

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)**

**A Aplicação do  
Conhecimento  
Científico nas  
Engenharias 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-245-6

DOI 10.22533/at.ed.456190504

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

**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

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BRASIL SABE PLANEJAR?	
Thiago de Oliveira Lima Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.4561904041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>4</b>
A CONTRIBUIÇÃO DA ACREDITAÇÃO HOSPITALAR PARA A MELHORIA DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
Tatyana Karla Oliveira Regis	
Sablina Cibele Fernandes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.4561904042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
SÍNDROME DE BURNOUT: NOVOS DESAFIOS PARA GESTÃO DE FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	
Luís L'Aiglon Pinto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4561904043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE	
Ivete Linn Ruppenthal	
Fernanda Klein Both	
Fabrício Desbessel	
João Serafim Tusi da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.4561904044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO	
Jeova Santos Gonçalves	
Larisse Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4561904045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ	
José Oliveira da Silva Júnior	
Kleison de Paiva Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4561904046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>50</b>
ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: CAPACIDADE PRODUTIVA DE UM ATELIÊ NO MUNICÍPIO DE XINGUARA-PA	
Thiago Dos Santos Paula	
Fábia Maria de Souza	
Waleriana Cavalcante Leão	
Mariele Ferreira Gonçalves	
Cristiano Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4561904047	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>62</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DOS AGENTES DE LIMPEZA PÚBLICA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS -MA	
Karolayne Maria Viana Silva	
Basynga Franco da Silva	
Júlio César Moraes Vale	
José Ribamar Santos Moraes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>72</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos	
Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>87</b>
MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE NAVEGAÇÃO	
Gabriel Lemos Ferreira	
Tábata Stephanie Vilela Morgado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
AVANÇOS DA MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA MECÂNICA DE UMA CONSTRUTORA	
Izac de Sousa Vieira	
José Weliton Nogueira Júnior	
Yuri José Luz Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>103</b>
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MARCADOR PARA PLANTIO DE FUMO	
Marlon Vinícius Medeiros	
João Pedro Brentano Uhry	
Anderson Creasso	
Alexandre Chapoval Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>115</b>
CONTROLE E MONITORAMENTO DE CARGAS COM SISTEMA SCADABR E ARDUINO	
Chagas Carvalho Teixeira de Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva	
Magna Livia Neco Rabelo	
Antonio Marcos Teixeira	
Antônio Wellington Vaz dos Santos	
José Neurismar Bezerra de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040414</b>	

**CAPÍTULO 15 ..... 135**

USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
Lueni Gonçalves Terra  
José Luiz Silvério da Silva  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Mirta Teresinha Petry

**DOI 10.22533/at.ed.45619040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO SUL-RS

Gabriel D'Avila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
José Luiz Silvério da Silva  
Gustavo Rinaldo Scaburi  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Jennyfer Selong Redel

**DOI 10.22533/at.ed.45619040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA) NO CONTROLE DE BOMBAS DE SANGUE DE FLUXO CONTÍNUO

Gabriel Furlan  
Tarcisio Fernandes Leão  
José William Rodrigues Pereira  
Victor Freitas Souto  
Eduardo Guy Perpétuo Bock

**DOI 10.22533/at.ed.45619040417**

**CAPÍTULO 18 ..... 162**

CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

Rosana Nunes dos Santos  
Vinicius Oliveira Nascimento Louro  
Nadine Rubliauskas Wahbe  
Tiago Senra Garcia dos Santos  
Aron José Pazin de Andrade  
Bruno Utiyama da Silva  
Carlos Augusto Cardoso Pedra

**DOI 10.22533/at.ed.45619040418**

**CAPÍTULO 19 ..... 173**

CONTROLE DO CONVERSOR BUCK PARA MÓDULOS DA CADEIRA DE RODAS COM USO DE LMIs

Ruberlei Gaino  
Márcio Roberto Covacic  
Rodrigo da Ponte Caun  
Pedro Henrique Bonilha Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.45619040419**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UMA ROTINA DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA EM IMPLANTES DE QUADRIL

Jorge Arturo Hinostroza Medina

Bianca Aleixo

Claudio Teodoro dos Santos

Rafael de Abreu Vinhosa

Mauricio de Jesus Monteiro

Ieda Vieira Caminha

André Maués Brabo Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.45619040420**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas

Deriks Karlay Dias Costa

Wellington José Figueiredo de Lima

Luciana de Azevedo Vieira

Rildo Cesar Dias Arrifano

Kleiber Tenório de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.45619040421**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 212**

## ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS

### **Francisco Jeandson Rodrigues da Silva**

Centro Universitário 7 de Setembro,  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Fortaleza – Ceará

### **Magna Lívia Neco Rabelo**

Centro Universitário Unifanor Wyden  
Fortaleza – Ceará

### **Antonio Marcos Teixeira**

Centro Universitário Unifanor Wyden  
Fortaleza – Ceará

### **Antônio Wellington Vaz dos Santos**

Centro Universitário Unifanor Wyden  
Fortaleza – Ceará

### **José Neurismar Bezerra de Oliveira**

Centro Universitário Unifanor Wyden  
Fortaleza – Ceará

**RESUMO:** O setor de energia eólica busca cada vez mais aprimorar na assertividade do potencial dos ventos para garantir a viabilidade de instalação de parques eólicos em uma determinada região. Para isto, é necessário ferramentas e programas computacionais adequados. A finalidade deste estudo é identificar a capacidade de previsão das velocidades de vento utilizando uma medição de vento real coletado de um anemômetro e realizar simulações no software de análise de vento dinamarquês (WASP) e observar os resultados para melhor escolha da turbina

eólica para o parque através dos resultados encontrados. A metodologia foi baseada em utilizar um simulador de análise de vento aplicando um medição de vento real de um determinado sitio. Foi utilizada na simulação informações de velocidade média e direção do vento em intervalo de integração horária, medidos de um anemômetro a uma altura da torre de 100 m no ano de 2016. A turbina escolhida foi a ENERCON E-82 E2 de 2,0 MW e a energia estimada pelo WASP foi de 10,63 GWh. Foi considerado um valor de velocidade nominal (U) encontrado de 9,35 m/s, fator de escala (A) de 10,4 e fator de forma (K) de 3,27. O fator de capacidade encontrado foi de 60,67%. Os resultados do WASP indicaram bons valores de geração de energia e fator de capacidade. Apesar de não termos a informação topográfica da medição do vento, os resultados estatísticos demonstrou que a área é favorável a instalação de um parque eólico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos eólicos. Simulador. WASP.

**ABSTRACT:** The wind energy sector is increasingly seeking to improve the assertiveness of wind potential to ensure the feasibility of installing wind farms in a given region. For this, adequate tools and software are required. The purpose of this study is to identify the wind speed prediction capability using a real

wind measurement collected from an anemometer and to perform simulations in the Danish wind analysis software (WAsP) and observe the results for better choice of wind turbine for the park through the results found. The methodology was based on using a wind analysis simulator applying a real wind measurement of a given site. In the simulation, mean velocity and wind direction information was used in an hourly integration interval, measured from an anemometer at a tower height of 100 m in the year 2016. The turbine of choice was ENERCON E-82 E2 of 2.0 MW and the energy estimated by the WAsP was 10.63 GWh. A nominal velocity ( $U$ ) value of 9.35 m / s, scale factor ( $A$ ) of 10.4 and form factor ( $K$ ) of 3.27 was considered. The capacity factor found was 60.67%. The results of the WAsP indicated good values of power generation and capacity factor. Although we did not have the topographic information of the wind measurement, the statistical results demonstrated that the area is favorable to the installation of a wind farm.

**KEYWORDS:** Wind resources. Simulator. WAsP.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria de energia eólica está liderando o caminho em energia renovável no mundo e cada vez mais no Brasil. A análise de micromodelos de parques eólicos na fase pré-construção é vital para garantir a viabilidade de cada projeto. À medida que os parques eólicos aproveitam o aumento da velocidade do vento devido às características topográficas complexas, a modelagem torna-se mais complicada e expandida. O WAsP (programa de análise de vento) é um modelo numérico linear que se tornou um padrão industrial para a criação de parques eólicos na Europa e muito utilizado mundialmente pelas indústrias, inclusive no Brasil.

O WAsP usa entradas topográficas junto com dados de meteorologia do local, projetando velocidade e direção do vento, durante um período de grade definida. A precisão do WAsP foi examinada para as mudanças definidas pelo usuário do WAsP editadas na velocidade do vento na altura do cubo em todos os locais. As projeções não editadas renderam os desvios mais baixos para as produções anuais líquidas (-1.2%), enquanto as correções do usuário excedem ou subestimam a produção de energia significativamente.

Alguns sitios dentro do layout dos parques eólicos são sobre estimativas da velocidade do vento, tanto por causa da rugosidade do terreno quanto pela proximidade com as florestas. O WAsP mostra significativa promessa em projeções através do layout da grade. Uma combinação de correções não editadas e de usuários é recomendada para o futuro local de análise de vento do parque.

O modelo numérico foi desenvolvido pela primeira vez em 1987 pelo Departamento de Energia Eólica da Universidade Técnica da Dinamarca. Foi desenvolvido para as análises apresentadas no European Wind Atlas. O programa emprega uma lista abrangente de modelos para projeção da extrapolação horizontal e vertical das

estatísticas do clima do vento (DEPARTAMENTO DE ENERGIA EÓLICA, 2012), a estimativa do clima e dos recursos eólicos (FRANK, et. al., 2001). O modelo WAsP é um modelo numérico linear que se baseia nos princípios físicos dos fluxos na camada limite atmosférica. O modelo foi validado por uma série de comparações entre estatísticas de vento medidas, modeladas e produção de parques eólicos (MILJØDATA, 2002). O programa é capaz de descrever o fluxo de vento em diferentes terrenos, perto de obstáculos e em pontos específicos.

Antes que o WAsP possa projetar e estimar velocidades de vento, direção e produção de energia em locais escolhidos, os dados de vento fornecidos devem ser analisados. As medidas de vento de 10 minutos são analisadas e um resumo estatístico do clima de vento é observado, específico do local, assim é possível calcular as suas características. A saída é uma rosa de vento e as distribuições de velocidade do vento em diferentes setores. Uma função de distribuição Weibull é então montada no histograma medido para fornecer parâmetros de fator de escala  $A$  e fator de forma  $k$  para cada setor. A distribuição de Weibull está bem estabelecida para uso com estatísticas de vento, pois a distribuição natural costuma se ajustar à forma de Weibull (SEGURO & LAMBERT, 2000).

Os dados do vento observados são convertidos em um clima de vento generalizado ou conjunto de dados de atlas de vento. As observações de vento foram limpas em relação às condições do local, tais como: abrigo (edifícios etc.), rugosidade superficial e orografia. Essa informação foi adquirida de diferentes fontes e foi convertida em um formato de mapa legível pelo WAsP. O programa utilizado para conversão foi o Global Mapper. Quando os dados foram convertidos em condições padrão, e transformado em parâmetros Weibull  $A$  e  $k$  para quatro padrões rugosidades, cinco alturas padrão acima do solo e 12 setores azimutais, pode então criar um atlas de vento geral. (FRANK, et. al., 2001).

O objetivo deste trabalho é utilizar uma medição de vento real coletado de um anemômetro (medidor de vento) e realizar simulações em um programa de análise de vento dinamarquês (WAsP) e observar os resultados para melhor escolha da turbina eólica e calcular a projeção de geração de energia para o sítio através dos resultados encontrados.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente antes de inserir os dados no WAsP, foi necessário realizar uma análise prévia das informações. Observou-se algumas lacunas nas informações, provavelmente ocasionado por falha no envio dos dados de medição do software comunicador e o centro de recebimento. Houveram falhas nos dias 20 de fevereiro, 23, 24, 29 de julho e 20 de novembro de 2016, sendo com maior intensidade no mês julho com 144 dados perdidos. Estes dias faltantes foram estimados para compor a análise.

A partir de feito a análise da base de dados, foi utilizado um simulador de análise

de vento (WAsP) aplicando um medição de vento real de um determinado sítio. O estudo foi feito apenas para fins acadêmico. Foi utilizado na simulação informações de velocidade média e direção do vento em intervalo de integração horária, medidos em um anemômetro a uma altura de 100 m no ano de 2016.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de saída do WAsP foi um histograma de probabilidade de Weibull, frequência relativa, melhor fator de escala e de forma, velocidade nominal e densidade de potência da série temporal analisada, conforme mostra Figura 01 exportado diretamente do programa para o Word.

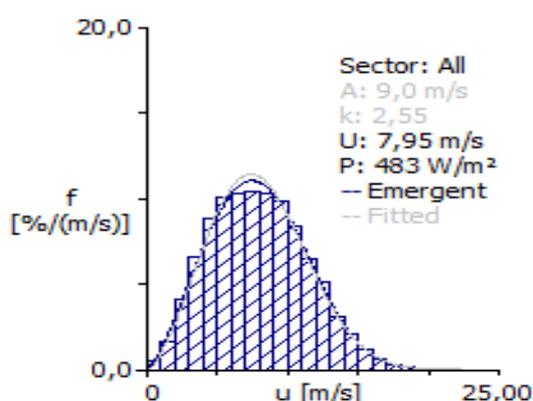


Figura 01 – Histograma de probabilidade de Weibull

Fonte: Autoria Própria

O fator de escala obtido foi 9,0 m/s, fator de forma K de 2,55 adimensional. A velocidade nominal de 7,95 m/s e a densidade de potência de 483 w/m<sup>2</sup>, estimados pelo WAsP estão especificados na Tabela 01.

Parameter	Measured	Emergent	Discrepancy
Mean wind speed [m/s]	unknown	7,95	unknown
Mean power density [W/m <sup>2</sup> ]	unknown	483 W/m <sup>2</sup>	unknown

Tabela 01 – Parâmetros extraído do WAsP

Fonte: Autoria Própria

Também foi encontrado a rosa dos ventos, indicando a direção predominante do vento, que foi para a região sul, conforme mostra a Figura 02.

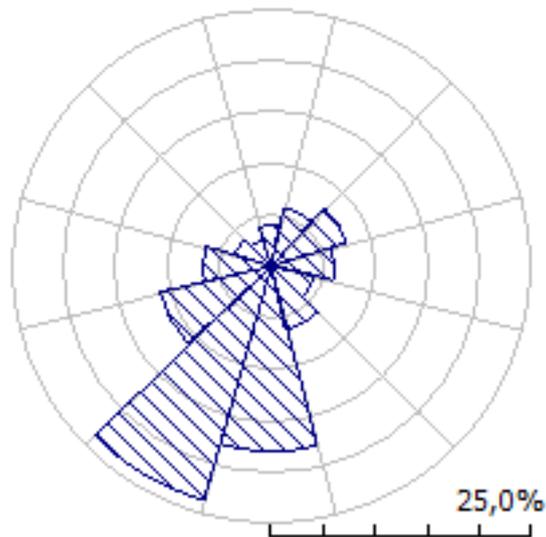


Figura 02 – Rosa dos ventos

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 02 mostra os parâmetros de forma, escala, velocidade nominal, densidade potência e frequência relativa, especificados por setor (12 setores). É evidente que o setor com melhor densidade de potência é o setor 8, com 23,7 W/m<sup>2</sup>.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	8,0	7,7	7,1	5,8	6,1	7,6	10,2	<b>10,4</b>	9,3	9,3	8,9	8,1
k	2,14	2,39	2,41	1,90	2,55	2,57	2,92	<b>3,27</b>	2,88	3,17	2,47	2,13
U	7,12	6,87	6,28	5,16	5,45	6,79	9,07	<b>9,35</b>	8,32	8,34	7,86	7,14
P	397	324	246	169	154	297	653	<b>673</b>	506	485	474	402
f	4,0	5,9	7,5	6,0	4,4	6,4	18,0	<b>23,7</b>	11,0	6,7	3,7	2,7

Tabela 02 – Parâmetros encontrados para cada Setor

Fonte: Autoria Própria

A Figura 03 mostra a rosa dos ventos e histograma do setor 8, que mostrou-se ter a direção predominante, com uma densidade de potência (P) de 673 W/m<sup>2</sup>, fator de escala (A) de 10,4 m/s, fator de forma (k) de 3,27 e velocidade nominal (U) de 9,35 m/s

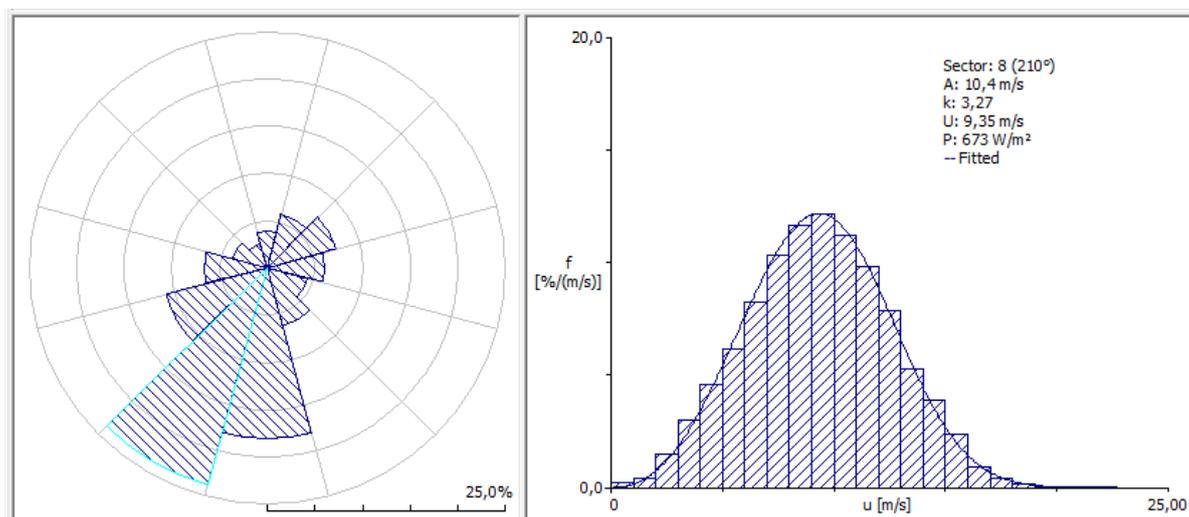


Figura 03 – Histograma da direção predominante representa o melhor (setor 8)

Fonte: Autoria Própria

A turbina escolhida foi a ENERCON E-82 E2 2,0 MW e a energia estimada pelo WAsP para esta turbina foi de 10,63 GWh. Foi considerado um valor de velocidade nominal ( $U$ ) de 9,35, fator de escala ( $A$ ) de 10,4 e fator de forma ( $K$ ) de 3,27, conforme encontrado anteriormente na Tabela 02 (setor 8), na análise do vento. O fator de capacidade encontrado foi de 60,67%.

#### 4 | CONCLUSÕES

Os resultados do WAsP indicaram bons valores de geração de energia e fator de capacidade para ambas as simulações realizadas. Apesar de não termos a informação topográfica da medição do vento, os resultados estatísticos demonstrou que a área é favorável a instalação de um parque eólico.

Simulando o parque com os modelos de aerogeradores escolhidos, buscou-se encontrar o modelo que melhor se adequa ao regime de ventos da determinada região, avaliando seus fatores de capacidade. O modelo Enercon E-82 2,0 MW e 100 m de altura do cubo foi o que obteve os melhores resultados, com fator de capacidade de 60,67%, enquanto que a Enercon E-82 de 2,3 MW também resultou em um fator de capacidade bom, de 47%. A escolha da Enercon foi devido ser amplamente utilizado no país. Por este motivo, optou-se pelo aerogerador Enercon, marca mais popular e com três fábricas no Brasil, a mais próxima no estado de São Paulo. O modelo E-82 de 2,0 MW combinou bons resultados de fator de capacidade e geração de energia elevados, tornando-o a opção escolhida.

É importante mencionar que apesar do vento possuir uma boa potência disponível na direção predominante do vento, que de acordo com a densidade ( $673 \text{ W/m}^2$ ) e área varrida ( $5.281 \text{ m}^2$ ) encontrado, foi de 3,55 MW e energia de 31,13 GWh/ano, enquanto que, a turbina escolhida e simulada no WAsP gerou 10,63 GWh/ano, que tal diferença

é devido o programa considerar o coeficiente de potência e o rendimento da máquina e também no Datasheet da máquina informa uma densidade de potência de 435,5 W/m<sup>2</sup>, que é menor que densidade simulada.

## REFERÊNCIAS

WAsP. (2012, July 26). WAsP. Retrieved November 15, 2012, from <http://www.wasp.dk/Products/WAsP.aspx>

Frank, H. P., Rathmann, O., Mortensen, N. G., & Landberg, L. (2001). **The Numerical Wind Atlas - the KAMM/WAsP Method**. Roskilde, Denmark: Riso.

Miljødata, E. o. (2002). **Case studies calculating wind farm production-Main Report**. Denmark: Energi- og Miljødata.

Seguro, J., & Lambert, T. (Volume 85, Issue 1, March 2000). **Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy analysis**. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 75–84.

Frank, H. P., Rathmann, O., Mortensen, N. G., & Landberg, L. (2001). **The Numerical Wind Atlas - the KAMM/WAsP Method**. Roskilde, Denmark: Riso.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-245-6



9 788572 472456