

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloí Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

M514 Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 3 [recurso eletrônico]  
 / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri  
 Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena  
 Editora, 2020. – (Meio Ambiente. Inovação com  
 Sustentabilidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-944-8

DOI 10.22533/at.ed.448202101

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio  
 ambiente – Preservação. I. Pacheco, Juliana Rodrigues. II.

Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra. IV. Série.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

“Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3” é um trabalho que aborda, em 16 capítulos, valiosas discussões que se apropriam de todos os espectros científicos para retratar desde as aplicações práticas de inovação até os conceitos científico-tecnológicos que envolvem Meio-Ambiente e Sustentabilidade com uma linguagem ímpar.

A integração de conceitos e temas, perpassados nesta obra pela visão crítica e audaciosa dos autores, contribuem para um pensar elaborado e consistente destes temas, tão atuais e importantes para a sociedade contemporânea.

A fluidez dos textos envolve e contribui, tanto a pesquisadores e acadêmicos, como a leitores ávidos por conhecimento. A consistência do embasamento científico aliada ao trânsito simples e fácil entre os textos projetam um ambiente propício ao crescimento teórico e estrutural dentro do tema proposto.

Moradia, tecnologia, cidades inteligentes, agricultura e agroindústria são alguns dos temas abordados nesta obra que vem a ampliar as discussões teóricas, metodológicas e práticas neste e-book, de maneira concisa e abrangente, o que já é uma marca do comprometimento da Atena Editora, abrindo espaço a professores, pesquisadores e acadêmicos para a divulgação e exposição dos resultados de seus tão importantes trabalhos.

Juliana Thaisa R. Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APROPRIAÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA E CONTEXTO DE LEGITIMAÇÃO	
Joel Paese	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.	
Taís Eliane Marques	
York Castillo Santiago	
Osvaldo José Venturini	
Maria Luiza Grillo Renó	
Diego Mauricio Yepes Maya	
Nelson José Diaz Gautier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
TELHADOS INTELIGENTES, CIDADES SUSTENTÁVEIS: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA	
Igor Talarico da Silva Micheletti	
Danilo Hungaro Micheletti	
Natiele Cristina Friedrich	
Débora Hungaro Micheletti	
Sônia Maria Talarico de Souza	
Flavia Piccinin Paz Gubert	
Glauci Aline Hoffmann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA	
Iarly Vanderlei da Silveira	
Lêda Christiane de F. Lopes Lucena	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
O ENSINO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ADMINISTRADOR	
Jairo de Carvalho Guimarães	
Geovana de Sousa Lima	
Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>71</b>
JARDINAGEM E ARTE NA ESCOLA DE FORMA SUSTENTÁVEL	
Dayane Rebhein de Oliveira	
Ilaine Rehbein	
Stela Antunes da Roza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 81**

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA, SAÚDE, EDUCAÇÃO E CULTIVO DE HORTALIÇAS NA  
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA USF VITÓRIA RÉGIA - HORTA VITAL

Altacis Junior de Oliveira  
Andressa Alves Cabreira dos Santos  
Herena Naoco Chisaki Isobe  
João Ricardo de Souza Dalmolin  
Marcia Cruz de Souza Rocha  
Monica Tiho Chisaki Isobe  
Natalia Gentil Lima  
Vinicius da Silva Assunção

**DOI 10.22533/at.ed.4482021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

OS IMPASSES DO USO DE HERBICIDAS SINTÉTICOS E AS POTENCIALIDADES DOS  
BIOHERBICIDAS

Carlos Eduardo de Oliveira Roberto  
Thammyres de Assis Alves  
Josimar Aleixo da Silva  
Rodrigo Monte Lorenzoni  
Francisco Davi da Silva  
Patrícia Fontes Pinheiro  
Milene Miranda Praça Fontes  
Tais Cristina Bastos Soares

**DOI 10.22533/at.ed.4482021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 98**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E  
ANORMALIDADE NUCLEAR EM SERRASALMUS BRANDTII (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO  
DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Fátima Lúcia de Brito dos Santos  
Márcia Cordeiro Torres  
Angerlane da Costa Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.4482021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS  
DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

José Roberto Rasi  
Roberto Bernardo  
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

**DOI 10.22533/at.ed.44820210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 124**

ANÁLISE DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE  
LEIRIA, PORTUGAL

Gabriel Heiden de Moraes  
José Luis Vera  
Valentina Fernandes Domingues  
Cristina Delerue-Matos  
Daniel Felipe J. Monteiro

**DOI 10.22533/at.ed.44820210111**



<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>135</b>
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AMBIENTAIS PARA REMOÇÃO DE ÓLEO DE AMBIENTES AQUÁTICOS	
Elba Gomes Dos Santos Leal	
Caio Ramos Valverde	
Ricardo Guilherme Kuentzer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>147</b>
SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA	
Renata de Sousa Nascimento	
Bruno Apolo Miranda Figueira	
Oscar Jesus Choque Fernandez	
Marcondes Lima da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>156</b>
OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA	
Leidiane A. da Silva	
Cícero W. B. Brito	
Gricirene S. Correia	
Kauany F. Bastos	
Henrique Ismael Gomes	
Maria Heloiza dos S. Lemos	
Bruno A. M. Figueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>163</b>
BIOCARVÃO NA AGRICULTURA	
Emmanoella Costa Guaraná Araujo	
Gabriel Mendes Santana	
Tarcila Rosa da Silva Lins	
Iací Dandara Santos Brasil	
Vinícius Costa Martins	
André Luís Berti	
Marks Melo Moura	
Guilherme Bronner Ternes	
Ernandes Macedo da Cunha Neto	
Letícia Siqueira Walter	
Ana Paula Dalla Corte	
Carlos Roberto Sanquetta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>172</b>
MOVIMENTOS DE MORADIA, AUTOGESTÃO E POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: ESTUDOS DE CASOS	
Camila Danubia Gonçalves de Carvalho	
Luiz Antonio Nigro Falcowski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210116</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>188</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>189</b>

## ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.

Data de aceite: 20/12/2019

### Taís Eliane Marques

Universidade Federal de Itajubá, Mestranda em Engenharia de Energia  
Itajubá – Minas Gerais

### York Castillo Santiago

Universidade Federal de Itajubá, Mestrando em Engenharia de Energia  
Itajubá – Minas Gerais

### Oswaldo José Venturini

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica  
Itajubá – Minas Gerais

### Maria Luiza Grillo Renó

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica  
Itajubá – Minas Gerais

### Diego Mauricio Yepes Maya

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica  
Itajubá – Minas Gerais

### Nelson José Diaz Gautier

Universidade Federal de Itajubá, Doutorando em Engenharia Mecânica  
Itajubá – Minas Gerais

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um estudo preliminar para o dimensionamento de um

aerogerador eólico com base nos dados de variação da horária da velocidade do vento para o município de Presidente Kennedy, no estado do Espírito Santo, no período compreendido entre o dia 2 de setembro de 2017 e 1 de setembro de 2018, os quais foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os cálculos de potência e energia fornecida pelo aerogerador foram efetuados para duas alturas: i) uma de 69 metros, a qual equivale a altura da torre na estação meteorológica do INMET e ii) uma altura de 85 metros. Considerou-se o uso do aerogerador modelo E-70 do fabricante ENERCON. Os resultados obtidos mostraram que existe um potencial eólico de geração de energia elétrica do aerogerador operando a 69 m de 128,2 MWh/ano, enquanto para o aerogerador instalado a 85 m de altura constatou-se um potencial de geração equivalente de 139,5 MWh/ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia eólica, Aerogerador, Velocidade de vento, Potência.

**PRELIMINARY STUDY FOR THE DESIGN OF A WIND TURBINE FOR THE MUNICIPALITY OF PRESIDENTE KENNEDY IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL.**

**ABSTRACT:** This work presents a preliminary study for the design of a wind turbine based on the hourly wind speed variation within the period of September 2, 2017 and September 1, 2018,

for the city of Presidente Kennedy, located in state of Espírito Santo (Brazil). The wind speed data were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET). It was considered two tower heights for determining the power and energy generation of the wind turbine: i) one of 69 meters, which corresponds to the tower height of the INMET meteorological station and ii) a tower height of 85 meters. The wind turbine considered corresponds to the model E-70 from the manufacturer ENERCON. The obtained results show that there is a wind power generation potential of 128.2 MWh/year for the tower height of 69 m, while for the wind turbine installed at 85 m it was found a equivalent generation potential of 139.5 MWh/year.

**KEYWORDS:** Wind power, Wind turbine, Wind speed, Power.

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda crescente por novas fontes de energia é um dos grandes desafios a serem enfrentados pela humanidade nos próximos anos, já que o cenário atual configura uma sociedade dependente de uma demanda cada vez maior de energia. Ao longo dos últimos anos o fornecimento de energia foi consolidado de forma pouco sustentável resultando na atual busca por energias renováveis com a necessidade do desenvolvimento de tecnologias limpas e cada vez mais eficientes (MACHADO et al., 2017).

A energia gerada pelos ventos é considerada uma fonte de energia renovável, amplamente disponível, com baixo impacto ambiental e limpa. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) em dezembro de 2017, no Brasil contavam-se mais de 500 parques eólicos instalados por todo o país. Assim, a produção de eletricidade por esta via passa dos 12,4 GW com aproximadamente 6.600 aerogeradores em todo o território nacional com estimativa para 2020 de uma capacidade de operação de pelo menos 17 GW. Apesar da importância, viabilidade e necessidade de investimentos para a construção de parques eólicos, ainda existem muitos desafios, como a falta de planejamento, gestão e recursos, que dificultam a construção desses empreendimentos (ABEEÓLICA, 2017).

### 1.1 Energia eólica e aerogeradores

O aproveitamento da energia dos ventos requer a utilização de regiões geográficas adequadas, com velocidades médias anuais de vento que viabilizem a instalação das usinas eólicas. A produção de energia é bastante dependente das velocidades do vento, deste modo a avaliação da viabilidade técnica e econômica de plantas eólicas de forma a assegurar resultados confiáveis da energia gerada na usina é importante. Uma usina eólio-elétrica (UEE) é composta por um conjunto de turbinas eólicas dispostas adequadamente em uma mesma área. Usualmente a geração elétrica pode se tornar interessante com velocidades médias do vento da ordem de 2,5 a 3,0 m/s; abaixo destes valores o conteúdo energético do vento não justifica aproveitamento. Velocidades superiores a aproximadamente 12,0 - 15,0 m/s

ativam o sistema automático de limitação de potência da máquina, que pode ser por controle de ângulo de passo das pás ou por estol (stall) aerodinâmico (mecanismos de controle/sistema automático de proteção), dependendo do modelo de turbina (CRESESB, 2014). Ventos muito fortes têm ocorrência rara e negligenciável em termos de aproveitamento, e a turbulência associada é indesejável para a estrutura da máquina; neste caso, a rotação das pás é reduzida – por passo ou estol, e a unidade geradora é desconectada da rede elétrica (ASPE, 2009).

Para a determinação do recurso eólico normalmente é necessária uma rede anemométrica qualificada com equipamentos (anemômetros operando por um período mínimo de um ano) adequadamente dispostos em torres de medições de 50 a 70 m, e sistema de coleta de dados e verificação de falhas (ASPE, 2009). A influência da altitude e da temperatura na densidade local do ar, o fator de disponibilidade esperado e a avaliação das perdas energéticas por interferência aerodinâmica entre rotores precisam ser considerados (ASPE, 2009).

A O desenvolvimento de projetos de energia eólica necessita inicialmente de estudos para a determinação do recurso eólico disponível nas localidades em que serão implantados e, portanto, podem abordados de duas formas: por meio de um projeto multidisciplinar que integra o conjunto rotor, caixa redutora e o gerador elétrico, ou a seleção direta da turbina conforme a especificações do fabricante. Uma turbina eólica tem a função de captar uma parte da energia cinética do vento, que passa através da área varrida pelo rotor e a transforma em energia em mecânica, a qual é posteriormente convertida em elétrica pelo gerador do sistema.

O principal objetivo deste estudo foi dimensionar um aerogerador eólico que possa ser implantado no município de presidente Kennedy – Espírito Santo, para aproveitar o potencial disponível no vento, observado a partir de dados anemométricos locais. O dimensionamento do aerogerador similar ao comercializado pela empresa Enercon torna-se um desafio, por se tratar de uma tecnologia em que parte dos dados de projeto não são disponibilizados pelo fabricante, por conseguinte tal fator faz com que seja necessário analisar diversas informações sobre a tecnologia.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização geográfica**

A área estudada abrange o Estado do Espírito Santo que está localizado na região Sudeste do Brasil. Segundo Aspe (2009), a região pode ser dividida geograficamente em: a zona dos tabuleiros e a região serrana, sendo a primeira com altitudes em torno de 50 m e que compreende a faixa da baixada litorânea, caracterizada por uma vegetação densa, com árvores de altura superior a 30m. Os principais elementos geográficos da região serrana capixaba (ver Figura 1) são a Serra do Caparaó, que abriga o terceiro ponto mais alto do Brasil e pico da Bandeira, com

altitude de 2.892 m. A Região Serrana é coberta de floresta Atlântica de altitude.

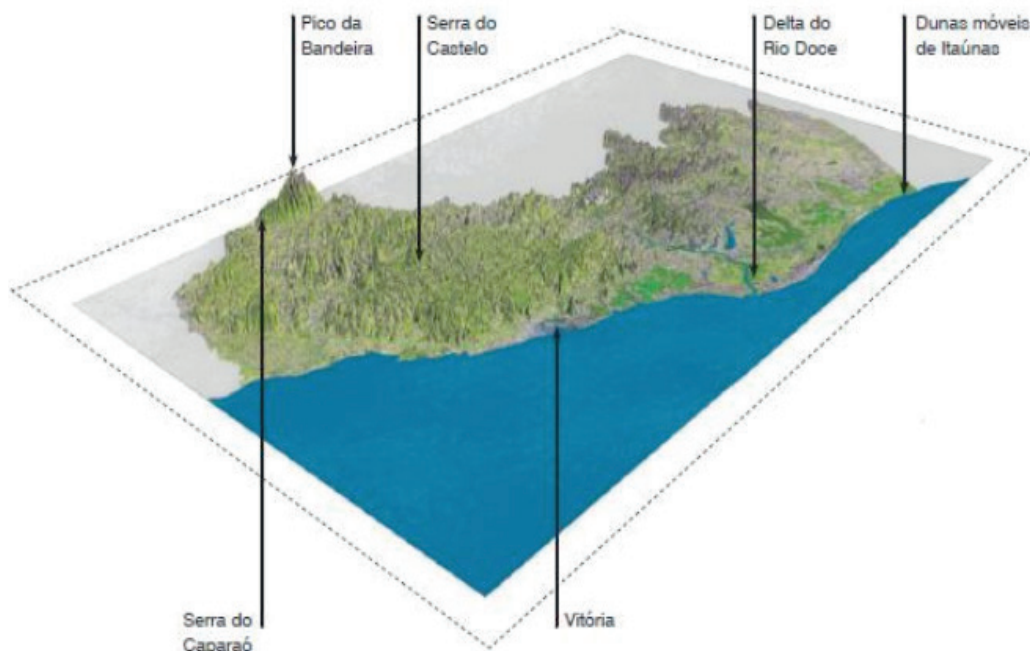


Figura 1. Principais elementos geográficos do Estado do Espírito Santo.

Fonte: ASPE (2009).

## 2.2 Medições do vento

### 2.2.1 Comportamento do vento

O vento pode variar bastante no intervalo de horas ou dias, porém em termos estatísticos, tenderá a um regime diurno predominante, regido por influências locais e regionais, microescala e mesoescala respectivamente (ASPE, 2009).

A distribuição geral dos ventos sobre o Brasil, que afeta o Espírito Santo, está relacionada à diversidade das características do terreno, tais como geometria e altitude, ocorrência de obstáculos, cobertura vegetal, albedo e grandes extensões de massas de água. Estes fatores atuantes nas escalas menores podem resultar em regimes de vento locais bastante distintos. Os dados da velocidade do vento assim como de temperatura, foram obtidos da estação anemométrica automática de Presidente Kennedy localizada na região do Espírito Santo a uma altura de 69 metros como é representado na Tabela 1. Estes dados são coletados cada hora para um total de 24 dados no dia. Desta forma, os dados para a análise apresentada foram medidos por um período de um ano (02/09/2017 a 01/09/2018) resultando em um total de 8760 dados.

<b>Estação</b>	Presidente Kennedy -A622
<b>Estado</b>	Espírito Santo
<b>Latitude</b>	-21,100805°

<b>Longitude</b>	-41,039395°
<b>Temperatura média do período</b>	23,6 °C
<b>Altitude</b>	69 metros
<b>Período de medição</b>	02/09/2017 a 01/09/2018

Tabela 1. Resumo dos dados da Estação anemométrica de Presidente Kennedy.

Fonte: adaptado de INMET (2018).

### 2.2.2 Rugosidade do terreno

Segundo dados do Atlas Eólico do Espírito Santo, o município de Presidente Kennedy, área litorânea, apresenta baixa rugosidade, com velocidades médias anuais em torno de 6,5 m/s (a 50 m de altura). O aproveitamento da energia dos ventos pode, de modo complementar, alavancar o crescimento econômico e a auto sustentabilidade energética do Estado.

## 2.3 Estudo dos Dados

### 2.3.1 Cálculo da potência e da energia disponível no vento

A potência disponível no vento pode ser calculada com os dados de densidade do ar, área do rotor e velocidade do vento como é mostrado na equação (1):

$$P_{vento} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \quad (1)$$

Onde:

$P_{vento}$  = potência disponível no vento [W]

$\rho$  = densidade do ar [kg/m<sup>3</sup>]

A = área do rotor [m<sup>2</sup>]

v = velocidade do vento [m/s]

A densidade é função da temperatura, porém pode ser calculada com a equação (2):

$$\rho = \frac{353,049}{T} \times e^{-0,034 \times \frac{Z}{T}} \quad (2)$$

Onde:

T = temperatura média do ano no local de estudo, calculada a partir dos dados fornecidos pela estação meteorológica, tendo como resultado 296,7 K.

Z = soma da altura da cidade sobre o nível do mar (55 metros) e da torre (69 metros)

Área do rotor pode ser calculada como segue na equação (3):

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3)$$

Onde D é o diâmetro em metros, sendo adotado para este estudo o aerogerador modelo E-70 do fabricante ENERCON, o qual tem um diâmetro de 71 metros, uma altura de 85 metros.

Obtendo os valores de densidade da equação (2) e de área com a equação (3), foi calculada a potência para cada faixa de velocidade na equação (1). Todos os resultados foram divididos por 1.000 para levá-los a quilowatts (kW).

Conhecendo a potência, já é possível calcular a energia como mostra a equação (4):

$$E_{vento} = P_{vento} \times t \quad (4)$$

Onde:

$E_{vento}$  = energia disponível no vento [kWh]

$P_{vento}$  = potência disponível no vento [kW]

$t$  = tempo [horas]

### 2.3.2 Cálculo da energia fornecida pelo aerogerador

Para calcular a energia fornecida pelo aerogerador, primeiro deve ser calculada a potência desenvolvida pelo rotor. Para isto é necessário conhecer o coeficiente de potência ( $C_p$ ) como é mostrado na equação (5):

$$C_p = \frac{\text{potência no rotor}}{\text{potência do vento}} \quad (5)$$

Neste ponto se tem uma equação com duas incógnitas que são  $C_p$  e potência no rotor, porém necessita-se da equação (6) para calcular o valor de  $C_p$ :

$$C_p = \frac{16}{27} \lambda \left[ \lambda + \frac{1,32 + \left(\frac{\lambda - 8}{20}\right)^2}{n^2} \right]^{-1} - \frac{0,57 \lambda^2}{C_d \left(\lambda + \frac{1}{2n}\right)} \quad (6)$$

Onde:

$n$  = número de pás, (para este estudo são três pás)

$\lambda$  = razão de velocidade específica (TSR, em inglês)

$C_l/C_d$  = relação entre o coeficiente de sustentação e de arrasto

A equação (7) é usada para calcular :

$$\lambda = \frac{rpm \times \pi \times D}{60 \times v} \quad (7)$$

Onde:

$v$  = velocidade do vento [m/s] para cada faixa de estudo.

$D$  = diâmetro do rotor, que para este aerogerador é 71 metros.

rpm = rotações/minuto, dado fornecido pelo fabricante e tem um valor de 14.

$C_l/C_d$  é calculado tendo em conta o perfil da Figura 2, em função do ângulo de ataque e do número de Reynolds, o qual está representado na equação (8):

$$Re = \frac{\rho \times v \times C}{\mu} \quad (8)$$

Onde:

$\rho$  = densidade do ar, que foi calculada na equação (2) dando como resultado 1,1731 kg/m<sup>3</sup>

$v$  = velocidade disponível no vento para as diferentes faixas. [m/s]

$C$  = a corda

$\mu$  = viscosidade dinâmica do ar em Pa.s.

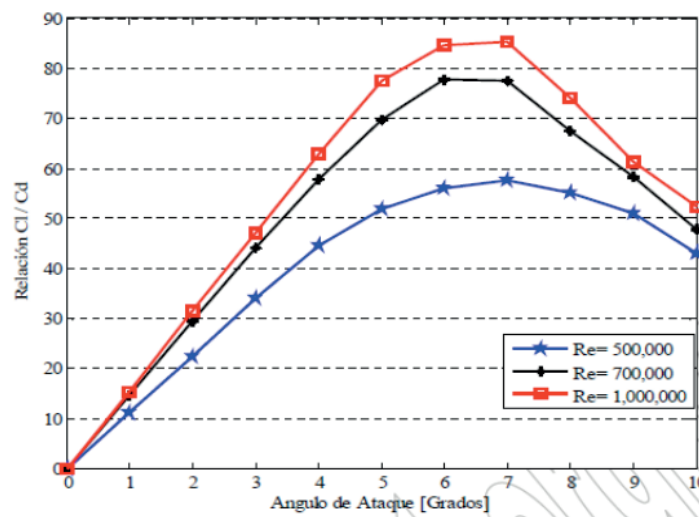


Figura 2. Relação  $C_l/C_d$  em função do ângulo de ataque.

Fonte: Carantoña, (2009)

Sabendo que o ar atmosférico pode ser considerado um gás ideal, a viscosidade pode ser calculada em função da temperatura segundo a lei de Sutherland, como é



apresentado na equação (9):

$$\mu = \mu_0 \frac{T_0 + C_S}{T + C_S} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (9)$$

Onde:

$\mu_0$  = viscosidade a que tem um valor de  $1,8 \times 10^{-5}$  Pa.s (HUGH; FREEDMAN, 2009)

$T_0$  = temperatura de referência com valor de 293,15 K.

$T$  = temperatura meia do ano de 296,7 K.

$C_S$  = constante de Sutherland, que para o ar é de 113 K (SUTHERLAND, 1893)

Depois de realizar os cálculos, o valor encontrado para a viscosidade do ar para as condições do local estudado foi de  $1,816 \times 10^{-5}$  Pa.s.

A corda do perfil de comprimento  $c$  é a linha reta que une a borda principal com a borda de fuga como é representado na Figura 3. Para o perfil MH-106, a corda tem um valor de 1 metro com relação a um diâmetro de 14 m segundo Hepperle (2018), portanto fazendo um fator de conversação para o diâmetro de 71 metros do rotor, obteve-se:  $c = 5,07$  metros.

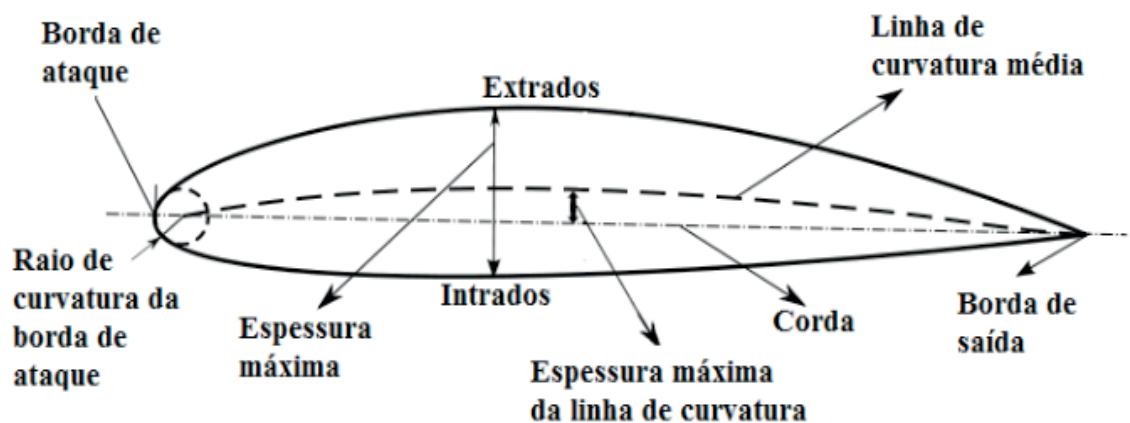


Figura 3. Esquema da geometria dos perfis aerodinâmicos subsônicos.

Fonte: Martinez (2014)

Com os valores de viscosidade, de corda e da densidade, pode-se calcular o número de Reynolds para cada velocidade tal como na equação (8). É importante mencionar que a maioria dos valores do número de Reynolds deram acima de 1.000.000, por esta razão é necessário fazer uma extrapolação linear entre os valores de ângulos de ataque de 0 e 5, posto que eles apresentam um comportamento linear. Neste caso, assumiu-se um ângulo de ataque de 3 para ter um valor médio na tendência linear e assim poder calcular a relação  $C_l/C_d$ .

Com os valores calculados de  $C_l/C_d$  da Figura 3, e de pela equação (7), pode-se

calcular  $C_p$  na equação (6) e assim a potência do rotor transformando a equação (5) em (10).

$$P_{rotor} = P_{vento} \times C_p \quad (10)$$

A potência de rotor é um valor útil para o cálculo da energia fornecida pelo aerogerador como é indicado na equação (11).

$$E = P_{rotor} \times \eta_t \times t \quad (11)$$

Onde:

$\eta_t$  = eficiências dos rolamentos, caixa de velocidade, gerador, conversor de frequência, compensação de potência reativa e filtros harmônicos, transformador. Segundo Hau & von Renouard (2006), este valor é igual a 88%.

$P_{rotor}$  = potência no rotor [kW]

t = tempo [h]

### 2.3.3 Ajustes das velocidades e temperatura média do ano.

A ENERCON para o modelo E-70, fabrica as torres em altura diferente (85 m) da torre que foi usada na estação meteorológica da cidade Presidente Kennedy (69 m). Por esta razão foi necessário realizar ajustes de velocidades do vento aplicando a Lei Logarítmica da equação (12), a qual considera a rugosidade do terreno em cada expressão logarítmica da altura Z e altura de referência Zr.

$$v_z = v_{zr} \times \frac{\ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right)}{\ln\left(\frac{Zr}{Z_o}\right)} \quad (12)$$

Onde:

$v_z$  = velocidade na altura de referência [m/s]

$v_{zr}$  = velocidade na altura desejada [m/s]

Zr = altura de referência, 69 metros.

Z = altura desejada, 85 metros.

Zo = comprimento de rugosidade do local, que segundo ASPE (2009) foi de 0,08 m

A temperatura média do ano também varia em função de diferença de altura. A temperatura foi calculada por meio de uma extrapolação sabendo que a temperatura varia 6,5°C a cada 1000 m (BROWER et al., 2012), dando como resultado 296,58 K. A densidade e viscosidade geraram mudanças pouco significativas de 1,1714 kg/m<sup>3</sup> e 1,816 x 10<sup>-5</sup> Pa.s, respectivamente.

Conforme a base de cálculos mostrada na seção 3.3.1 e 3.3.2, também foram calculados a potência do vento, a potência do rotor e a energia fornecida pelo aerogerador, tendo em conta os novos valores de velocidades e temperatura média para a altura de 85 m. A velocidade de projeto foi a mesma que para altura de 69 m, ou seja, 7,5 m/s, mas foi evidenciado uma maior energia fornecida pelo aerogerador para cada faixa de velocidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de dados e cálculos segundo a metodologia descrita anteriormente, obteve-se os seguintes resultados:

#### 3.1 Representação estatística das velocidades dos ventos

Uma vez recebido os dados da estação meteorológica, as velocidades foram classificadas em faixas e calculou-se a frequência de ocorrência para cada um de destes intervalos como é mostrado na Tabela 2. Posteriormente foram construídos os histogramas que estão representados nas Figuras 4 e 5. Esta representação foi feita para a altura de 69 m, conforme localização e dados fornecidos pela estação anemométrica de Presidente Kennedy e de 85 para cumprir com altura adotada pelo fabricante do aerogerador.

Altura 69 m		Altura 85 m	
Velocidade (m/s)	Tempo (h)	Velocidade (m/s)	Tempo (h)
0 – 1	685	0 – 1	685
1 – 2	2.045	1 – 2	1.856
2 – 3	1.696	2 – 3	1.733
3 – 4	1.319	3 – 4	1.340
4 – 5	1.041	4 – 5	972
5 – 6	708	5 – 6	794
6 – 7	464	6 – 7	504
7 – 8	310	7 – 8	338
8 – 9	171	8 – 9	178
9 – 10	134	9 – 10	136
10 – 11	90	10 – 11	111
11 – 12	56	11 – 12	53
12 – 13	28	12 – 13	43
13 – 14	8	13 – 14	11
14 – 15	3	14 – 15	4
15 – 16	2	15 – 16	2

Tabela 2. Faixas de velocidade e sua frequência correspondente.

Fonte: elaboração própria.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o maior

número de horas foi encontrado na faixa de velocidade entre 1 - 2 m/s para as duas alturas objeto de estudo, seguido da faixa entre 2 – 3 m/s e finalmente de 3 – 4 m/s, sendo estas três faixas as únicas que superam as 1.300 horas.

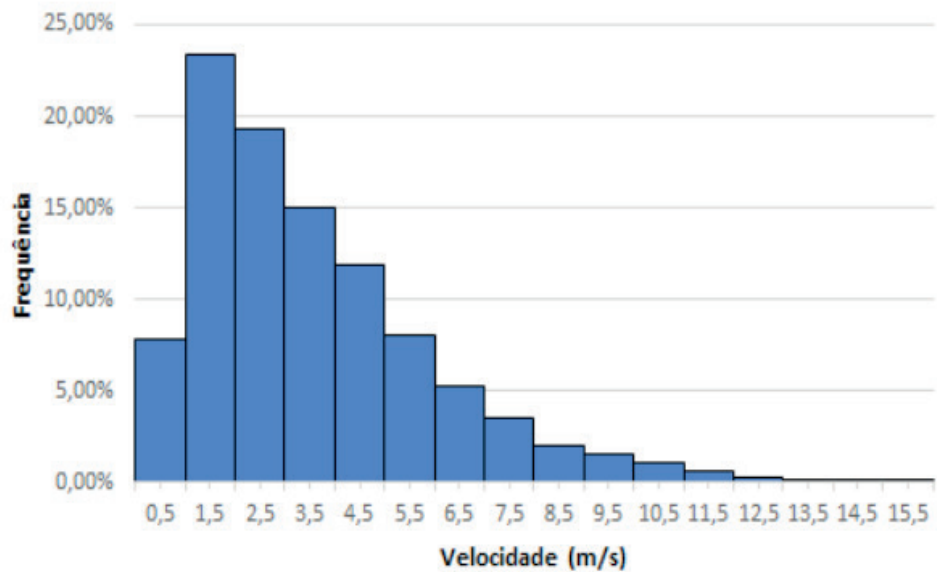


Figura 4. Histograma das velocidades do vento para a altura de 69 m.

Fonte: elaboração própria.

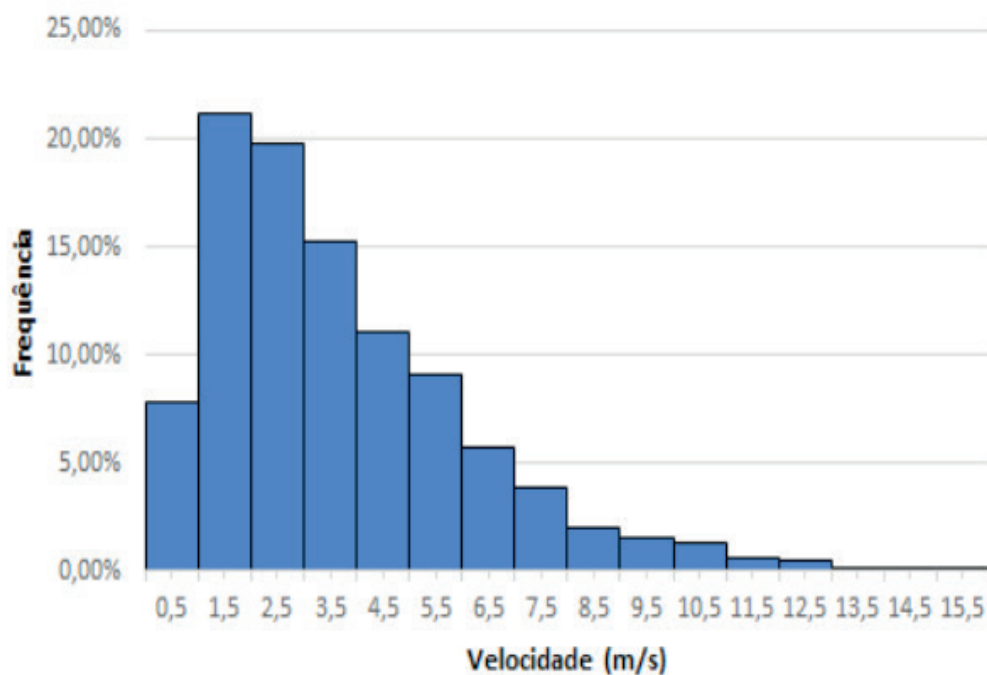


Figura 5. Histograma das velocidades do vento para a altura de 85 m.

Fonte: elaboração própria.

Embora a tendência dos histogramas da Figura 5 seja a mesma para os dois casos, é possível apontar certas diferenças consideráveis entre eles. Por exemplo, para 85 metros de altura a faixa entre 1 – 2 m/s teve uma diminuição na sua frequência,

mas na faixa entre 5 – 6 m/s teve um aumento.

### 3.2 Velocidade de projeto para o cálculo da energia fornecida pelo aerogerador

As Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados obtidos ao realizar os procedimentos estabelecidos nos itens 2.3.1 e 2.3.2 para as duas alturas objeto de estudo, onde os dados destacados nas células de cor amarela indicam a velocidade de projeto (7,5 m/s), evidenciando a faixa em que o aerogerador fornece a maior quantidade de energia.

Vel. (m/s)	Freq. (h)	Pot. Vento (Kw)	Ener. Vento (kWh)	TSR	Re	Cl/Cd	Cp	Pot. Rotor (Kw)	Ener. Aerog (kWh)
2,5	1.696	36,29	61.541,21	20,82	818.610,386	45,24	0,31	11,23	16.719,67
3,5	1.319	99,57	131.331,55	14,87	1.146.054,54	48,67	0,394	39,24	45.411,2
4,5	1.041	211,62	220.296,91	11,57	1.473.498,7	52,1	0,436	92,34	84.346,72
5,5	708	386,37	273.552,98	9,46	1.800.942,85	55,53	0,46	177,64	110.360,22
6,5	464	637,76	295.922,63	8,01	2.128.387	58,96	0,473	301,82	122.887,36
<b>7,5</b>	<b>310</b>	<b>979,72</b>	<b>303.714,56</b>	<b>6,94</b>	<b>2.455.831,16</b>	<b>62,39</b>	<b>0,481</b>	<b>471,19</b>	<b>128.171,53</b>
8,5	171	1.426,19	243.878,22	6,12	2.783.275,31	65,83	0,485	691,69	103.787,28
9,5	134	1.991,09	266.806,09	5,48	3.110.719,47	69,26	0,487	968,97	113.934,07
10,5	90	2.688,36	241.952,73	4,96	3.438.163,62	72,69	0,487	1.308,39	103.327,69
11,5	56	3.531,94	197.788,79	4,53	3.765.607,78	76,12	0,486	1.715,02	84.274,14
12,5	28	4.535,76	127.001,31	4,16	4.093.051,93	79,55	0,484	2.193,69	53.897,82

Tabela 3. Cálculos de potência e energia do vento e aerogerador para 69 metros.

Fonte: elaboração própria.

Vel. (m/s)	Freq. (h)	Pot. vento (kW)	Ener. vento (kWh)	TSR	Re	Cl/Cd	Cp	Pot. Rotor (kW)	Ener. Aerog (kWh)
2,5	1.733	36,23	62.793,32	20,82	817.686,545	45,23	0,31	11,22	17.056,78
3,5	1.340	99,43	133.230,55	14,87	1.144.761,16	48,66	0,394	39,17	46.062,22
4,5	972	211,32	205.399,17	11,57	1.471.835,78	52,09	0,436	92,2	78.635,19
5,5	794	385,82	306.339,82	9,46	1.798.910,4	55,51	0,46	177,37	123.577,66
6,5	504	636,85	320.970,77	8,01	2.125.985,02	58,94	0,473	301,37	133.279,95
<b>7,5</b>	<b>338</b>	<b>978,31</b>	<b>330.670,44</b>	<b>6,94</b>	<b>2.453.059,63</b>	<b>62,37</b>	<b>0,481</b>	<b>470,48</b>	<b>139.538,9</b>
8,5	178	1.424,14	253.496,32	6,12	2.780.134,25	65,79	0,485	690,66	107.874,71
9,5	136	1.988,23	270.398,7	5,48	3.107.208,87	69,22	0,487	967,53	115.462,71
10,5	111	2.684,5	297.979,06	4,96	3.434.283,49	72,65	0,487	1.306,45	127.248,65
11,5	53	3.526,86	186.923,66	4,53	3.761.358,1	76,07	0,486	1.712,49	79.641,57
12,5	43	4.529,24	194.757,13	4,16	4.088.432,72	79,5	0,484	2.190,46	82.649,59

Tabela 4. Cálculos de potência e energia do vento e aerogerador para 85 metros.

Fonte: elaboração própria.

No intervalo de velocidades entre 13 a 15 m/s não foram realizados os cálculos de Cp, devido ao critério da equação (6) em que é definido que  $\lambda$  deve estar numa faixa de valores entre 4 e 20.

Observou-se que, a potência do rotor e a energia fornecida pelo aerogerador aumentam com a altura, devido à influência que tem sobre a densidade, bem como sobre a potência do ar e sobre o número de Reynolds que ao mesmo tempo tem um impacto no coeficiente de potência.

#### 4 | CONCLUSÃO

Segundo os valores calculados de energia disponível no vento nas diferentes alturas estudadas, conclui-se que existe um grande potencial eólico na cidade Presidente Kennedy na região do Litoral do Estado de Espírito Santo. Para 69 m de altura, o máximo valor de energia disponível no vento (303,71 MWh) apresenta-se para as velocidades entre 7-8 m/s e para 85 m de altura, o máximo valor de energia disponível no vento (330,67 MWh) apresenta-se também para as velocidades entre 7-8 m/s.

A maior altura, o potencial eólico de geração de energia elétrica para um aerogerador será maior, isto foi evidenciado para o caso estudo, pois a 69 m de altura o potencial do aerogerador foi estimado em 128,2 MWh/ano, enquanto para 85 m de altura o aerogerador apresentou um potencial de geração equivalente de 139,5 MWh/ano, o qual concorda com a energia disponível no vento calculada para cada altura.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG, FAPEPE e CAPES pelo suporte para o desenvolvimento tecnológico e científico, através da concessão de bolsa de pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **Boletim anual de geração eólica 2017**. Bela Vista, SP.

ASPE. **Atlas Eólico - Espírito Santo**. Vitória, ES.

BROWER, M. C. et al. **Wind Resource Assessment: A Practical Guide to Developing a Wind Project**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

CARANTOÑA, A. **Análisis del Comportamiento Aerodinámico de Perfiles empleados en Aerogeneradores de Baja Potencia**. Disponível em: <<http://fglongatt.org/OLD/Reportes/FGLONGATT-R-2009-12.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2018.

CRESESB. **Tipos de Aerogeradores para Geração de Energia Elétrica**. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=231](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=231)>. Acesso em: 2 set. 2018.

ENERCON. **Enercon, energy for the world**. Disponível em: <<https://www.enercon.de/en/products/ep-2/e-70/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

HAU, E. **Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics**. 2. ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006.

HEPPERLE, M. **Aerodynamic Design of a Windmill**. Disponível em: <<https://www.mh-aerotoools.de/airfoils/windmill.htm>>. Acesso em: 11 set. 2018.

HUGH, Y.; FREEDMAN, R. **Física Universitaria Vol.1**. 12. ed. Ciudad de México: Pearson educación, 2009.

INMET. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 11 set. 2018.

MACHADO, A. H.; DA SILVA, F. S.; PATROCÍNIO, L. P. **Dimensionamento De Parque Eólico No Estado Do Espírito Santo**. Revista Energia na Agricultura, v. 32, n. 1, p. 72–80, 2017.

MARTINEZ FERRI, E. J. **Análisis del Comportamiento Aerodinámico de Perfiles**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/235954620\\_Analisis\\_del\\_Comportamiento\\_Aerodinamico\\_de\\_Perfiles](https://www.researchgate.net/publication/235954620_Analisis_del_Comportamiento_Aerodinamico_de_Perfiles)>. Acesso em: 11 set. 2018.

SUTHERLAND, W. **The viscosity of gases and molecular force**. Philosophical Magazine Series 5, v. 36, n. 223, p. 507–531, 1893.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Administração 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 114, 175, 183, 188  
Adsorção 135, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 167  
Aerogerador 12, 14, 17, 18, 20, 21, 23, 24  
Agricultura 25, 88, 89, 90, 93, 96, 163, 169  
Agroecologia 88  
Agroquímicos 89, 99, 100, 101, 104, 111  
Apropriação social da ciência 1, 8

### B

Bauxita 147, 148, 149, 151, 154, 155  
Biomarcadores 98, 99, 100, 102, 104, 111, 112, 113  
Biomassa 36, 144, 163, 164, 166, 167

### C

Cidades Sustentáveis 26, 27

### E

Educação Ambiental 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80  
Efluente 114, 115, 118, 119, 121, 122, 123, 137, 139, 145  
Energia eólica 12, 13, 14  
Energia Solar Fotovoltaica 26, 27, 29, 30, 32, 34, 35  
Estações de tratamento 114, 138, 139

### G

GC-MS (Cromatógrafo Gasoso acoplado com Espectrômetro de Massa) 124, 125, 128, 133  
Genotoxicidade 99, 100, 101

### H

Habitação 172, 175, 177, 186  
Hortaliças 81, 82, 83, 84, 85, 86

### L

Lagoas de estabilização 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

### M

Meio-ambiente 1, 2  
Misturas asfálticas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49

### P

Pesticidas 96, 97, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133



Petróleo 40, 47, 48, 49, 73, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 146

Pirólise 164, 166, 167, 168

Planejamento Urbano 172, 188

Políticas Públicas 26, 27, 29, 30, 31, 32, 188

## R

Rejeitos 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Resíduos 64, 67, 81, 95, 96, 116, 117, 122, 135, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 148, 154, 165, 166

## S

Sociedade 5, 6, 9, 13, 28, 31, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 73, 79, 80, 83, 93, 147, 172, 175, 188

Solo 4, 72, 84, 91, 97, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 178

Sustentabilidade 12, 16, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 87, 94, 98, 114, 122, 124, 135, 147, 156, 163, 172, 188, 191

## T

Telhados Inteligentes 26, 27, 32

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**