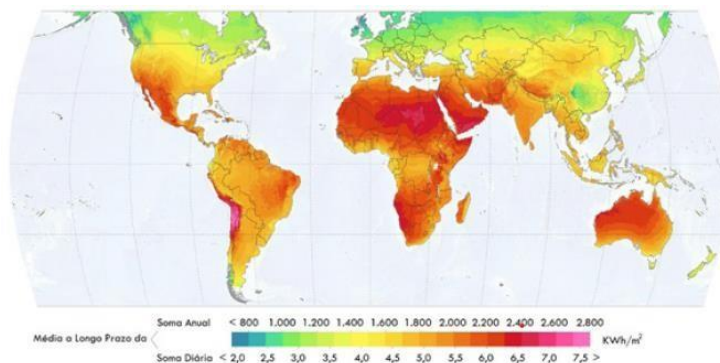


FONTE: CELA CLEAR ENERGY LATIN AMERICA, 2021

2.2 CRESCIMENTO GLOBAL DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

De acordo com a Agência Internacional de Energia, do inglês *International Energy Agency*, a energia solar fotovoltaica poderá representar um terço da produção global de energia elétrica do mundo até 2060. Estudos da *Bloomberg* apontam que a energia solar fotovoltaica representará mais de 25% da matriz elétrica global já em 2040, portanto, em menos de 25 anos (IPEA, 2019). Com isso, a energia fotovoltaica tem o potencial para ser a maior fonte de eletricidade no mundo em longo prazo, devido à abundância e à distribuição do recurso solar no planeta (Figura 07), à constante redução dos custos da tecnologia e às melhorias em eficiência de materiais e conversão. Isso sem mencionar a tendência global em direção às fontes de energia limpas e sustentáveis e as mudanças climáticas.

Figura 07 - Radiação solar no plano horizontal, média anual e diária



FONTE: SOLARGIS,2016

De acordo com as projeções da *Bloomberg New Energy Finance*, a energia fotovoltaica representará por volta de 32% da matriz elétrica brasileira, passando da fonte com menor representatividade na matriz em 2016 para a fonte com a maior representatividade em 2040, com capacidade instalada entre 110 e 126 GW.

Conforme dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPEs), o Brasil apresenta um excelente recurso solar, que varia de 1.500 e 2.350 kWh/m²/ano. É um recurso bem distribuído ao redor do país, superior ao verificado em países como a Alemanha (900 a 1.250 kWh/m²/ano), a França (900 a 1.650 kWh/m²/ano) e até mesmo a Espanha (1.200 a 1.850 kWh/m²/ano). Os estados com maiores índices de radiação solar no Brasil são Bahia, Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Tocantins, Goiás, Minas Gerais e São Paulo (Pereira, 2006).

As grandes empresas são as maiores consumidoras desse produto (CERAGIOLI, 1997), agregando assim a instituição mais valor econômico e conforto para ambos, minimizando os gastos em consumo energético e maximizando a economia no orçamento mensal.

São inúmeras as vantagens de um sistema fotovoltaico, dentre elas se destacam três que são de extrema importância:

- Matéria prima inesgotável;
- Não emite poluente, é uma geração limpa;
- O sistema pode ser instalado em todo globo.

Como o compromisso do Brasil no Acordo de Paris é atingir participação de 45% de todas as energias renováveis na matriz energética em 2030 em termos de energia solar, a capacidade instalada no Brasil expandiu-se lentamente até 2017, mas acelerou-se em 2018, dobrando a participação no total da capacidade elétrica entre os dois anos, de 0,7% para 1,4%. A geração distribuída de energia (instalada nos locais onde ocorre a produção e o consumo simultâneo da energia gerada, como em residências e em prédios comerciais e industriais), por meio de painéis fotovoltaicos, apresenta elevado potencial no Brasil, tendo em vista a alta incidência solar no território, que aumenta a geração de energia nos painéis solares e diminui o custo unitário. Um estudo recente verificou que “em todos os municípios brasileiros o custo de geração fotovoltaica é menor que os custos da energia fornecida pelas distribuidoras na tarifa residencial com tributos” (IPEA, 2018, p. 1-21).

Em resposta a essas vantagens, as instalações em residências e em prédios comerciais vêm crescendo exponencialmente nos últimos dois anos, melhorando a matriz energética do Brasil.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS COM USINAS FOTOVOLTAICAS

A energia solar possui baixos impactos ambientais, sendo a fonte de energia com a menor emissão de poluentes, porém ainda existem alguns impactos que devem ser considerados, como a produção e descarte de placas solares ou instalações de usinas fotovoltaicas:

- Impactos ambientais da manufatura de placas solares;
- Impactos ambientais no descarte de equipamentos de energia solar;
- Impactos ambientais das usinas fotovoltaicas.

A manufatura das placas solares é constituída a partir da fabricação de painéis solares, que são responsáveis por 85% da energia utilizada em um sistema de geração de energia solar. Portanto, as placas solares são os principais consumidores da energia na manufatura, visto que o equipamento necessita de diversos recursos, etapas e elementos químicos para a sua produção.

Pensando nisso, podemos considerar que nenhuma fonte de energia, ainda que renovável, está inteiramente livre de impactos ambientais. Ainda assim, a Avaliação do Ciclo de Vida tem como objetivo analisar os impactos ambientais causados aos painéis solares durante sua vida útil, logo, ela estuda a quantidade de material e energia utilizados pelo produto e a emissão de poluentes e resíduos durante a sua utilização. Desta forma, sua avaliação inicia-se na extração de matéria-prima até o fim de vida do produto, como a reciclagem ou reuso.

Ao final de sua vida útil, é recomendado que o consumidor faça o reaproveitamento dos equipamentos de energia solar, tais como placas solares, inversores e demais resíduos que não precisam ser desfeitos. No entanto, muitos optam pelo descarte desses materiais, contribuindo para o aumento dos impactos ambientais. Quando necessário, deve-se informar em cada país o método mais adequado para a realização do descarte dos equipamentos a fim de garantir segurança à população e ao meio ambiente. Além disso, existem resíduos, como os radioativos, que não possuem um método de descarte sem riscos por serem contaminantes.

Ao construir uma usina fotovoltaica, a região de instalação estará comprometida a partir de alterações da fauna, como o processo de reprodução, perda de habitat natural e alimentação, mudança dos padrões de movimentação. Há também outros riscos de degradação da área em questão como terraplanagem, retirada de cobertura vegetal e alteração dos níveis de lençol freático. Além disso, o impacto visual também será prejudicado pelo ofuscamento em vista da reflexão da luz solar sobre as placas solares instaladas. Ainda assim, as usinas fotovoltaicas

também causam o aumento temporário da densidade demográfica do local, produção de resíduos sólidos e líquidos, e até mesmo aumento da especulação imobiliária.

2. 4 RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012

Norma regulamentadora que autoriza a utilização e instalação de usinas fotovoltaicas no Brasil, ela foi criada e administrada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

A ANEEL no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no art. 4º, inciso XX, Anexo I, do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, no Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, o que consta no Processo nº 48500.004924/2010-51, pronuncia:

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I – microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (Redação dada pela REN ANEEL 786, de 17.10.2017)

Toda regra na instalação de projetos fotovoltaicos se enquadra nesta resolução para aprovação e atribuição de seus benefícios, ao consumidor final.

Toda regra na instalação de projetos fotovoltaicos se enquadra nesta resolução para aprovação e atribuição de seus benefícios ao consumidor final.

3 METODOLOGIA

A pesquisa se caracterizou com um estudo de caso, com caráter exploratório-descritivo. Segundo Gonsalves (2011), estudo de caso é um tipo de pesquisa que atua em um caso particular suficiente para a análise de um fenômeno objetivando colaborar na tomada de decisão sobre o problema estudado. O estudo de caso utiliza métodos diferenciados de procedimentos e coleta de dados. Assim, para a realização proposta foram levantados os seguintes dados e/ou informações indicados abaixo:

- Coletas de dados com os administradores da instituição relacionado ao consumo energético, informações em sua UC 5/1787480-1;
- Estudos climáticos de radiação e impactos ambientais que podem ser gerados no instituto na cidade de Guarabira;
- Elaboração de dados para o estudo econômico e ambiental.

Com base nos dados coletados foi possível subsidiar a implantação da proposta a ser apresentada ao instituto bem como o gráfico para o dimensionamento do projeto com sua unidade de medida Kwh/ mês, trazendo a ideia de implantação de um sistema fotovoltaico e mostrando principalmente os benefícios para instituição relacionando meio ambiente e economia.

A área de estudo foi no IFPB – Campus Guarabira, localizado na cidade de Guarabira - PB. O campus atende o ensino integrado (Contabilidade, Edificações e Informática). Superior em Gestão Comercial e Sistema de Internet.

Com os dados de consumo de energia através de U/C - unidade consumida (Figura 08), recebido via e-mail levando em consideração o consumo médio mensal da instituição que gira em torno de 18 mil reais mensais, utilizamos uma tabela de cálculo de autoria própria (Figura 09), para dimensionamento do gerador fotovoltaico.

Figura 08 – Unidade consumidora IFPB – Campus Guarabira

CCl	Descrição	Quantidade	Tarifa a/ Tributos	Tarifa c/ Tributos	Valor Total (R\$)	Base Calc. ICMS (R\$)	Aliq. ICMS (%)	ICMS (R\$)	Base Calc. PIS (R\$)	PIS (R\$)	COFINS (R\$)
0601	Consumo em kWh - Ponta	2.378,000	1,942220	2,682690	6.308,10	6.308,10	25	1.577,52	6.308,10	62,48	287,80
0601	Consumo em kWh - Fora Ponta	19.588,000	0,301340	0,433900	8.503,82	8.503,82	25	2.125,95	8.503,82	84,23	387,97
0602	Demandas de Potência Média - Fora Ponta	98,400	19,140000	27,560540	2.711,95	2.711,95	25	677,99	2.711,95	26,86	123,73
0602	Demandas Potência Não Consumida - F Ponta	1,600	19,140000	20,265310	32,42	0,00	0	0,00	32,42	0,32	1,48
LANÇAMENTOS E SERVIÇOS											
0807	CONTRIBUIÇÃO ILUM PUBLICA				78,82	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0804	JURISDIÇÃO DE MORA 12/2018				14,47	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0805	MULTA 12/2018				289,49	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	IMPOSTO RENDA (-) 02/2019				-324,06	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	CONTRIBUIÇÃO SOCIAL (-) 02/2019				-178,60	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	COFINS (-) 02/2019				-535,80	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	PIS/PASEP (-) 02/2019				-116,09	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Total:					16.784,32	17.523,87	4.360,98	17.556,29	173,89	800,98	

FONTE: IFPB GUARABIRA, 2019

Figura 09 – Tabela de Dimensionamento SFCR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Dimensionamento de SFCR													
2														
3	Análise Preliminar de Projeto								MÓDULO FV					
4														
5	Média de Consumo dos Últimos Meses (kWh)						19000		MÓDULO SOLAR Q. PEAK L-G5.0.G. Q.ANTUM 355-530					
6	Custo de Disponibilidade (kWh/mês)						0,82							
7	Energia de Compensação (kWh/mês)						18999,18		CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS					
8	Energia de Compensação Diária (kWh/dia)						633,4		CLASSE DE POTÊNCIA (W) 530					
9	Horas de Sol Pico (CRESESB/SWERA) (kWh/m²/dia)						5,240833		DESEMPENHO MÍNIMO STC (TOL. DE POTÊNCIA DE +5W / -0W)					
10	Ppico Ideal do GEF (kWp)						120,859		Pmpp [W] 370					
11	Ppico do Módulo FV Utilizado (Wp)						530		Isc [A] 9,81					
12	Quantidade Preliminar de Módulos FV (Nm)						229		Voc [V] 48,45					
13	Ppico do GEF (kWp)						121,370		Impp [A] 9,35					
14									Vmpp [V] 39,59					
15									γ 0,19					
16	COEFICIENTES DE TEMPERATURA													
17	Coeficientes de Temp. de Isc [%/K]												0,04	
18	Coeficientes de Temp. de Pmpp [%/K]												-0,39	
19	Coeficientes de Temp. de Voc [%/K]												-0,28	
20	Temp. Nom. de Funcionamento [°C]												43 ± 3	
21	Coeficientes de Temp. de Vmpp [%/K]												-0,39	
22	PROPRIEDADES PARA DESIGN DE SISTEMA													
23	Temp. Mínima de Funcionamento [°C]												-40	
24	Temp. Máxima de Funcionamento [°C]												85	
25	Corrente Máx. por Fusíveis em Série [A]												20	
26	Tensão Máxima do Sistema [V]													

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2021

Para o cálculo do projeto leva-se em consideração o ambiente a ser instalado, a irradiação gerada no ambiente, conforme dados fornecidos pelo site da CRESESB ou pelo RADIASOL (Figura 10).

Figura 10 – CRESESB



FONTE: CEPEL CRESESB, 2021

Assim como a orientação e posicionamento do telhado ou do solo e características dos equipamentos buscando a melhor eficiência possível do kit gerador, relacionando economia e meio ambiente e tendo como base fotos geográficas do instituto (Figura 11).

Figura 11 – Imagem geral IFPB via satélite



FONTE: WWW.GOOGLE.COM, 2021

A utilização do próprio telhado dos prédios já existente e de extrema importância para implantação desde projeto, assim como a criação de uma estrutura de ficção dos módulos no próprio estacionamento da instituição protegendo os veículos de sol e chuva na localidade, com propósito de reduzir o impacto ambiental utilizando a estrutura já existente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para aplicação dos resultados, verificou-se o valor de consumo médio mensal, dados descritos em sua U/C. A análise do ambiente a ser instalado o kit gerador fotovoltaico, levando em consideração todos os aspectos de radiação do ambiente, resultado retirado do site da CRESESB, perda de eficiência de equipamento no decorrer do tempo, perda de sombreamento e sujeira dos módulos, perda de acoplamento dos componentes, perda de potência por temperatura, perda no posicionamento dos módulos, perdas por nuvens dentre outros fatores, todas essas perdas leva-se em consideração 20% quando se calcula o projeto, mesmo assim conseguiu se obter uma economia (Figura 09) aumentando a potência do inversor e números de placas no circuito. Essa economia é clara, como a média mensal de consumo é de R\$ 18.000, e a anual e de R\$ 216 mil, eliminando essas perdas na geração levando em consideração o que se pode fazer perante a resolução normativa obtivemos uma economia de 95% passando a ser R\$ 900,00 mensais a média de consumo com sistema em operação, economia anual de R\$ 205.200, pagando o investimento de capital no seu primeiro ano de geração, (Figura 12) tendo como base os valores dos equipamento a cotação do dólar do mês de Outubro conforme tabela dos distribuidores nacionais:

Figura 12 – Tabela orçamentaria

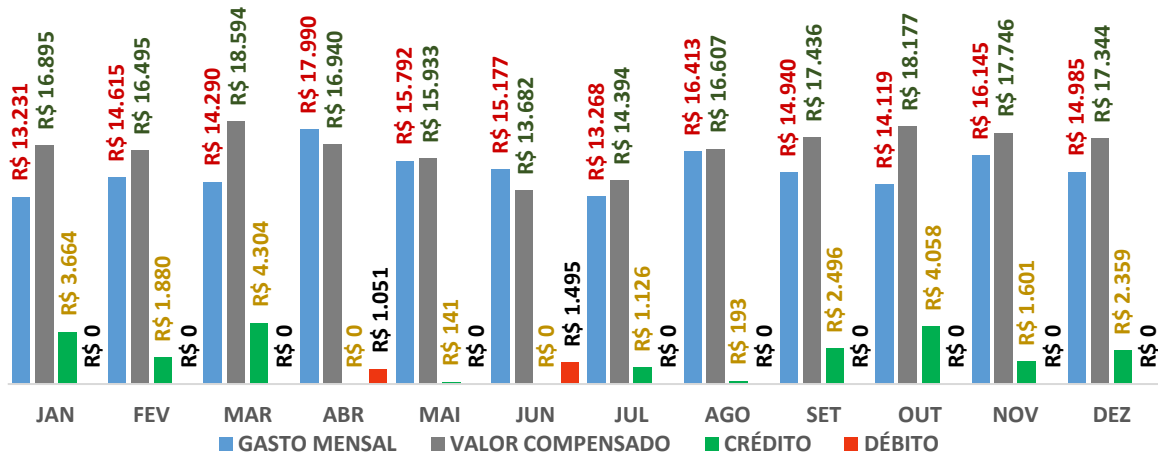
DESCRIÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	QUANTIDADE	VALOR
INVERSOR GROWATT ON GRID MIC10000TL-X (INMETRO 006599/2019)	2	R\$ 89.300,00
MODULO JINKO JKM460M-60HL4-V 460W TIGER (INMETRO 000696/2020)	40	
ESTRUTURA DE FIXAÇÃO PARA TELHADO CERÂMICO E MATERIAL COMPLEMENTARES	1	
PROJETO EXECUTIVO	1	
ANALISE DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)		
INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO		
HOLOGAÇÃO		
MONITORAMENTO ON-LINE DA GERAÇÃO		
ADEQUAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA		
MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO PRIMEIRO ANO DA INSTALAÇÃO		
TOTAL		R\$ 89.300,00

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2021

A utilização do espaço civil já instalado com instalação em telhado ou em forma de estacionamento com os modulo sobre a área instalada, proporcionará a menor degradação possível ao meio ambiente chegando a zero, a instituição oferece espaço suficiente para instalação dos módulos fotovoltaicos que venha atender toda a necessidade energética consumida mensalmente.

Feito todo esse estudo chegou-se ao resultado mostrados no gráfico (Figura 13).

Figura 13 – Gráfico de geração real



FONTE: AUTORIA PRÓRIA,2021

Economia de 95% de sua conta de luz mensalmente (Figura 14), passando a produzir sua própria energia e gerando aplicação de conhecimento para todo o grupo estudantil da instituição, diminuindo a emissão de gases na atmosfera e contribuindo diretamente com o meio ambiente ao seu redor.

Figura 14 – Tabela dos resultados econômicos

IFPB - GUARABIRA			
SISTEMA EM TELHA CERÂMICA 40 PLACAS			
SISTEMA FOTOVOLTAICO	QUANTIDADE	VALOR POR PLACA	VALOR R\$
PLACAS	40	R\$ 1.000,00	R\$ 40.000,00
INVERSOR	2	R\$ 10.000,00	R\$ 20.000,00
STRING/CIRCUITO	2	R\$ 2.800,00	R\$ 5.600,00
ESTRUTURA DE FIXAÇÃO	4	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
CABEAMENTO	200	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA	4	R\$ 12.700,00	R\$ 12.700,00
TOTAL DE GASTOS DO PROJETO			R\$ 89.300,00
RETORNO FINANCEIRO			
MÉDIA DE CONSUMO	MÊS	VALOR POR ANO	VALOR R\$ 25 ANOS
R\$ 18.000,00	12	R\$ 216.000,00	R\$ 5.400.000,00
ENERGIA FOTOVOLTAICA	MÊS	VALOR POR ANO	VALOR R\$ 25 ANOS
R\$ 900,00	12	R\$ 10.800,00	R\$ 270.000,00
VALOR ECONOMIZADO PELO IFPB - GBA NA VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO			R\$ 5.130.000,00

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA,2021

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreveu os impactos ambientais e econômico de um sistema solar fotovoltaico levando em consideração o Campus Guarabira a simulação dos gráficos econômicos levanta um ponto de observação, um sistema fotovoltaico de energia renovável buscando economia e preservação do meio ambiente, onde se desejava garantir a eficiência da geração de energia. Para tanto, foram utilizados Tabelas de cálculos, devido a seu estado complexo de elaboração.

O sistema fotovoltaico foi modelado considerando seu algoritmo de funcionamento onde se verifica as variações da potência fornecida pelo módulo fotovoltaico e, a partir dessa análise, determina-se o ciclo de trabalho do sistema fotovoltaico.

Foram levados em consideração diferentes aspectos, tais como tipo de telhado, radiação do local, posicionamento da estrutura a receber os módulos, padrão de entrada da concessionária e meio ambiente. O resultado mostrado obteve desempenho satisfatório do método, tendo em vista que diante do mercado inovador com a adequação do campus se adequar a este novo modelo de geração distribuída, visando sempre o meio ambiente e o poder econômico puxando o máximo de crescimento para um todo com cursos voltado a área fotovoltaica e desenvolvimento profissional da comunidade com novas oportunidades de trabalho.

Portanto, em termos gerais, o trabalho atingiu, de maneira satisfatória, seu objetivo principal trazer tecnologia economia e meio ambiente ao campus.

REFERÊNCIAS

BRAGA, D. C. **Modelagem e Estimação dos Parâmetros de um Módulo Fotovoltaico**. 2008. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil, 2008.

CASTRO, Rui. M. G. **Introdução à energia fotovoltaica**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, DEEC/Secção de Energia, Energias Renováveis e Produção Descentralizada, 2004. 48 p.

CEPEL – CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E ÉOLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. Manual de engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 1999. 204p.

CERAGIOLI, P. C. **Manual de energia solar fotovoltaica**. Disponível em: <<http://rf.com.br/sites/rf.com.br/files/docs/SolarMan97.pdf>.1997>. Acesso em: 3 mar. 2019.

CNN. **Crise hídrica deve se arrastar até 2022, mesmo com chuvas, diz especialista**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/crise-hidrica-deve-se-arrastar-ate-2022-mesmo-com-chuvas-diz-especialista/>> Acesso em: 15 out. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. DEA 19/14. **Inserção da geração fotovoltaica distribuída no Brasil – condicionantes e impactos**. 2014. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2019%20%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADa%20no%20Brasil%20%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20\(Revisada\).pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2019%20%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADa%20no%20Brasil%20%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20(Revisada).pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2021.

GALDINO, Marco Antônio; PINTO, João Tavares. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL; CRESESB, 2014.

General Energy. **Energia solar**. [s.l.]: General Energy, 2017. Disponível em: <<https://www.general-energy.com.br/energia-solar>>. Acesso em: 7 mar. 2021.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre a iniciação científica**. 5. Ed. Campinas: Editora Alínea, 2011.

IZIDORO, O. C. **Estudo do panorama nacional para sistemas fotovoltaicos conectados à rede após a resolução 482/2012 da ANEEL**. 2015. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2019. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: Inpe, 2017. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf>. 80p. Acesso em: 16 abr. 2021.

Portal Solar. **Energia Solar Fotovoltaica: Impactos Ambientais**. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-impactos-ambientais>> Acesso em: 15 out. 2021.

SABIAC. Eficiência Energética. Disponível em: <https://www.sabic.com/en/pt/collaboration/trend/energyefficiency?gclid=CjwKCAjwqcKFBhAhEiwAfEr7zdFuaTqtwnADkAnT8VVcbdhb2tcFjeoVJKmhAtswUKjPWz0qhxWUbxoCFGkQAvD_BwE>. Acesso em: 15 out. 2021.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Fundo de Aval às Micro e Pequenas Empresas**. Brasília: Sebrae, 2017a. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/ferramenta-facilita-acesso-ao-credito-para-os-pequenos-negocios,ac58742e7e294410VgnVCM2000003c74010aRCRD>>. Acesso em: 14 abr. 2021.