



# Energia Solar e Eólica

Paulo Jayme Pereira Abdala  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Paulo Jayme Pereira Abdala**  
(Organizador)

# Energia Solar e Eólica

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E56 Energia solar e eólica [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-066-7

DOI 10.22533/at.ed.667192201

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia eólica. 3. Energia solar. I. Abdala, Paulo Jayme Pereira.

CDD 621.042

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

As chamadas energias renováveis, também conhecidas como energias alternativas ou ainda energias limpas são três denominações possíveis para qualquer forma de energia obtida por meio de fontes renováveis, e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de CO<sub>2</sub>, o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo.

Neste sentido, o Brasil possui uma matriz energética bastante limpa, onde predomina o uso de hidrelétricas, apesar do crescimento do uso de termelétricas, as quais são abastecidas por combustível fóssil. No Brasil, o setor energético é responsável por grande parte das emissões de CO<sub>2</sub>, ficando atrás somente do setor agrícola que reapresenta a maior contribuição para o efeito estufa brasileiro.

A energia proveniente do sol é a alternativa renovável mais promissora para o futuro e, por este motivo tem recebido maior atenção e também mais investimentos. A radiação solar gratuita fornecida pelo sol pode ser captada por placas fotovoltaicas e ser posteriormente convertida em energia elétrica. Esses painéis usualmente estão localizados em construções, como indústrias e casas, o que proporciona impactos ambientais mínimos. Esse tipo de energia é uma das mais fáceis de ser implantada em larga escala. Além de beneficiar os consumidores com a redução na conta de energia elétrica reduzem as emissões de CO<sub>2</sub>.

Com relação à energia eólica, o Brasil faz parte do grupo dos dez países mais importantes do mundo para investimentos no setor. As emissões de CO<sub>2</sub> requeridas para operar esta fonte de energia alternativa são extremamente baixas e é uma opção atrativa para o país não ser dependente apenas das hidrelétricas. Os investimentos em parques eólicos vem se tornando uma ótima opção para neutralização de carbono emitidos por empresas, indústrias e etc.

Neste contexto, este EBOOK apresenta uma importante contribuição no sentido de atualizar os profissionais que trabalham no setor energético com informações extremamente relevantes. Ele está dividido em dois volumes contendo artigos práticos e teóricos importantes para quem deseja informações sobre o estado da arte acerca do assunto.

Paulo Jayme Pereira Abdala



## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>10</b> |
| UMA REVISÃO SOBRE AS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS ATUAIS  |           |
| Alexandre José Bühler<br>Ivan Jorge Gabe<br>Fernando Hoefling dos Santos   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922011</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>26</b> |
| VALIDAÇÃO DE MODELOS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO   |           |
| Bruna de Oliveira Busson<br>Pedro Henrique Fonteles Dias<br>Ivonne Montero Dupont<br>Pedro Hassan Martins Campos<br>Paulo Cesar Marques de Carvalho<br>Edylla Andressa Queiroz Barroso |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922012</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>41</b> |
| A GERAÇÃO SOLAR DE CALOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE GESSO BETA DO POLO GESSEIRO DO ARARIPE  |           |
| André Vitor de Albuquerque Santos<br>Kenia Carvalho Mendes   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922013</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>58</b> |
| A UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NACIONAL PARA A FABRICAÇÃO DE PLACAS SOLARES: UMA REFLEXÃO DAS DIFICULDADES TECNOLÓGICA E FINANCEIRA   |           |
| Felipe Souza Davies<br>Gustavo Luiz Frisso<br>Matheus Vinícius Brandão   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922014</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>72</b> |
| AEROPORTO DE VITÓRIA/ES: ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  |           |
| Ana Luiza Guimarães Valory<br>Sidney Schaeffer<br>Warley Teixeira Guimarães  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922015</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>87</b> |
| ANÁLISE ENERGÉTICA E EXERGÉTICA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILÍCIO MONOCRISTALINO E POLICRISTALINO  |           |
| Suellen Caroline Silva Costa<br>Janaína de Oliveira Castro Silva<br>Cristiana Brasil Maia<br>Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922016</b>   |           |

|  |             |
|--|-------------|
| <b>CAPÍTULO 7 .....</b>  | <b>1043</b> |
| ANÁLISE HARMÔNICA NOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS DE UMA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA  |             |
| Alessandro Bogila  |             |
| Joel Rocha Pinto   |             |
| Thales Prini Franchi   |             |
| Thiago Prini Franchi   |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922017</b>   |             |
| <b>CAPÍTULO 8 .....</b>  | <b>120</b>  |
| ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO MODELO DE UMA ÁRVORE NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA |             |
| Bárbara de Luca De Franciscis Gouveia  |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922018</b>   |             |
| <b>CAPÍTULO 9 .....</b>  | <b>139</b>  |
| ANÁLISE FINANCEIRA DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA FINANCIADOS EM PALMAS - TO   |             |
| Brunno Henrique Brito  |             |
| Maria Lúcia Feitosa Gomes de Melo  |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.6671922019</b>   |             |
| <b>CAPÍTULO 10 .....</b>   | <b>152</b>  |
| APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA CIDADE DE CRUZ ALTA/RS: ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO E POTENCIAL DE ENERGIA GERADA                |             |
| Alessandra Haas  |             |
| Franciele Rohr   |             |
| Ísis Portolan dos Santos   |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220110</b>  |             |
| <b>CAPÍTULO 11 .....</b>   | <b>165</b>  |
| APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT) EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS   |             |
| Augusto Hafemeister  |             |
| João Batista Dias  |             |
| Leonel Augusto Calliari Poltosi  |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220111</b>  |             |
| <b>CAPÍTULO 12 .....</b>   | <b>181</b>  |
| AR CONDICIONADO SOLAR – CICLO DE ADSORÇÃO  |             |
| Rafael de Oliveira Barreto   |             |
| Pollyanne de Oliveira Carvalho Malaquias   |             |
| Matheus de Mendonça Herzog   |             |
| Luciana Carvalho Penha   |             |
| Lucio Cesar de Souza Mesquita  |             |
| Elizabeth Marques Duarte Pereira   |             |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220112</b>  |             |
| <b>CAPÍTULO 13 .....</b>   | <b>194</b>  |
| AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO COLETOR SOLAR PLANO ACOPLADO EM SECADOR HÍBRIDO   |             |
| Raphaela Soares da Silva Camelo  |             |

Ícaro da Silva Misquita  
Thais Andrade de Paula Lovisi  
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira  
Juliana Lobo Paes  
Camila Lucas Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.66719220113**

**CAPÍTULO 14 ..... 212**

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE NOVO PROTÓTIPO DE FOTOBIORREATOR NÃO TRANSPARENTE PARA CULTIVO DE MICROALGAS COM ILUMINAÇÃO INTERNA ATRAVÉS DE POFS QUE RECEBEM A LUZ DE LENTES MONTADAS EM SISTEMA DE RASTREAMENTO SOLAR

Gisel Chenard Díaz  
Yordanka Reyes Cruz  
Rene Gonzalez Carliz  
Fabio Toshio Dino  
Maurílio Novais da Paixão  
Donato A. Gomes Aranda  
Marina Galindo Chenard

**DOI 10.22533/at.ed.66719220114**

**CAPÍTULO 15 ..... 225**

AVALIAÇÃO DE WEBSITES BRASILEIROS PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE: PARÂMETROS DE ENTRADA E RESULTADOS

Marina Calcagnotto Mascarello  
Letícia Jenisch Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.66719220115**

**CAPÍTULO 16 ..... 241**

AVALIAÇÕES DE CUSTO E DESEMPENHO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TIPO SIGFI COM DIFERENTES PERÍODOS DE AUTONOMIA

Marta Maria de Almeida Olivieri  
Leonardo dos Santos Reis Vieira  
Marco Antonio Galdino  
Márcia da Rocha Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.66719220116**

**CAPÍTULO 17 ..... 257**

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO CONSIDERANDO O EFEITO DA ESTEIRA AERODINÂMICA DE TURBINAS ATRAVÉS DO MODELO DO DISCO ATUADOR

Luiz Fernando Pezzi  
Adriane Prisco Petry

**DOI 10.22533/at.ed.66719220117**

**CAPÍTULO 18 ..... 272**

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE DIFERENTES BASES DE DADOS DE IRRADIAÇÃO - ESTUDO DE CASO EM CURITIBA

Danilo Carvalho de Gouveia  
Jeanne Moro  
Muza Iwanow  
Rebecca Avença  
Jair Urbanetz Junior

**DOI 10.22533/at.ed.66719220118**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....  | <b>284</b> |
| DESENVOLVIMENTO DE SUPERFÍCIES SUPERHIDROFÓBICAS COM EFEITO AUTOLIMPANTE PARA APLICAÇÕES EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS                                     |            |
| Lucélio Oliveira Lemos  |            |
| Magnum Augusto Moraes Lopes de Jesus  |            |
| Aline Geice Vitor Silva   |            |
| Angela de Mello Ferreira  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220119</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 20</b> .....  | <b>297</b> |
| DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA   |            |
| Stéphane Rodrigues da Silva   |            |
| Érica Tiemi Anabuki   |            |
| Luis Cláudio Gambôa Lopes   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220120</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 21</b> .....  | <b>312</b> |
| DO PETRÓLEO À ENERGIA FOTOVOLTAICA: A INSERÇÃO DO BRASIL NESTE NOVO MERCADO   |            |
| Emilia Ribeiro Gobbo  |            |
| Maria Antonia Tavares Fernandes da Silva  |            |
| Rosemarie Bröker Bone   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220121</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 22</b> .....  | <b>330</b> |
| EFEITO DO SOMBREAMENTO EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS   |            |
| José Rafael Cápua Proveti   |            |
| Daniel José Custódio Coura  |            |
| Carlos Roberto Coutinho   |            |
| Adriano Fazolo Nardoto  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220122</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 23</b> .....  | <b>342</b> |
| ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO AO COMPLEXO AQUÁTICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA |            |
| Helena Flávia Napolini  |            |
| Gustavo Xavier de Andrade Pinto   |            |
| Julio Boing Neto  |            |
| Ricardo Rütther   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220123</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 24</b> .....  | <b>354</b> |
| ESTUDO DA SECAGEM INTERMITENTE DA MANGA UTILIZANDO SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO   |            |
| Camila Lucas Guimarães  |            |
| Juliana Lobo Paes   |            |
| Raphaela Soares da Silva Camelo   |            |
| Madelon Rodrigues Sá Braz   |            |
| Ícaro da Silva Misquita   |            |
| Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220124</b>   |            |



|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 25</b> .....  | <b>367</b> |
| ANÁLISE PRÉVIA DO VALOR DA DEPENDÊNCIA DO SOLO PARA AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS COM A POSSÍVEL IMPLANTAÇÃO DO PARQUE EÓLICO DA SERRA, EM SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS   |            |
| Antonio Robson Oliveira da Rosa<br>Leonardo Beroldt<br>Rafael Haag  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220125</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 26</b> .....  | <b>379</b> |
| APLICAÇÃO DE UM DVR EM AEROGERADORES SCIG E DFIG PARA AUMENTO DE SUORTABILIDADE FRENTE A AFUNDAMENTOS DE TENSÃO   |            |
| Edmar Ferreira Cota<br>Renato Amorim Torres<br>Victor Flores Mendes   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220126</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 27</b> .....  | <b>398</b> |
| AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO DE UMA REGIÃO COM TOPOGRAFIA COMPLEXA UTILIZANDO DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL   |            |
| William Corrêa Radünz<br>Alexandre Vagtinski de Paula<br>Adriane Prisco Petry   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220127</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 28</b> .....  | <b>410</b> |
| EDIFICAÇÃO DE ENERGIA POSITIVA: ANÁLISE DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR EM CURITIBA   |            |
| Larissa Barbosa Krasnhak<br>Elis Almeida Medeiros de Mello<br>Jair Urbanetz Junior<br>Eloy Casagrande Junior  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220128</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 29</b> .....  | <b>422</b> |
| ESTAÇÃO METEOROLÓGICA WIFI DE BAIXO CUSTO BASEADO EM THINGSPEAK   |            |
| Renan Tavares Figueiredo<br>Odélsia Leonor Sanchez de Alsina<br>Diego Lopes Coriolano<br>Eurípes Lopes de Almeida Neto<br>Ladjane Coelho dos Santos<br>Iraí Tadeu Ferreira de Resende<br>Ana Claudia de Melo Oliveira |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.66719220129</b>   |            |
| <b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....  | <b>431</b> |

## ESTAÇÃO METEOROLÓGICA WIFI DE BAIXO CUSTO BASEADO EM THINGSPEAK

### **Diego Lopes Coriolano**

Instituto Federal de Sergipe  
Aracaju-Sergipe

### **Euripes Lopes de Almeida Neto**

Instituto Federal de Sergipe  
Aracaju-Sergipe

### **Ladjane Coelho dos Santos**

Instituto Federal de Sergipe  
Aracaju-Sergipe

### **Iraí Tadeu Ferreira de Resende**

Instituto Federal de Sergipe  
Aracaju-Sergipe

### **Ana Claudia de Melo Oliveira**

Instituto Federal de Sergipe  
Aracaju-Sergipe

### **Renan Tavares Figueiredo**

Universidade Tiradentes  
Aracaju-Sergipe

### **Odélsia Leonor Sanchez de Alsina**

Universidade Tiradentes  
Aracaju-Sergipe

**RESUMO:** A estação meteorológica é uma ferramenta fundamental para monitorar as condições meteorológicas nas lavouras e assim auxiliar agricultores a tomarem decisões, pois as variáveis atmosféricas medidas influenciam diretamente na produtividade da plantação. O Brasil ainda não apresenta uma rede de

estações meteorológicas suficientemente grande para atender as necessidades em todo o país. A concentração de pontos de observação meteorológica está nas áreas mais desenvolvidas e pouquíssimo nas áreas remotas, como no estado de Sergipe, mas devido à crescente importância dada aos impactos no meio ambiente o número de estações meteorológicas vem aumentando. Este artigo apresenta uma estação meteorológica de baixo custo que utiliza sensores acessíveis, em conjunto a “Placa WeMos D1 R2 Wifi ESP8266” que faz a conexão dos sensores com a internet. Os dados coletados através da estação foram comparados com os dados apresentados na “Estação Meteorológica Oregon Scientific - WMR200A” e apresentou erro inferior a 6%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação meteorológica, sensores climáticos, ThingSpeak.

**ABSTRACT:** The meteorological station is a fundamental tool to monitor the meteorological conditions in the crops and thus help farmers to make decisions, because the measured atmospheric variables directly influence the productivity of the plantation. Brazil does not yet have a network of meteorological stations large enough to meet the needs across the country. The concentration of meteorological observation points is in the most developed areas and very little in remote areas, such as in

the state of Sergipe, but due to the increasing importance given to the impacts on the environment, the number of meteorological stations is increasing. This article presents a low-cost weather station that uses accessible sensors, together with the “WeMos D1 R2 Wifi ESP8266 Card” that will connect the sensors to the internet. The data collected through the station were compared with the data presented in the “Oregon Scientific Meteorological Station - WMR200A” and presented an error lower than 6%.

**KEYWORDS:** Weather station, weather sensors, ThingSpeak.

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma estação meteorológica é um local onde são coletados dados para análise do clima de uma determinada região. Esse tipo de estações geralmente vem equipado com vários instrumentos ou sensores de medição e registro das possíveis variáveis meteorológicas e climáticas (INMET, 2012). Na maior parte das estações de última geração os dados são enviados para computadores remotos, através de linhas telefônicas, rede GSM (Global System for Mobile Communications) ou outros meios de transmissão e por meio de computador, os dados coletados, são analisados e assim se torna possível a caracterização do clima da região.

A medição de variáveis meteorológicas é de suma importância, visto que diversas atividades humanas são direta e indiretamente afetadas por essas. Para melhorar a coleta de dados foram criadas as estações meteorológicas. Estas foram aperfeiçoadas ao longo dos anos, culminando nas estações meteorológicas automáticas de alta precisão utilizadas hoje em dia (MUTERSPAW, 2015).

As estações meteorológicas são classificadas como manuais ou automáticas. Quando os dados são inseridos por alguém que esteja monitorando os instrumentos ela é manual, já quando todos os dados são gerados somente com a programação dos equipamentos que não necessitem de intervenções humanas é definida como uma estação automática. As estações automáticas podem inclusive transmitir e armazenar os dados em tempo real, agilizando e diminuindo a probabilidade de erros de medição (SILVA, 2015).

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), existem quatrocentas estações meteorológicas no país, portanto, é de extrema importância a popularização e instalação de mais equipamentos para abranger todo território nacional, dando um perfil mais real das condições climatológicas do país.

Os dados meteorológicos que são coletados por uma estação têm utilidade em diversas áreas, principalmente na previsão do tempo, sendo de grande importância para o setor agroindustrial (Lopez, 2015).

Uma estação meteorológica convencional é composta de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos.

Os sensores mais utilizados em estações convencionais são eles os de pressão

atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, índice UV, direção e velocidade do vento, dentre outros que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer (BRAGA, 2011).



**Figura 1** - Estação Meteorológica Oregon Scientific - WMR200A instalada no IFS/Lagarto utilizada para validação/homologação dos dados fornecidos para estação projetada

As estações meteorológicas profissionais (Fig. 1) costumam ter um alto custo principalmente em áreas remotas onde praticamente não são feitas nenhum tipo de medição para avaliar as atuais condições climáticas de um determinado local, por conta do seu custo que em media fica em torno de R\$3.200.00.

Com isso, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma estação meteorológica automatizada e com custo acessível, o que tornaria possível um melhor monitoramento de diversas áreas, utilizando componentes de baixo custo. A estação é capaz de coletar dados climáticos e converter em gráficos, que serão disponibilizados em tempo real no site *ThingSpeak*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O retorno das informações coletadas pela estação meteorológica projetada de baixo custo é de uso público, sem custo para acessar as informações, o que permitirá um estreito elo entre pesquisa e extensão beneficiando a cidade de Lagarto uma vez que poderão consultar livremente as informações obtidas pelos equipamentos.

### 2.1 Hardware

Para a confecção da estação meteorológica utilizou-se:alguns *jumps* (cabos) e

uma matriz de contato (*protobord*) para ligações de circuitos para interligar a “Placa WeMos D1 R2 Wifi ESP8266” aos sensores tipo LDR (*Light Dependent Resistor*) utilizado pelo seu baixo custo e vasta gama de aplicação com arduino, DHT (*Digital Temperature and Humidity Sensor*) Sensor de temperatura e umidade, o módulo de Radiação UV UVM-30A e o sensor de pressão BMP180. Também foi utilizada uma caixa de plástico 10cm x10cm para acomodar todos os componentes visando deixá-los em um ambiente externo e uma fonte externa de 5 V para alimentação. A estação é capaz de coletar dados climáticos e converter em gráficos, que serão disponibilização no site *ThingSpeak*.

Utilizou-se também um circuito integrado demultiplexador 74HC4051, pois a placa WeMos possuía apenas uma entrada analógica e seriam necessárias quatro entradas (uma para cada sensor).

Sensor de luminosidade: Este sensor foi feito para detectar luz e possui uma saída digital e analógica, que podem ser conectadas diretamente em um microcontrolador, conforme a intensidade da lux vai mudando o valor emitido por esse sensor decair ou aumenta (KARVINEN, 2015).

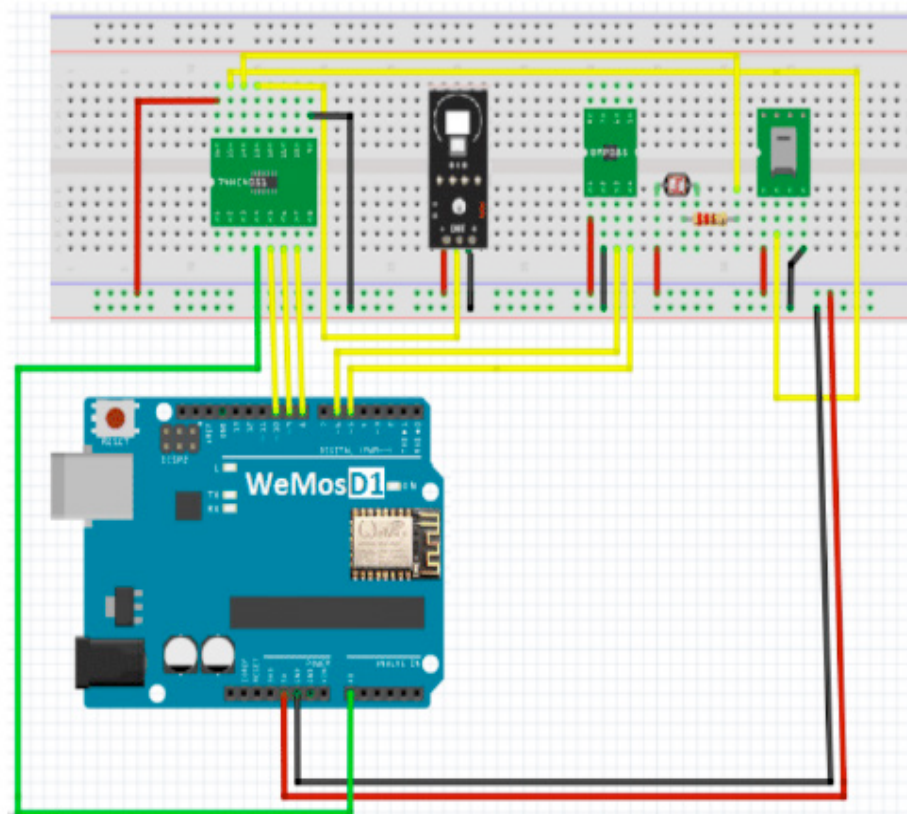
Sensor Temperatura e umidade: O DHT11 é um sensor de temperatura e umidade que permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 °C e umidade entre 20 a 90% (AKIZUKIDENSHI , 2015).

Módulo UV: Este Sensor de Radiação Ultravioleta é capaz de detectar a radiação solar UV usando um simples chip UVM-30A. O Sensor pode detectar radiação UV com comprimento de onda entre 200-370 nm com rápida resposta e controle analógico. Sua tensão de operação entre 3-5 V permite que seja facilmente conectado a outros controladores (WILTRONICS, 2015).

Módulo BMP180: Para o sensor digital de pressão barométrica de alta precisão e baixa potência BMP180. Ele tem uma faixa de leitura que fica entorno de 300 a 1100 hPa e foi construído usando como base a tecnologia de piezo resistividade para melhor precisão, robustez e estabilidade em longo prazo (SPARTFUN, 2015).

A Fig. 2 apresenta o esquema de ligação eletrônica da estação meteorológica.





**Figura 2** - Hardware da estação meteorológica com os sensores de pressão, temperatura e umidade, UV e luminosidade interligados com a Placa WeMos

## 2.2 Análise Financeira

A Tabela 1 apresenta os valores de cada componente utilizada no projeto.

| Componente         | Valor (R\$)   |
|--------------------|---------------|
| Placa WeMos        | 49,90         |
| Modulo DHT         | 15,00         |
| Modulo UV          | 89,00         |
| Modulo LDR         | 9,90          |
| Módulo BMP180      | 29,90         |
| Jumps              | 5,00          |
| Fonte 5v           | 34,00         |
| Protobord          | 20,00         |
| Caixa plástico     | 10,00         |
| <b>Valor total</b> | <b>262,70</b> |

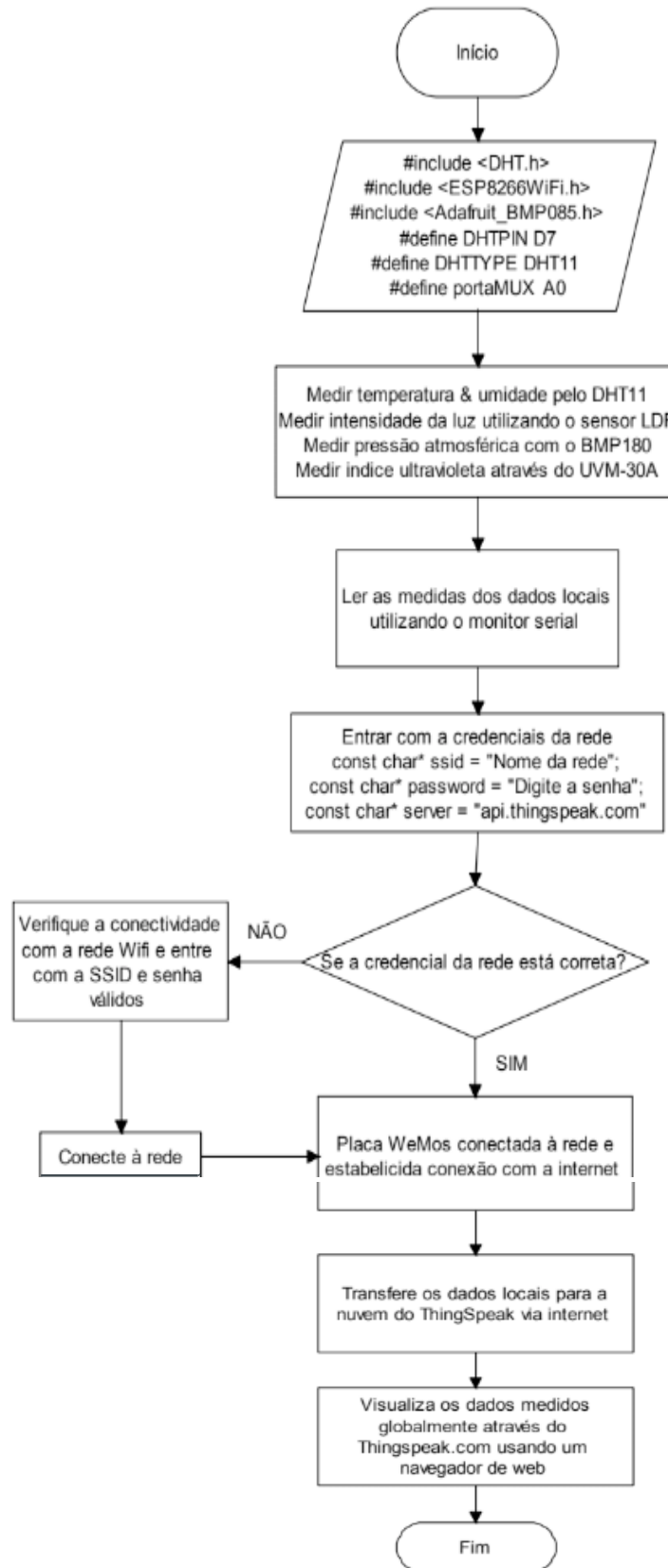
**Tabela 1** - Valores dos componentes utilizados na confecção da estação meteorológica.

Percebe-se que o valor total da estação meteorológico foi de 262,70 reais correspondendo a 8,21 % de uma estação profissional disponível no mercado.

## 3.1 SOFTWARE

Segundo Ferreira, o *ThingSpeak* é um site online que permite receber e/ou enviar dados no novo mundo da *internet of things* (IoT), onde existe a possibilidade

de receber os dados que são enviados da Placa WeMos e avaliá-los tempo a tempo (Ferreira, 2016).



**Figura 3** - Monitoramento de detecção baseado em Thingspeak - fluxograma do processo do sistema para internet das coisas

### 3 | RESULTADOS

Os dados dos sensores da estação meteorológica foram enviados, através da placa WeMos, para o site *thingspeak* e convertidos em gráficos. Esses dados ficam disponíveis online e são atualizadas a cada hora para acesso ao público geral. Os resultados apresentados nesse trabalho foram coletados de hora em hora entre os dias 18 e 22 de junho de 2017 no município de Tobias Barreto/SE.



Figura 4 - Resultados da estação meteorológica na nuvem do ThingSpeak

A Fig 4 mostra a saída gráfica na nuvem de *Thingspeak* e pode ser capaz de observar somente depois de efetuar login no site do *Thingspeak* com a ajuda do nome de usuário e senha criados gratuitamente e a nuvem fornece uma saída confiável. Os dados de pressão não foram apresentados no gráfico por ser uma medida constante.

Os dados apresentados pela estação projetada foram comparados com as saídas da Estação Meteorológica Oregon Scientific - WMR200A e apresentou um erro máximo de 6% na temperatura.

O desenvolvimento do projeto mostrou a praticidade na comunicação dos sensores com a placa WeMos, sendo possível ler os valores fornecidos sem a necessidade de um módulo *Ethernet Shield*. O fornecimento dos dados via internet contribuiu bastante no processo, uma vez que é possível enviar os dados e o próprio site convertia esses dados em gráficos e os disponibilizavam online sem a necessidade de uma

programação de conversão.

Os dados mostraram ser próximos do que indicavam as previsões climáticas para o local da medição e sofrendo pouco influencia do ambiente onde foi coletado, apesar de ser realizado em um perímetro urbano podendo sofrer anomalias nas medições por causa da influência dos prédios em volta que poderia cobrir a irradiação do sol sobre os sensores, os resultados mostraram ser satisfatórios.

## 4 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento deste artigo proporcionou a interação com várias áreas do conhecimento incluindo informática, eletrônica e geografia. Conseguiu-se também analisar de forma prática a variação do tempo contribuindo para um melhor entendimento dos fenômenos naturais.

A *internet of things* facilita inúmeros benefícios para a sociedade e, a partir do nosso projeto, podemos fornecer e provar a força da IoT usando o sitee Thingspeak que é capaz de contribuir com os serviços com o objetivo de construir uma grande quantidade de aplicativos IoT e ajudar a implementá-los.

A divulgação dos resultados diários no site thingspeak fez com que as informações chegassem a várias pessoas, difundindo os dados obtidos e possibilitando a análise e estudo desses dados.

Como trabalhos futuros, sugere-se ampliar o projeto acrescentando outros instrumentos e sensores que possam, por exemplo, determinar a intensidade do vento por meio de outros sensores e também outros instrumentos que possam medir a quantidade de chuva que incidiu na região.

## 5 | REFERÊNCIAS

Akizukidenshi, **Temperature and humidity module DHT11 Product Manual** <https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf>

Braga, A. S; Braga, S.M; Fernandes, C.V.S. **Estações meteorológicas automáticas: relato de uma experiência com sensores independentes em bacia experimental**. In: XIX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 2011, Maceió. ANAIS do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2011. v. 1. p. 1-16.

Ferreira, Ricardo. **Gestão de uma estufa**. Escola Superior de Tecnologia e Gestão Instituto Politécnico da Guarda, 2016.

Inmet. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo\\_iframe/pdf/Nota\\_Tecnica-Rede\\_estacoes\\_INMET.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/topo_iframe/pdf/Nota_Tecnica-Rede_estacoes_INMET.pdf). 2015.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). 2012. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>.  
Karvinen, K, Karvinen, T. **Primeiros Passos com Sensores**, Novatec Editora Ltda, 1ª ed. 2015.

Lopez, Jess Christopher B.; VILLARUZ, Harreez M. **Low-cost weather monitoring system with**

**online logging and data visualization.** In: Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), 2015 International Conference on. IEEE, 2015. p. 1-6.

Muterspaw, Kristin et al. **Multidisciplinary research and education with open tools: Metagenomic analysis of 16S rRNA using Arduino, Android, Mothur and XSEDE.** In: Proceedings of the 2015 XSEDE Conference: Scientific Advancements Enabled by Enhanced Cyberinfrastructure. ACM, 2015. p. 22.

Silva et al.: **Estação Meteorológica Automática de Baixo Custo.** Disponível em: <http://periodicos.jf.ifsudestemg.edu.br/multiverso/article/download/7/pdf>

Spartfun, <https://learn.sparkfun.com/tutorials/bmp180-barometric-pressure-sensor-hookup->

Wiltronics, <https://www.wiltronics.com.au/wp-content/uploads/datasheets/ARD2-2062.pdf>



## **SOBRE O ORGANIZADOR:**

**Paulo Jayme Pereira Abdala** possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e pós-graduação em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília (2003). Entre 1989 e 2008 foi Chefe do Laboratório de Ruído Aeronáutico e Emissões de Motores do DAC/ANAC, tendo desenvolvido centenas de estudos sobre poluição sonora e atmosférica oriundas da atividade aeronáutica. Foi representante oficial do Brasil em diversos Fóruns Internacionais sobre meio ambiente promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional OACI - Agência da ONU. Foi Coordenador dos Cursos de Engenharia de Produção, Elétrica, Civil e Mecânica na UNOPAR/PG entre 2013 e 2018. Atualmente é Consultor Independente para a AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, OACI e INFRAERO. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: acústica, meio ambiente e pedagogia (metodologia TRAINAIR/OACI).

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-066-7



9 788572 470667