



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS – CMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO – DCETI
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

MAYKE ISRAEL ARAUJO DANTAS

**EXPERIMENTO COM PAINEL FOTOVOLTAICO PARA AVALIAÇÃO DO
POTENCIAL SOLAR NO MUNICÍPIO DE ASSU-RN**

ANGICOS/RN

2019

MAYKE ISRAEL ARAUJO DANTAS

**EXPERIMENTO COM PAINEL FOTOVOLTAICO PARA AVALIAÇÃO DO
POTENCIAL SOLAR NO MUNICÍPIO DE ASSU-RN.**

Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador: Marcos Vinícius Cândido
Henriques

ANGICOS/RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D192e Dantas, Mayke israel Araujo.
EXPERIMENTO COM PAINEL FOTOVOLTAICO PARA
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL SOLAR NO MUNICÍPIO DE ASSU-
RN. / Mayke israel Araujo Dantas. - 2019.
39 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Cândido Henriques.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Energia Solar. 2. Paineis fotovoltaicos. 3.
Temperatura. 4. Potencial solar. I. Henriques,
Marcos Vinicius Cândido, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

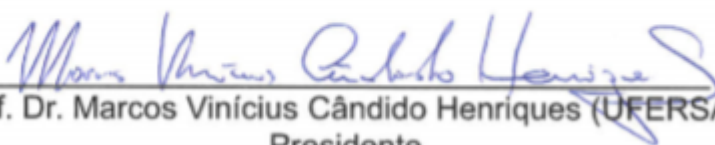
MAYKE ISRAEL ARAUJO DANTAS

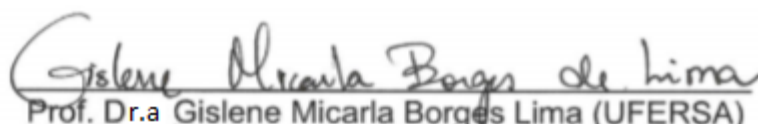
**EXPERIMENTO COM PAINEL FOTOVOLTAICO PARA AVALIAÇÃO DO
POTENCIAL SOLAR NO MUNICÍPIO DE ASSU-RN.**

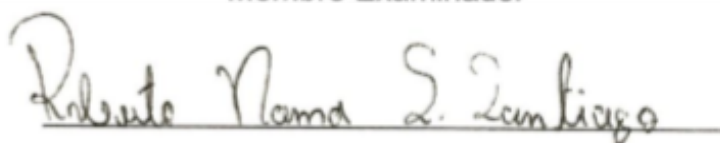
Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 20 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Vinícius Cândido Henriques (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr.ª Gislene Micarla Borges Lima (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Roberto Namor Silva Santiago - UFERSA
Membro Examinador

ANGICOS/RN

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais.

Aos meus amigos de faculdade que sempre estiveram me apoiando.

A o orientador Marcos Vinicius Candido Henriques que me aceitou como orientando, me auxiliando para a criação do presente trabalho.

Agradeço a banca examinadora por se disponibilizar a me avaliar no trabalho de conclusão de curso em bacharelado em ciência e tecnologia.

A todas as pessoas envolvidas na minha vida acadêmica.

RESUMO

Com a chamada crise do petróleo em 1970, deu-se início a corrida tecnológica para encontrar fontes de energias alternativas para diminuir a grande dependência que existia das fontes de combustíveis fósseis, que eram responsáveis por praticamente toda matriz energética mundial da época. Com essa busca sendo escoltada pela tecnologia surgiu várias fontes renováveis de energia mas uma em especial tem chamado a atenção da comunidade acadêmica e dos grandes investidores da área da energia, a energia solar que é utilizada para aquecimento e também para geração de energia elétrica foi uma área que recebeu muito investimento nos últimos anos. Este trabalho tem como intenção apresentar conceitos básicos sobre a tecnologia fotovoltaica, assim como sua história, e usando um painel solar com capacidade de 10 W de potência, coletar dados referentes a potência, voltagem e corrente elétrica, para assim poder estimar um possível potencial solar na cidade de Assu-RN. Constatou-se que o número de dias de coleta de dados foram insuficiente para se ter plena certeza do potencial solar na cidade de Assu-RN.

Palavras-chave: Energia Solar, Painel Fotovoltaico, Temperatura, Potencial solar.

ABSTRACT

With the so-called oil crisis in 1970, it started the technological race for find fonts of alternative energies to decrease the great dependence that existed of fossil fuels, who were responsible by practically all global energy matrix of the time. With this search being escorted by technology several renewable energy sources but one in particular caught the eye the academic community and large investors of the energy sector, the solar energy that is used for heating and also for electricity generation was an area that received a lot of investment in recent years. This paper intends to present basic concepts about photovoltaic technology, as well as its history, and using a solar panel with capacity of 10 W of power, Collect electric power data, voltage and electric current, in order to estimate an apparent solar potential In the city of Assu-RN. It was verified that the number of days of data collection was insufficient to be totally certain of the solar potential in the city of Assu-RN.

Keywords: wind energy, Photovoltaic Panel,; Temperature, Solar potential.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Consumo de energia por tipo no mundo.....	13
Figura 2	– Capacidade instalada e geração distribuída (MW).....	14
Figura 3	– Estrutura de um painel fotovoltaico.....	21
Figura 4	– Painel fotovoltaico utilizado nas medições.....	22
Figura 5	– Multímetro utilizado nas medições.....	23
Figura 6	– Resistor de potência de 15,5 Ohms usado nas medições.....	23
Figura 7	– Leiaute de circuito utilizado para medir voltagem.....	24
Figura 8	– Leiaute de circuito utilizado para medir corrente.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Variação da potência máxima durante os dias de coleta.....	33
Gráfico 2	–	Variação da corrente máxima durante os dias de coleta.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Dados do primeiro dia de coleta.....	26
Tabela 2	– Dados do segundo dia de coleta.....	26
Tabela 3	– Dados do terceiro dia de coleta.....	27
Tabela 4	– Dados do quarto dia de coleta.....	27
Tabela 5	– Dados do quinto dia de coleta.....	28
Tabela 6	Dados do sexto dia de coleta.....	28
Tabela 7	Dados do sétimo dia de coleta.....	29
Tabela 8	Dados do oitavo dia de coleta.....	29
Tabela 9	Dados do nono dia de coleta.....	30
Tabela 10	Dados do décimo dia de coleta.....	30
Tabela 11	Incidências máximas de coleta.....	31
Tabela 12	Média de incidências máximas.....	34

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo		Definição
V	volt	Unidade de tensão elétrica
W	watts	Unidade de potência
A	ampére	Unidade de corrente elétrica
Ω	ohm	Unidade de resistência elétrica
GW	giga watts	Unidade de potência
MW	mega watts	Unidade de potência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Considerações iniciais.....	12
1.2	Problema.....	12
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivos Gerais.....	16
1.3.2	Objetivos Específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Histórico da energia solar	17
2.2	Mercado mundial de energia solar.....	19
2.3	Mercado brasileiro de energia solar.....	20
2.4	RADIAÇÃO SOLAR.....	20
2.5	Componentes de um painel fotovoltaico.....	20
2.6	Tipos de painéis fotovoltaicos.....	21
3	METODOLOGIA.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
6	REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos anos 70 ocorria um estado de caos monetário internacional que ganhou força com choque petrolífero entre 1973 e 1979, esses acontecimentos foram os responsáveis pela crise econômica dos anos 70, congelando os níveis de crescimento nos países industrializados. Isso fez evidenciar que, como energia tem impacto direto na economia, os países perceberam que não podiam mais depender apenas de uma única fonte, pois isso deixava a economia muito exposta e potencialmente abalável. A partir desse momento, deu-se início a uma busca por energia que não mais fosse derivada dos combustíveis fósseis. Assim, surgiu uma diversificação da matriz energética, gerando uma estabilidade econômica mais sólida e manter os níveis energéticos mais estáveis e eficientes (SOUSA, Rainer, Brasil escola, 2019).

As hoje conhecidas como energias renováveis já existiam há muito tempo, porém durante a década de 70 foi quando começaram a receber mais atenção e investimentos dos grandes países. A partir desse momento, com as grandes nações tendo em mente que precisavam diversificar suas matrizes energéticas, surgiram várias outras maneiras de se gerar energia elétrica. Podemos elencar dentre elas a solar, que utiliza energia do sol para gerar energia elétrica, a heliotérmica, que utiliza a luz solar para aquecer um fluido que será utilizado em uma termelétrica, a eólica que se apropria da força dos ventos para gerar eletricidade, a de biomassa que tem origem na queima de plantas como o bagaço de cana-de-açúcar (BALFOUR, 2016).

Os países, movidos pelo medo da dependência petrolífera que já tinha trago prejuízos enormes, conseguiram de maneira indireta ajudar o próprio ambiente. Com a inclusão das novas formas de se produzir energia elétrica, diminuiu a percentagem referente às provenientes de combustíveis fósseis no consumo total de energia gerada.

Abaixo temos a figura 1 que mostra o consumo mundial de energia por tipo, nos anos de 1973 e 2010. Note que existe um aumento de 9,6% nas energias renováveis e um decréscimo do mesmo valor nas energias não renováveis derivadas do petróleo.

Figura 1: Consumo de energia por tipo no mundo

CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO NO MUNDO		
TIPO	1973	2010
Renováveis	24,2%	33,8%
Não Renováveis	75,8%	66,2%

Fonte: Agência Internacional de Energia

1.2 PROBLEMA

O consumo de energia tem crescido junto com os níveis populacionais, somos quase 7,5 bilhões de pessoas no mundo, com isso a demanda de energia tem aumentado muito rápido, para atender a essa demanda e diminuir impactos ambientais ocasionados pela poluição, gerada pela liberação de compostos que tem sua origem na queima de combustíveis fósseis, com esse intuito as energias renováveis vêm ganhando força e investimento que vem tornando-as mais acessíveis do que nunca foi antes.

A energia solar vem se destacando cada vez mais e ganhando mais espaço e credibilidade por se mostrar eficiente e pela simplicidade nas construções de suas usinas, na manutenção e operação de uso e disponibilidade. Uma das vantagens da energia solar é a não liberação de resíduos nem poluentes durante a geração de energia elétrica, uma de suas

desvantagens é que sua produtividade cai para valores insignificantes durante a noite.

Embora o governo brasileiro tenha planos para aumentar a porcentagem de instalações e geração de energia por meio de energias renováveis, o relatório do Balanço Energético Nacional (BEN) realizado entre 2015 e 2016, mostrou que a parcela de energia solar na matriz energética brasileira ainda ocupava uma pequena parcela de 0,01% segundo o Balanço Energético Nacional.

Figura 2: Capacidade instalada e geração distribuída (MW)

BEN 2016		
Capacidade Instalada – Geração Distribuída (MW)		
Fonte	2015	2016
Hidráulica	0,8	4,4
Térmica	2,3	11,0
Eólica	0,1	0,2
Solar	13,3	56,9
Capacidade disponível	16,5	72,5

Fonte: Agência Internacional de Energia

Desta forma mesmo com apoio de programas do governo, aliado a financiamentos para estimular o aumento de método baseados em fontes renováveis de produção de energia elétrica no Brasil, pode-se perguntar: Teriam cidades do interior do nordeste, tais como Assú, um bom potencial para a implantação de usinas solares?. Para responder essa questão foi feita a coleta de dados na cidade de Assu-RN.

Como a energia solar consegue fazer uma diversificação na matriz energética além de ser uma fonte inesgotável do ponto de vista humano, renovável e apresentar baixo custo de manutenção, ela vem despertando interesses tanto econômicos quanto ambientais para grandes as potências e países subdesenvolvidos. Mas, como é uma nova tecnologia, ainda é necessário um aperfeiçoamento e melhorias para um aproveitamento realmente eficiente de suas capacidades. Para isso, faz-se necessário uma ampla divulgação sobre como funcionam os painéis fotovoltaicos, e como funciona a tecnologia por trás desse equipamento.

Dessa forma, este trabalho busca servir como um banco de informações sobre o potencial solar na cidade de Assú/RN, assim como explicar como funciona a tecnologia fotovoltaica.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo sobre um possível potencial solar localizado na cidade de Assú/RN, utilizando dados colhidos na mesma e fazendo uma análise com horários do dia e relacionando com a potência gerada por um painel fotovoltaico de capacidade de 10 Watts de potência.

1.4.2 Objetivos Específicos

O estudo se propõe a:

1. Aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia.
2. Explicar o funcionamento da tecnologia fotovoltaica assim como um pouco de sua história e desenvolvimento.
- 3 .Utilizar um painel fotovoltaico.
4. Estimar a potência gerada em horários variáveis do dia.
5. Analisar um possível padrão ou potencial relacionado a cidade de Assú/RN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a história da energia solar e como essa tecnologia se desenvolveu e ainda se desenvolve no Brasil e no mundo, também apresentar conceitos que serão importantes para o entendimento do funcionamento de painéis solares e o efeito fotovoltaico, responsável por transformar energia solar, ou seja, o calor e radiação do sol em energia elétrica.

2.1 Histórico da energia Solar

A energia do sol já é utilizada pelo homem há muito tempo. A luz solar é a causa de toda a vida na terra; ela é responsável por manter água em estado líquido, fornecer as condições de fotossíntese para as plantas e calor ideal para a proliferação da vida como a conhecemos hoje na Terra. O uso da luz solar para geração de energia elétrica é recente e é basicamente dividida em duas tecnologias: a fotovoltaica e a heliotérmica. (BALFOUR, John 2016).

A tecnologia fotovoltaica tem como característica a conversão direta de energia solar em energia elétrica. A heliotérmica utiliza a luz solar para aquecer fluidos e com o avanço da arquitetura até mesmo proporcionar um aquecimento interno tanto em residências quanto em indústrias que precisam de calor para que suas máquinas funcionem. Um exemplo é o uso da energia heliotérmica em termelétricas. Porém, este trabalho tem foco na tecnologia fotovoltaica.

Em 1767, Horace Benedict construiu o primeiro coletor solar feito de madeira e vidro. Esse foi um grande avanço pois, a partir de então, tornou-se possível armazenar e utilizar de alguma forma a energia irradiada pelo sol (SOF SOL, 2018).

Os sistemas fotovoltaicos surgiram algumas décadas mais tarde, em 1839, quando um jovem cientista de apenas 19 anos colocou em um líquido condutor duas placas de latão. Entrando a luz em contato com as placas, ele

percebeu que foi gerada uma pequena corrente elétrica. O nome desse jovem era Alexandre-Edmond Becquerel e essa foi a primeira constatação de que a luz solar, ao incidir em certos materiais, poderia gerar corrente elétrica. Esse processo ficou conhecido como efeito fotovoltaico, e foi posteriormente estudado e explicado por Albert Einstein, auxiliando o início do desenvolvimento dessa tecnologia (BALFOUR, John 2016).

Depois de se passarem trinta e quatro anos do descobrimento do efeito fotovoltaico foi que o cientista britânico Willoughby Smith percebeu que o elemento selênio reagia à luz. Sete anos mais tarde, em 1880, o inventor Charles Fritts construiria a primeira célula solar de selênio, que era capaz de gerar energia de forma muito mais eficiente como nunca tinha acontecido nas pesquisas dessa área (BALFOUR, John 2016).

As primeiras células solares só apareceram depois de 1954. Porém, essas apresentavam um preço muito elevado, fazendo com essa tecnologia não fosse tão atraente naquele momento. Ficando estagnada até a década de 70, com a crise petrolífera e a necessidade de uma diversificação da matriz energética mundial, logo usou-se uma descoberta feita em 1950 para conseguir baratear a tecnologia fotovoltaica. Cientistas dos laboratórios Bell, depois de muitas tentativas e estudo sobre as características do silício, descobriram que ao submetê-lo a um processo de dopagem¹ com impurezas ele se tornava responsivo à luz, de maneira que, quando a luz solar atingia-o, seus elétrons separavam-se de seus átomos e moviam-se. Essa descoberta foi crucial para o avanço da tecnologia solar, pois foi responsável pelo barateamento dos painéis fotovoltaicos, uma vez que o silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre (BALFOUR, John 2016).

Na mesma década de 70 os Estados Unidos criaram o Instituto Pesquisa de Energia Solar, com intuito de incentivar as pesquisas na área da energia solar e estudar diferentes usos dessa energia. Em 1981 o americano Paul MacCready construiu o primeiro avião movido a energia solar, com 1600

¹ **Dopagem** é um procedimento que é feito a adição de impurezas químicas a um elemento semicondutor para transformá-lo num elemento mais condutor, porém, de forma controlada.

células fotovoltaicas nas asas e em 1982 foi criado o primeiro carro movido a energia solar, desenvolvido na Austrália (SUA ENERGIA SOLAR, 2017).

Atualmente, a tecnologia FV tem se tornado cada vez mais popular e mais rentável para gerar energia elétrica, e vem recebendo investimentos de vários países como a Alemanha, Suécia e China. Estes países já tem metas estabelecidas para fazer uma intensificação de investimento na área de energias renováveis e fazer uma drástica diminuição do uso dos combustíveis fósseis, que atualmente correspondem a aproximadamente 70% da matriz energética mundial (PENA, 2016).

2.2 Mercado Mundial de Energia Solar

O mercado de energia solar tem andado muito competitivo desde 2017 com a China assumindo o primeiro lugar no ranking com 131 GW de potência injetada na rede elétrica, seguida pelos Estados Unidos com 59 GW e Japão com GW. A soma de energia produzida por esses três países chega a incríveis valores de 231 GW de potência. Já o ranking de países que mais investiram em energia solar em 2017 tem a China em primeiro, EUA em segundo lugar e Índia em terceiro.(PORTAL SOLAR, 2018)

2.3 Mercado Brasileiro de Energia Solar

O Brasil, em 2017, ficou em décimo lugar no ranking de países que mais investem no crescimento de energia solar no mundo. Esses são resultados significativos do crescimento da tecnologia fotovoltaica no Brasil, porém a matriz energética brasileira ainda tem como sua maior fonte a hídrica (responsável por 60,7%). Para construir uma hidrelétrica é necessário uma represa em um rio para gerar potencial de geração elétrica. Os impactos ambientais são ocasionados por esse represamento dos rios, alagando grandes áreas no leito do rio e destruindo o habitat de espécies nativas animais, plantas e até mesmo realocação de povos indígenas para outras áreas. Por esse motivo e também pelo recém barateamento dos custos de

implantação de usinas fotovoltaicas o Brasil tem avançado com a implementação da energia fotovoltaica. (PORTAL SOLAR, 2018)

O Brasil também conta com outros métodos de geração de energia como biomassa, eólica, carvão mineral, gás natural, petróleo, nuclear, solar e até mesmo importação de energia. Apesar da grande parte da energia consumida no nosso país ser proveniente de fontes hídricas, existe um empenho por parte de universidades, centros acadêmicos e empresários do ramo da energia solar a fim de alavancar o mercado no Brasil. E número de empresas que fornecem o serviço de implantação de placas solares e o número de empresas e pessoas físicas aderindo a essa nova tecnologia tem crescido a cada dia em nosso país.

3 RADIAÇÃO SOLAR

Radiação solar é a energia radiante emitida pelo sol, especificamente na forma de ondas eletromagnéticas. Ao chegar na atmosfera terrestre a radiação solar perde algo entre 60% a 65% de sua potência. A utilização dessa radiação não é constante, já que está sujeita ao tempo e ao local, principalmente durante a noite, quando os índices de radiação caem significativamente. Outro fator importante que tem influência sobre a radiação solar são os movimentos de translação da Terra; os índices de radiação solar mais fortes ocorrem com influência da inclinação terrestre fazendo com que as regiões próximas da linha do equador apresentem uma variação bem menor de irradiância, desta forma recebendo mais energia ao longo do ano (EPE, 2016).

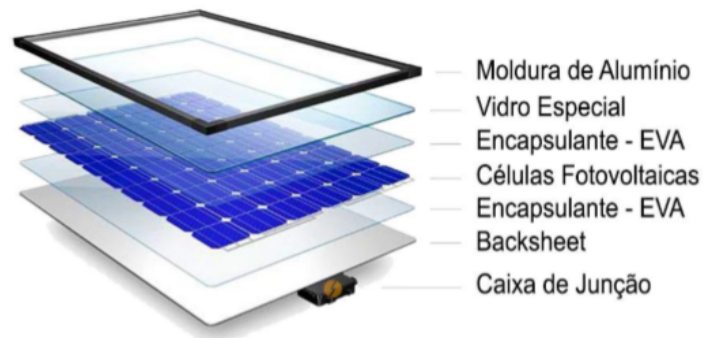
4 COMPONENTES DE UM PAINEL FOTOVOLTAICO

Os módulos fotovoltaicos são os responsáveis pela conversão de radiação solar em energia elétrica, dessa forma devem ser construídos com materiais de qualidade para que possam suportar altas temperaturas e ter a durabilidade prevista em projeto.

As partes que compõem um módulo são: o vidro especial encapsulante, com resistência a altas temperaturas, caixa de junção, células solares e

backsheet. A figura 3 mostra como essas partes estão dispostas para montagem.

Figura 3: Estrutura de um painel fotovoltaico



Fonte: Portal solar 2017

Cada célula é cuidadosamente ligadas em série, e são conectadas usando uma faixa condutora muito fina. Essa tira é tecida de cima para baixo, para que garanta que todas as células estejam ligadas., criando assim, um circuito. as células são cobertas por uma lâmina de vidro temperado tratada com uma substância antiaderente e antirreflexo, emoldurado usando quadro de alumínio. Por trás do módulo, existe uma caixa de junção, onde se tem conectores, que são usados para ligar os painéis em conjunto. (PORTAL SOLAR, 2017).

5 TIPOS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Existem basicamente três tipos de painéis fotovoltaicos que são mais utilizados:

- Painéis solares monocristalinos: São considerados os mais eficientes e feitos com células monocristalinas de silício, com elevado índice de pureza.
- Painéis solares policristalinos: São menos eficientes que os monocristalinos pois as células são formadas por diversos e não somente de cristal.

– Painéis de filme fino: São muito mais baratos e menos eficientes, o material fotovoltaico é depositado diretamente em uma superfície como metal ou vidro para formar painel.

3 METODOLOGIA

Para a medição da corrente e voltagem foi necessário o uso de um resistor de potência de $15,5 \Omega$, um multímetro digital Dt830b Gc power, um painel fotovoltaico genérico com capacidade máxima de 10 W de potência e a seleção aleatória de horários diurnos para a coleta dos dados.

-Painel fotovoltaico genérico com capacidade máxima de 10 W

Figura 4: Painel fotovoltaico utilizado nas medições



Fonte: Autoria própria

-Multímetro digital Dt830b Gc power

Figura 5: Multímetro utilizado nas medições



Fonte: Autoria própria

-Resistor de potência de 15,5 Ω

Figura 6: Resistor de potência de 15,5 Ohms usado nas medições

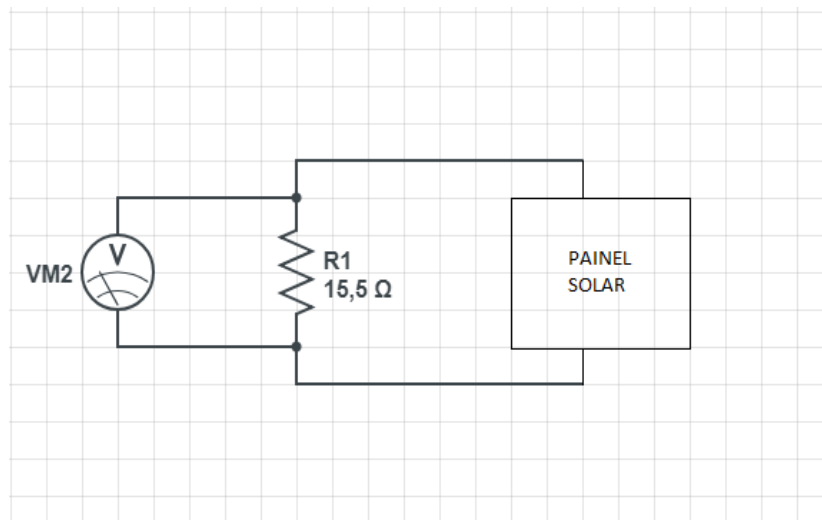


Fonte: Autoria própria

Os procedimentos da coleta de dados foram:

- 1) Escolher e anotar o horário que será feita a medição
- 2) Colocar a placa naquele horário anotado e usando a função voltímetro do multímetro para medir a voltagem usando a resistência de potência em paralelo com as pontas de prova do multímetro como mostrado na figura abaixo:

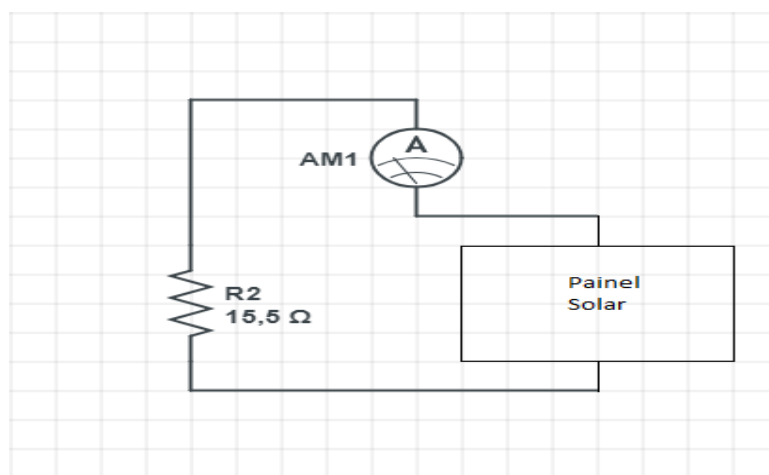
Figura 7: Leiaute de circuito utilizado para medir voltagem



Fonte: Autoria própria

- 3) Para medir a corrente foi necessário usar a função amperímetro do multímetro, alinhado as pontas de prova em série com a resistência de potência, representado abaixo:

Figura 8: Leiaute de circuito utilizado para medir corrente



Fonte: Autoria própria

- 4) Colocar esses dados em uma tabela para organizá los a fim de facilitar a análise de acordo com a hora que cada dado foi colhido.
- 5) Usando a fórmula $P = R.I^2$ encontrar a potência gerada pela placa de acordo com certos horários do dia.
- 6) Gerar gráficos para facilitar a análise visual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O período de coleta foram de 10 dias, abaixo estão as tabelas contendo todos os dados encontrados no nos dias de coletas.

A partir de todos os dados colhidos foi feito um levantamento de incidências máximas para a geração de gráficos de máxima potência e de máxima voltagem, variando também durante os dias de coleta. Para todos os dias de coleta foram colhidos dados referentes a voltagem, corrente e potência, relacionadas a horas do dia.

Abaixo temos todos os dados colhidos na tabela 1 a 10, contendo informações como a data de coleta dos dados, hora de coleta, voltagem, potência e corrente colhidas do painel referentes a todos os dias em que foram feitas essa verificação de dados em Assu-RN.

Primeiro dia de coleta de dados:

26/02/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:15:00 AM	0,39	19,43	2,35
9:15:00 AM	0,40	26,30	2,48
10:15:00 AM	0,42	27,50	2,73
11:15:00 AM	0,51	30,30	4,03
12:15:00 PM	0,63	44,60	6,15
1:15:00 PM	0,59	40,90	5,39
2:15:00 PM	0,49	36,34	3,72
3:15:00 PM	0,38	19,10	2,23
4:15:00 PM	0,36	18,40	2,00

Tabela:1

Segundo dia de coleta de dados:

27/02/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,37	18,9	2,12
10:20:00 AM	0,41	25,2	2,60
11:30:00 AM	0,49	36,5	3,72
12:30:00 PM	0,54	37,5	4,51
1:00:00 PM	0,49	36,2	3,72
2:20:00 PM	0,40	26,4	2,48
3:30:00 PM	0,39	20,2	2,35
4:10:00 PM	0,35	17,9	1,89
5:00:00 PM	0,30	17,3	1,39

Tabela:2

terceiro dia de coleta de dados:

01/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:20:00 AM	0,42	26,00	2,73
9:20:00 AM	0,45	28,40	3,13
10:30:00 AM	0,50	35,20	3,87
11:30:00 PM	0,54	37,00	4,51
12:00:00 PM	0,64	43,50	6,34
1:20:00 PM	0,30	17,50	1,39
2:30:00 PM	0,41	25,20	2,60
3:10:00 PM	0,35	17,90	1,89
4:00:00 PM	0,34	19,30	1,79

Tabela:3

Quarto dia de coleta de dados:

02/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:40:00 AM	0.41	25,40	2,60
9:20:00 AM	0,44	27,80	3,00
10:30:00 AM	0,51	36,30	4,03
11:30:00 PM	0,29	16,70	1,30
12:00:00 PM	0,43	27,00	2,86
1:30:00 PM	0,30	17,70	1,39
2:00:00 PM	0,53	37,00	4,35
3:00:00 PM	0,45	28,20	3,13
4:00:00 PM	0,33	18,40	1,68

Tabela:4

Quinto dia de coleta de dados:

03/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,29	16,40	1.30
9:30:00 AM	0,45	28,30	3.13
10:30:00 AM	0,31	16,80	1.48
11:00:00 PM	0,51	36,00	4.03
12:00:00 PM	0,42	27,80	2.73
1:20:00 PM	0,31	17,40	1.48
2:30:00 PM	chuva	chuva	chuva
3:10:00 PM	0,27	16,00	1.12
4:00:00 PM	0,30	18,00	1.39

Tabela:5

Sexto dia de coleta de dados:

04/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:00:00 AM	0,29	16,70	1,30
9:30:00 AM	chuva	chuva	chuva
10:30:00 AM	chuva	chuva	chuva
11:20:00 PM	0,33	18,70	1,68
12:00:00 PM	0,40	26,80	2,48
1:30:00 PM	0,32	17,90	1,58
2:40:00 PM	0,27	16,00	1,12
3:10:00 PM	chuva	chuva	chuva
4:00:00 PM	chuva	chuva	chuva

Tabela:6

Sétimo dia de coleta de dados:

05/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,30	17,90	1,39
9:30:00 AM	0,44	27,70	3,00
10:30:00 AM	0,31	18,20	1,48
11:00:00 PM	0,50	35,70	3,80
12:00:00 PM	0,65	44,70	6,54
1:20:00 PM	0,43	26,70	2,86
2:30:00 PM	0,31	18,30	1,48
3:10:00 PM	0,27	16,00	1,12
4:00:00 PM	0,30	18,00	1,39

Tabela:7

Oitavo dia de coleta de dados:

06/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,40	24,90	2,48
9:30:00 AM	0,43	27,00	2,86
10:30:00 AM	0,32	18,60	1,58
11:00:00 PM	0,49	35,20	3,72
12:00:00 PM	chuva	chuva	chuva
1:20:00 PM	0,43	26,70	2,86
2:30:00 PM	0,63	42,50	6,15
3:10:00 PM	0,30	19,30	1,39
4:00:00 PM	0,28	18,00	1,21

Tabela:8

Nono dia de coleta de dados:

07/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,39	24,00	2,35
9:30:00 AM	0,42	26,40	2,73
10:30:00 AM	0,33	19,00	1,68
11:00:00 PM	0,49	35,20	3,72
12:00:00 PM	0,32	18,60	1,58
1:20:00 PM	0,30	17,70	1,39
2:30:00 PM	0,28	16,60	1,21
3:10:00 PM	chuva	chuva	chuva
4:00:00 PM	chuva	chuva	chuva

Tabela:9

Décimo dia de coleta de dados:

08/03/2019

Hora	Corrente(A)	Voltagem (V)	Potência (W)
8:30:00 AM	0,40	25,20	2,48
9:30:00 AM	0,42	26,00	2,73
10:30:00 AM	0,46	33,00	3,27
11:30:00 PM	0,49	34,90	3,72
12:00:00 PM	0,33	19,20	1,68
1:20:00 PM	0,30	17,30	1,39
2:30:00 PM	chuva	chuva	chuva
3:10:00 PM	0,28	16,60	1,21
4:00:00 PM	chuva	chuva	chuva

Tabela:10

Os dados acima foram colhidos entre os dias 26/02/2019 até 08/03/2019 na cidade de Assu-RN com a intenção de fazer uma mensuração de um possível potencial solar nesta cidade. As marcações com a palavra chuva se refere a horários do dia em que os dados não puderam ser colhidos devido a chuva, que poderiam danificar os equipamentos de leitura.

A tabela 11 lista todas as incidências máximas de potência, corrente e voltagem durante o período de coleta de dados, essa tabela é muito importante por ter as incidências máximas ocorridas durante o trabalho.

Incidências máximas

DIA	HORA	Voltagem máxima (V)	Corrente máxima (A)	Potência máxima (W)
26/02/2019	12:15:00 PM	44,60	0,63	6,15
27/02/2019	12:00:00 PM	43,50	0,64	6,34
01/03/2019	2:00:00 PM	36,30	0,51	4,03
02/03/2019	10:30:00 AM	36,00	0,50	3,87
03/03/2019	12:00:00 AM	26,80	0,40	2,48
04/03/2019	12:00:00 AM	26,80	0,40	2,48
05/03/2019	12:00:00 AM	26,80	0,40	2,48
06/03/2019	1:20:00 PM	42,50	0,63	6,15
07/03/2019	11:00:00 PM	35,20	0,49	3,72
08/03/2019	11:30:00 PM	34,90	0,49	3,72

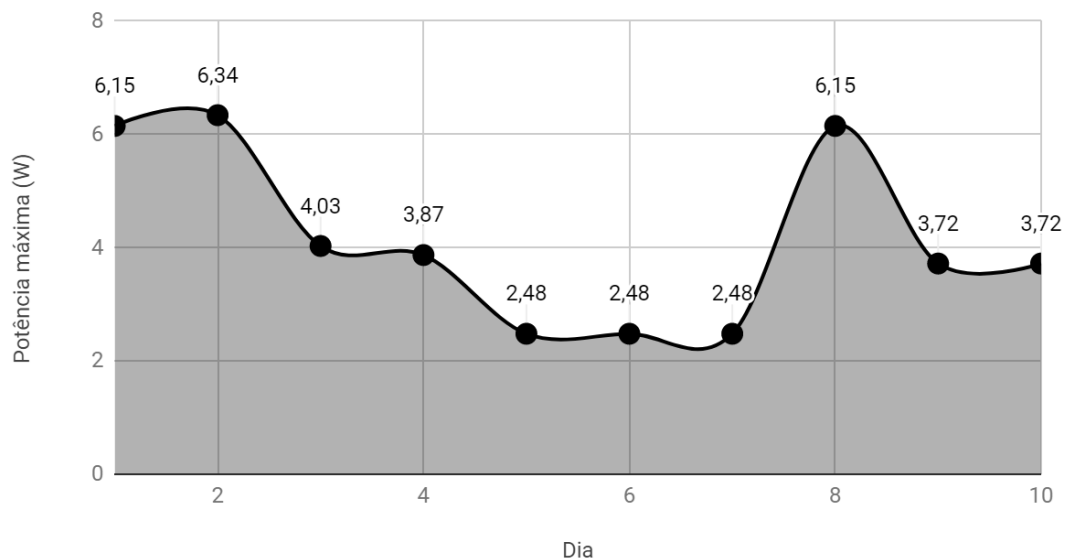
Tabela:11

Nos dias que houveram chuvas as incidências máximas de potência, voltagem e corrente tendem a ser menor do que os dias com sol constante, devemos levar em consideração que estamos passando pelo período de chuvas na região do vale do Assu-RN e isso faz com que a eficiência solar não seja máxima.

O gráfico 1 mostra a potência máxima variando em todo o período de coleta de dados:

Gráfico 1: Variação da potência máxima durante os dias de coleta

Potência máxima x Dia



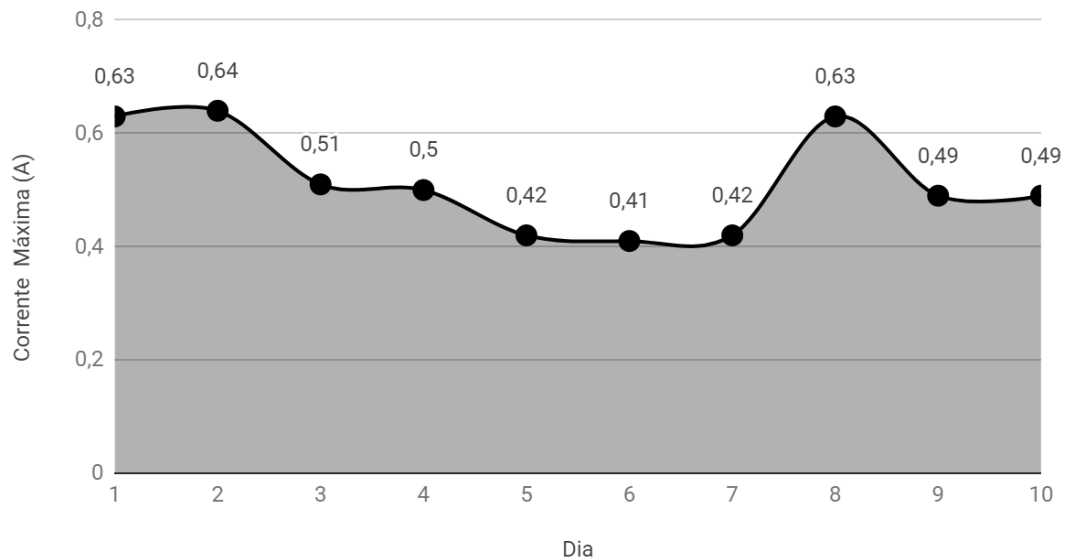
Fonte: Autoria Própria

No gráfico 1 mostrado acima pode-se notar que entre os dias três e sete a potência teve níveis muito baixos, isso se deve ao período de chuva, pois nesses dias o clima se manteve nublado e com muita neblina durante o dia, tal efeito climático tem influência na geração de energia solar e na eficiência dos painéis fotovoltaicos.

O gráfico 2 mostra a relação da corrente máxima variando a cada dia de coleta:

Gráfico 2: Variação da corrente máxima durante os dias de coleta

Corrente Máxima x Dia



Fonte: Autoria Própria

Observe que as curvas do gráfico 1 e 2 são muito parecidas, isso se dá porque a potência está diretamente ligada a corrente a própria definição da potência dada pela fórmula $P = R.I^2$ onde P é a potência gerada, R a resistência usada nas medições e I^2 a corrente ao quadrado.

Então sabendo quais as voltagens, correntes e potências máximas podemos calcular uma média simples para os dias de coleta, encontrando um valor médio máximo.

Corrente máxima média (A)	0,50
Voltagem máxima média (V)	35,34
Potência máxima média (W)	4,14

Tabela:12

O valor médio máximo tem como significado uma medida de tendência central, tem muita importância, assim como para se instalar uma usina eólica é necessário saber a taxa média de máxima velocidade dos ventos, para se instalar uma usina solar também é necessário saber qual a média dos valores de pico de geração solar.

Podemos observar que, com a coleta de dados feita em Assú-RN durante os dez dias, que os horários de maior incidência solar e consequentemente potência gerada pelo painel fotovoltaico está entre as 11:00 e as 14:00 horas, podendo variar de acordo com o clima e com a passagem de nuvens que impedem a chegada da luz solar até o painel fotovoltaico.

Constatou-se que nos dias de chuvas e dias nublados a corrente, potência e voltagem tinham valores reduzidos se comparados a dias com sol frequente, isso se dá pela influência climática na geração fotovoltaica como esperado e constatados em outros estudos do comportamento de geração de energia solar.

Observamos também o comportamento esperado de dados, com máximas próximas ao meio dia quando a incidência solar é maior, e níveis baixos ao início e o final do dia quando os raios solares não atingem o painel solar tão diretamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os dados colhidos tem uma grande importância para uma futura análise mais aprofundada do potencial solar da cidade de Assu-RN, pois apesar de mostrar bons resultados no equipamento usado e no período climático em que os dados foram coletados, para se ter uma resposta definitiva sobre qual seria o potencial solar na cidade de Assu-RN se faria necessário um período de coleta de dados muito maior e equipamentos muito mais precisos para fazer um levantamento bem detalhado, além de que essas coletas deveriam ser feitas em pontos mais estratégicos da cidade e em períodos do ano todo para estimar épocas de maior rendimento.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE ENERGIA, **Rio Grande do norte busca regulamentar energia solar.** Disponível

em:<<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2019/01/rio-grande-norte-busca-regulamentar-energia-solar/35445>>. Acesso em: 2 março . 2019.

BALFOUR, John; SHAW, Michael; NASH, Nicole Bremer. **“Introdução ao Projeto de Sistemas Fotovoltaicos”**. Tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria; Revisão técnica Marco Aurélio dos Santos. 1.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

EPE. Relatório síntese – ano base 2015. Disponível em:<https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2016_Web.pdf>. Acesso em: 25 março. 2019.

PORTAL SOLAR. **Como funciona o painel solar Fotovoltaico.** Disponível em:<<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2019.

http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2017.pdf

PORTAL SOLAR. **Mercado de Energia Solar no Brasil** Disponível em:<<https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2019.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Fontes renováveis de energia"; *Brasil Escola*.** Disponível em <<https://brasilestola.uol.com.br/geografia/fontes-renovaveis-energia.htm>>. Acesso em 07 de janeiro de 2019.

SOMAR METEOROLOGIA - **"ENERGIA SOLAR: COMO O CLIMA INTERFERE NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA?"** SOMAR METEOROLOGIA. Disponível em <<https://blog.somarmeteorologia.com.br/energia-solar-como-o-clima-interfere-na-geracao-de-energia-eletrica/>>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

AMBIENTE ENERGIA, **Rio Grande do norte busca regulamentar energia solar.** Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2019/01/rio-grande-norte-busca-regulamentar-energia-solar/35445>>. Acesso em: 2 março . 2019.

ENERGIA, **Ambiente. Previsões apontam crescimento significativo da energia solar no Brasil.** Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2016/01/previsoesapontam-crescimento-significativo-da-energia-solar-brasil/27845>>. Acesso em: 20 fevereiro . 2019.

SOUSA, Rainer Gonçalves. **"Crise do Petróleo"; *Brasil Escola*.** Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/historiag/petroleo1.htm>>. Acesso em 26 de março de 2019.

SOFSOL. **"Crise do Petróleo"; *Brasil Escola*.** Disponível em <<https://sofsol.com.br/curiosidade-sobre-os-boilers/>>. Acesso em 22 de Janeiro de 2019.