

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de
23/07/2023

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until July 23, 2023

ALEXANDRE NICOLAU SCHUBERT

**MODELAGEM E CARACTERIZAÇÃO DA VELOCIDADE DOS VENTOS NO
MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP**

Botucatu

2021

ALEXANDRE NICOLAU SCHUBERT

**MODELAGEM E CARACTERIZAÇÃO DA VELOCIDADE DOS VENTOS NO
MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Sérgio Augusto Rodrigues

Coorientador: Alexandre Dal Pai

Botucatu

2021

S384m Schubert, Alexandre Nicolau
Modelagem e caracterização da velocidade dos ventos no município de Botucatu-SP / Alexandre Nicolau Schubert. -- Botucatu, 2021
68 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Sérgio Augusto Rodrigues
Coorientador: Alexandre Dal Pai

1. Energia Eólica. 2. Modelos Probabilísticos. 3. Estação Meteorológica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MODELAGEM E CARACTERIZAÇÃO DA VELOCIDADE DOS VENTOS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP

AUTOR: ALEXANDRE NICOLAU SCHUBERT

ORIENTADOR: SERGIO AUGUSTO RODRIGUES

COORIENTADOR: ALEXANDRE DAL PAI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO AUGUSTO RODRIGUES (Participação Virtual)
Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Sergio Rodrigues

Prof.^a Dr.^a VALERIA CRISTINA RODRIGUES SARNIGHAUSEN (Participação Virtual)
Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

PI
Sergio Rodrigues

Prof. Dr. PAULO ANDRÉ DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Agronegócio / Faculdade de Tecnologia de Botucatu

PI
Sergio Rodrigues

Botucatu, 23 de julho de 2021

À minha família,
dedico,

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Augusto Rodrigues, pela orientação, ensinamentos, paciência e amizade.

Ao Prof. Dr. Alexandre Dal Pai, pela coorientação, pela introdução no caminho da pesquisa científica, incentivo e compartilhamento de seus conhecimentos.

À todos os professores e funcionários da UNESP Botucatu.

“Aquilo que persistimos em fazer torna-se mais fácil de realizar; não que a natureza da tarefa mude, mas nossa capacidade aumenta”.

A IGREJA DE JESUS CRISTO DOS SANTOS DOS
ÚLTIMOS DIAS. **Ensinamentos dos Presidentes da Igreja:**
Heber J. Grant. São Paulo: Intellectual Reserve, Inc, 2003.

RESUMO

Conhecer como o vento se comporta é importante em diversas áreas, na agricultura interfere diretamente em seus processos. De uma forma geral, este trabalho teve por objetivo descrever e caracterizar os ventos a dois e dez metros do solo do município de Botucatu-SP, quanto a sua direção predominante e intensidade de sua velocidade, avaliando seu comportamento sazonal, bem como ajustar modelos probabilísticos para determinar as probabilidades de ocorrência de diferentes velocidades, verificar horários e períodos favoráveis para a pulverização agrícola e conseqüentemente, fornecer subsídios para trabalhos futuros que visem o melhor aproveitamento eólico para fins agrícolas e geração de energia. Foram utilizados dados da velocidade do vento a 2 metros da superfície do solo de uma estação meteorológica analógica (EMA) e de 2 e 10 metros da superfície do solo de uma estação meteorológica digital (EMD), ambas localizadas na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, SP. A velocidade média do vento a dois metros no município de Botucatu foi de 1,80 m/s, enquanto a velocidade mínima foi de 0,0 m/s e a máxima de 5,91 m/s. A direção predominante no período estudado foi a direção SE (Sudeste), com a ocorrência de 41,92 %, enquanto a menor ocorrência (2,79 %) de ventos foi na direção NE (Nordeste). O horário que apresenta condições de velocidade do vento ideais para a pulverização agrícola considerando o intervalo de velocidade entre 0,83 e 2,78 m/s em todos os meses é das 12 h as 18 h (>65%). A probabilidade de ocorrer um vento com velocidade acima de 2,5 m/s em um determinado dia no município de Botucatu/SP é de aproximadamente 9,46%.

Palavras-chave: energia eólica; modelos probabilísticos; estação meteorológica.

ABSTRACT

Knowing how the wind behaves is important in several areas, in agriculture it directly interferes in its processes. In general, this work aimed to describe and characterize the winds at two and ten meters above the ground in the municipality of Botucatu-SP, regarding their predominant direction and intensity of their speed, evaluating their seasonal behavior, as well as adjusting probabilistic models to determine the probability of occurrence of different speeds, check favorable times and times for agricultural spraying and, consequently, provide subsidies for future work aimed at better wind use for agricultural purposes and energy generation. Wind speed data at 2 meters from the ground surface of an analog meteorological station (EMA) and from 2 and 10 meters from the ground surface of a digital meteorological station (EMD) were used, both located at the Faculty of Agronomic Sciences of Unesp, Botucatu, SP. The average wind speed at two meters in the municipality of Botucatu was 1.80 m/s, while the minimum speed was 0.0 m/s and the maximum was 5.91 m/s. The predominant direction in the studied period was the SE direction (Southeast), with the occurrence of 41.92%, while the lowest occurrence (2.79%) of winds was in the NE direction (Northeast). The time that presents ideal wind speed conditions for agricultural spraying considering the speed range between 0.83 and 2.78 m/s every month is from 12:00 to 18:00 (>65%). The probability of occurring a wind with speed above 2.5 m/s on a given day in the municipality of Botucatu/SP is approximately 9.46%.

Keywords: wind energy; probabilistic models; weather station.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Definição dos Ventos.	23
Figura 2 - Localização da área de estudo no município de Botucatu, SP.	27
Figura 3 - Anemômetro analógico da EMA.....	28
Figura 4 - Pluviômetro modelo Ville de Paris da EMA.....	28
Figura 5 - Anemômetro MET One 034B Wind Set.	29
Figura 6 - Sensor Temperatura do Ar HC2S3.	30
Figura 7 - Pluviômetro - TB4 Rain Gage.	300
Figura 8 - Datalogger CR1000	31
Figura 9 - Médias diárias por ano (barras) e média diária geral da velocidade dos ventos (linha vermelha) no período de 1971 a 2013.	37
Figura 10 - Precipitação anual (barras) e média diária por ano de temperatura (linha) no período de 1971 a 2013.	38
Figura 11 - Coeficiente de Variação da velocidade média diária anual das medições analógicas à 2 metros do solo no período de 1971 a 2013.....	39
Figura 12 - Média por mês (barras), média geral (linha vermelha) de ventos diários a dois metros (m/s).....	40
Figura 13 - Coeficiente de Variação de ventos diários a dois metros (m/s).....	40
Figura 14 - Histograma da velocidade média diária por mês das medições analógicas à 2 metros do solo no período de 1971 a 2013.....	41
Figura 15 - Histograma e polígono de frequência acumulado dos dados de velocidade de ventos diários a dois metros (m/s).....	42
Figura 16 - Histograma dos dados de velocidade de ventos diários a 2m (m/s) e curvas ajustadas das distribuições Gama, LogNormal, Weibull.	43
Figura 17 - Direção e velocidade do vento médio a 2m de altura do solo em Botucatu, SP, durante o período de 22 de dezembro de 2014 a 19 de março de 2021.	45
Figura 18 - Velocidade média do vento em função das direções cardeais a 2m de altura do solo em Botucatu, SP, durante o período de 22 de dezembro de 2014 a 19 de março de 2021.....	46

Figura 19 - Médias diárias por ano (barras) e média diária geral da velocidade dos ventos (linha vermelha) de 2 m (EMD) no período de 2015 a 2020.	47
Figura 20 - Coeficiente de Variação da velocidade média anual das medições digitais à 2 metros do solo no período de 2015 a 2020	48
Figura 21 - Média por mês (barras), média geral (linha vermelha) de ventos diários a dois metros (m/s).	49
Figura 22 - Coeficiente de Variação de ventos diários a dois metros (m/s)	49
Figura 23 - Calendário diário da velocidade média do vento a 2 m	51
Figura 24 - Calendário diário do desvio padrão do vento a 2 m	52
Figura 25 - Histograma e polígono de frequência acumulado dos dados de velocidade de ventos horário a dois metros (m/s).	54
Figura 26 - Direção e velocidade do vento médio a 2m de altura do solo em Botucatu, SP, durante o período de 22 de dezembro de 2014 a 19 de março de 2021 por estação climática.	55
Figura 27 - Velocidade média do vento em função das direções cardeais a 2m de altura do solo em Botucatu, SP, durante o período de 22 de dezembro de 2014 a 19 de março de 2021 por estação climática.....	56
Figura 28 - Velocidade média do Vento a 2 metros de altura.	57
Figura 29 - Coeficiente de Variação horário das medições digitais realizadas a cada 5 minutos	58
Figura 30 - Histograma da Velocidade Média Mensal (m/s) dos ventos a 2m por estações.	59
Figura 31 - Condições de velocidade do vento ideais (%) para a pulverização agrícola em diferentes horários média estação/mensal, considerando o intervalo de velocidade entre 0,83 e 2,78 m/s (3 e 10 km/h)...	61

QUADROS

Quadro 1 - Escala Beaufort.....	24
Quadro 2 - Relação de rumos e o azimute.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médio, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV), Mediana, Mínimo e Máximo das médias anuais de Velocidade do Vento a 2 metros, Temperatura e Precipitação anual (EMA)	38
Tabela 2 - Estimativa das distribuições ajustadas, erro padrão e resultado do critério AIC	43
Tabela 3 - Probabilidade de ocorrência (em %) de um dia com ventos a 2 metros acima dos diferentes valores de velocidades estipulados em x (m/s)	43
Tabela 4 - Média, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV), Mediana, Mínimo e Máximo das médias anuais de Velocidade do Vento a 2 metros (EMD)	47
Tabela 5 - Média, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV), Mediana, Mínimo e Máximo por mês de Velocidade do Vento a 2 metros (EMD)	53
Tabela 6 - Média, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV), Mediana, Mínimo e Máximo das médias Horárias de Velocidade do Vento a 2 metros (EMD)	53
Tabela 7 - Condições de velocidade do vento ideais (%) para a pulverização agrícola em diferentes horários do dia/mês, considerando o intervalo de velocidade entre 0,83 e 2,78 m/s (3 e 10 km/h).	60
Tabela 8 - Comparativo de favorabilidade da velocidade do vento para pulverização agrícola entre Botucatu/SP e São Luiz Gonzaga/RS, (FERNANDES,2019), considerando o intervalo de velocidade entre 0,83 e 2,78 m/s (3 e 10 km/h).....	61
Tabela 9 - Estatística Descritiva, Teste T2 de Hotelling, Teste de Box e ICS	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	Objetivos.....	22
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Estação meteorológica e clima local.....	27
3.2	Instrumentos de Medição.....	28
3.2.1	Estação meteorológica analógica (EMA).....	28
3.2.2	Estação meteorológica digital (EMD).....	29
3.3	Caracterização da base de dados e procedimentos de análise.....	32
3.3.1	Estação meteorológica analógica (EMA).....	32
3.3.2	Estação meteorológica digital (EMD).....	32
3.3.3	Softwares para análises e gráficos.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Estação meteorológica analógica (EMA).....	37
4.1.1	Evolução temporal da velocidade dos ventos a dois metros de altura no município de Botucatu (dados analógicos).....	37
4.1.2	Ajustes de modelos probabilísticos para caracterização da velocidade dos ventos no município de Botucatu (dados analógicos).....	42
4.2	Estação meteorológica digital (EMD).....	44
4.2.1	Caracterização da direção e velocidade do vento a dois metros de altura em Botucatu-SP (dados digitais).....	44
4.2.2	Caracterização sazonal da velocidade média horária do vento a dois metros de altura em Botucatu-SP (dados digitais).....	54
4.2.3	Aplicação dos dados na pulverização de defensivos agrícolas (dados digitais).....	59
4.2.4	Estatística multivariada para comparação da velocidade dos ventos entre dois períodos de medição a 2m e 10m do solo.....	61
5	CONCLUSÕES.....	63
	REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

Desde o início de sua existência o homem tem observado as forças da natureza que tem grande influência em sua vida cotidiana, de tal forma que a humanidade procurou utilizá-las em seu favor, tal como a força do vento, a qual tem sido aproveitada de inúmeras formas ao longo de milhares de anos (DUTRA, 2008).

Povos e civilizações da antiguidade associavam o vento às divindades. Da mitologia grega, Éolo era o Deus supremo dos ventos e subordinados a ele existiam divindades para cada ponto cardinal (SCHUBERT, DAL PAI, RODRIGUES, 2017). Dessa forma, dependendo da direção do vento, diferentes divindades eram associadas a diferentes estações e condições climáticas (CANDIDO, NUNES, 2012; SCHUBERT, DAL PAI, RODRIGUES, 2017)).

O vento é uma fonte de energia motriz podendo mover moinhos, veleiros, bombas de água e geradores de energia elétrica (DUTRA, 2008). Interfere no bem estar pessoal, aliviando a sensação de calor ou intensificando a sensação de frio (LEAL et al, 2017). Da mesma forma que pode dispersar poluentes, carregar poeira, terra, areia, fumaça e propagar o fogo. Impulsiona as ondas, modifica a topografia movendo dunas, esculpindo arenitos. Nas suas formas mais poderosas, furacões e ciclones, podem causar grandes destruições (SCHUBERT, DAL PAI, RODRIGUES, 2017).

Entre as diversas características meteorológicas que influencia em muitos processos agrícolas, destaca-se também a importância do vento. Especialmente a velocidade dos ventos próxima a superfície (dois metros do solo) apresenta interação com a evapotranspiração (LEMOS FILHO et al, 2010; ROCHA JUNIOR et al., 2020), com a polinização de espécies de algumas plantações (SOUZA DA SILVA JÚNIOR et al., 2020) e com sistemas de irrigação por aspersão, provocando distribuição não uniforme de água. Já a caracterização quanto a velocidade e direção dos ventos a dez metros possibilita avaliar o potencial da energia eólica. (CHAVES FILHO, 2016).

Neste cenário, destaca-se a importância de mensurar e caracterizar a direção e velocidade dos ventos em Botucatu para compreender melhor seu impacto na agricultura e seu potencial eólico local, justificando a necessidade de mensurar e

comparar suas características em diferentes estações no ano, bem como a avaliação de suas características temporais.

1.1 Objetivos

De uma forma geral, este trabalho teve por objetivo descrever e caracterizar os ventos a dois e dez metros do solo do município de Botucatu-SP, quanto a sua direção predominante e intensidade de sua velocidade, avaliando seu comportamento sazonal, bem como ajustar modelos probabilísticos para determinar as probabilidades de ocorrência de diferentes velocidades e, conseqüentemente, fornecer subsídios para trabalhos futuros que visem o melhor aproveitamento eólico para fins agrícolas e geração de energia.

Assim, os objetivos específicos são:

- 1) Avaliar a evolução temporal nos dados diários de ventos a dois e dez metros na cidade de Botucatu- SP.
- 2) Analisar o comportamento dos ventos junto ao solo (a dois metros de altura) no município de Botucatu-SP, verificando sua intensidade ao longo de 24 horas e sua direção predominante em diferentes estações climáticas. Pretende-se aqui, fornecer subsídios para novos trabalhos visando um melhor aproveitamento dos ventos na agricultura.
- 3) Ajustar algumas distribuições de probabilidade para descrever a velocidade dos ventos junto ao solo (a dois metros de altura) no município de Botucatu-SP, possibilitando determinar as probabilidades de ocorrência de diferentes velocidades e, conseqüentemente, fornecer subsídios para trabalhos futuros que visem o melhor aproveitamento eólico para fins agrícolas;
- 4) Apresentar um procedimento estatístico multivariado para comparar simultaneamente a velocidade do vento (a 2 e 10 metros) em dois momentos distintos (verão/primavera e outono/inverno).
- 5) Verificar horários e períodos favoráveis para a pulverização agrícola.

5 CONCLUSÕES

A velocidade média anual do vento a dois metros no município de Botucatu foi de 1,5 m/s com um desvio padrão 0,92 m/s, enquanto a velocidade mínima foi de 0,1 m/s e a máxima de 5,97m/s, quando considerados os dados analógicos (EMA)

O modelo probabilístico que apresentou melhor ajuste para a distribuição dos dados analógicos (EMA) da velocidade dos ventos a dois metros, baseado no critério de Informação de Akaike, foi a distribuição Weibull podendo ser usada para simulações de cenários de intensidade do vento. Observou-se que 90,5% dos dias analisados apresentaram velocidade diária dos ventos a dois metros de até 2,5m/s (dados reais), enquanto a partir do modelo de Weibull ajustado, a probabilidade de se observar uma velocidade de até 2,5 m/s foi de 90,54% (estimativa), indicando um bom ajuste.

Quando considerados os dados digitais (EMD), a velocidade média do vento a dois metros no município de Botucatu foi de 1,80 m/s, enquanto a velocidade mínima foi de 0,0 m/s e a máxima de 5,91 m/s. A direção predominante no período estudado foi a direção SE (Sudeste), com a ocorrência de 41,92 %, enquanto a menor ocorrência (2,79 %) de ventos foi na direção NE (Nordeste).

Na estação meteorológica digital (EMD), a velocidade média dos ventos em cada estação climática possuem comportamento semelhantes entre as horas do dia, sendo os meses de novembro e outubro, agosto e setembro (primavera e inverno) apresentando maior velocidade média. Em relação aos valores máximos de velocidade média do vento, verificou-se que estes ocorreram por volta das 12h para todos os meses analisados. Verificou-se também, para este horário, os menores valores do coeficiente de variação em relação às demais horas do dia.

A direção predominante em todas as estações foi a direção SE (Sudeste) com a ocorrência variando de 48,60 % na Primavera a 35,88 % no Verão, o que coincide com a direção predominante do período total sem considerar as estações climáticas (41,92%).

Em Botucatu foi verificado uma previsibilidade da direção dos ventos que facilita as aplicações que necessitem entender a direção dos ventos.

A porcentagens de condições de velocidade do vento ideais para a pulverização de defensivos agrícolas considerando o intervalo de velocidade entre

0,83 e 2,78 m/s no horário 12 h as 18 h apresentam a melhor porcentagem (>65%) em todos os meses.

Este trabalho é uma pesquisa de base que poderá dar subsídios para estudos futuros de ventos a dois metros e dez metros, tanto na área agrícola, como irrigação, pulverização, conforto térmico, construção civil, geração de energia.

REFERÊNCIAS

A IGREJA DE JESUS CRISTO DOS SANTOS DOS ÚLTIMOS DIAS. **Ensinos dos Presidentes da Igreja: Heber J. Grant**. São Paulo: Intellectual Reserve, Inc, 2003.

AKAIKE, H. **Information measures and model selection**. Amsterdam: International Statistical Institute, 1983.

CAMPBELL SCI. **CR1000X Measurement and Control Datalogger: Product Manual**. Logan: Campbell, 2021.

CAMPBELL SCI. **HC2S3 Temperature and Relative Humidity Probe: Product Manual**. Logan: Campbell, 2018..

CAMPBELL SCI. **Met One 034B Wind Set: Instruction Manual**. Logan: Campbell, 2017.

CAMPBELL SCI. **TB4, TB4MM, CS700, CS700H : Tipping Bucket Rain Gages: Product Manual**. Logan: Campbell, 2019.

CANDIDO, Daniel Henrique; NUNES, Lucí Hidalgo. Mitologia e cimatologia: um estudo das divindades relacionadas à ocorrência de tempo severo. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s.l.], v. 11, dez. 2012. issn 2237-8642. disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/27788>>. Acesso em: 30 set. 2018.

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F. Caracterização da dinâmica dos ventos em Curitiba-PR. **Geosp espaço e tempo** (online), [s. L.], v. 22, n. 1, p. 227-240, 2018. Doi: 10.11606/ issn. 2179-0892. Geosp. 2018. 123088. Disponível em: <<https://www.Revistas.Usp.Br/geosp/article/view/123088>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

CHAVES FILHO, J. B. **Variabilidade da velocidade do vento a 10 metros para a região nordeste do Brasil**. Campina Grande, 2016. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, 2016.

CHECHETTO, R G. **Potencial de da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. Dissertação (mestrado em energia na Agricultura) Unesp, 2011. Disponível em <<http://www.pg.fca.unesp.br/teses/pdfs/arq0674.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

DANTAS, R. T; SILVA, V.P. R. Estudo da velocidade do vento em Botucatu através da distribuição gama incompleta. In: ENCONTRO LATINOAMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2004. p. 8-11.

Dutra, R. Energia Eólica: Princípios e Tecnologias. **CRESESB**, Rio de Janeiro 2008. Disponível: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018

JOHNSON, N. L.; KOTZ, S.; BALAKRISHNAN, N. **Continuous univariate distributions**. New York: John Wiley & Sons, 1995.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**, 6th Edition. New Jersey: Prentice-Hall International, 2007.

LEAL, L. R. et al. Análise de Índices de Conforto Térmico Urbano associados às Condições Sinóticas de Vitória (ES), Brasil. In: II ENCONTRO NACIONAL SOBRE REABILITAÇÃO URBANA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: DO EDIFÍCIO PARA A ESCALA URBANA, 363-372., 2017, Portugal . **Anais...** Disponível em: <https://lpp.ufes.br/an%c3%a1lise-de-%c3%adndices-de-conforto-t%c3%a9rmico-urbano-associados-%c3%a0s-condi%c3%a7%c3%b5es-sin%c3%b3ticas-de-vit%c3%b3ria-es-brasil>. Acesso em 19 mai. 2021.

LEMOS FILHO, Luis C. A. et al. Análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência em Minas Gerais. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande , v. 14, n. 12, p. 1294-1303, Dec. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010001200007&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 21 mai. 2021.

LIBERATO, Ailton Marcolino. Direção e velocidade do vento em Cuiabá - MT / Brasil. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, Ano 6, Volume 1, 2019, Pamas. **Anais do Contecc 2019 ...** Palmas, CONFEA, 2019. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2019/agronomia/dire%c3%87%c3%83o%20e%20velocidade%20do%20vento%20em%20cuiaba-mt-brasil.pdf>> Acesso em: 19 abr. 2021.

MORAIS, Giuliana Mairana de et al.. Caracterização da Velocidade e Direção do Vento em Mossoró/RN. 2014. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 746-754, nov. 2014. ISSN 1984-2295. <Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233257>> . Acesso em: 20 mai. 2021.

MUNHOZ, F. C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.1, 30-34, 2008. <Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v23n1/03.pdf> .> Acesso em: 27 ago. 2019

OLIVERA, S. de. Fundamentos de meteorologia e climatologia. Capítulo 8 - Movimentos Atmosféricos .2014. Disponível em: < <https://www.ufrb.edu.br/neas/documento/category/8-cca-035-meteorologia-e-climatologia-agricola?download=45:cap-9-vento>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R **Foundation for Statistical Computing, Vienna**, Austria. 2014. Disponível em: < URL <http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

ROCHA JUNIOR, Rodrigo Lins da et al . Mudança de Longo Prazo e Regionalização da Evapotranspiração de Referência no Nordeste Brasileiro. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo , v. 35, n. spe, p. 891-902, Dec. 2020 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862020000500891&lng=en&nrm=iso> . Acesso em: 17 mai. 2021.

Santos, Fábio et al. Análise estatística da velocidade do vento em Petrolina-PE utilizando as distribuições Weibull e a Burr. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. 4. 057. 10.2422, 2019. Disponível em: <Journal of Environmental Analysis and Progress. 4. 057. 10.24221/jeap.4.1.2019.2057.057-064.> Acesso em: 20 maio 2021.

SARNIGHAUSEN, Valéria Cristina Rodrigues et al.. Estimativa da evapotranspiração de referência para Botucatu-SP por meio de modelos de regressão. **Revista Brasileira de Climatologia**, São José dos Campos, 2021. Disponível em:< <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14911/7810>>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SCHUBERT, A.N.; DAL PAI, A.; RODRIGUES, S. A. Evolução temporal da velocidade dos ventos a dois metros de altura no município de Botucatu. In: V JORNACITEC, 2016, Botucatu. **Anais ... Botucatu: Fatec Botucatu**, 2016. Disponível em: < <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/viewFile/811/1081> >. Acesso em: 23 jan. 2020.

SCHUBERT, A.N.; DAL PAI, A.; RODRIGUES, S. A. Ajustes de modelos probabilísticos para caracterização da velocidade dos ventos no Município de Botucatu. In: V JORNACITEC, 2016, Botucatu. **Anais ... Botucatu: Fatec Botucatu**, 2016. Disponível em: < <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/viewFile/807/1032> >. Acesso em: 23 jan. 2020.

SCHUBERT, A.N.; DAL PAI, A.; RODRIGUES, S. A. Caracterização sazonal da velocidade média horária do vento a dois metros de altura em Botucatu-SP. In: VI JORNACITEC, 2017, Botucatu. **Anais ... Botucatu: Fatec Botucatu**, 2017. Disponível em: < <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1061/1526> >. Acesso em: 23 jan. 2020.

SCHUBERT, A.N.; DAL PAI, A.; RODRIGUES, S. A. Estatística multivariada para avaliação de características do vento em dois períodos. In: VII JORNACITEC, 2018, Botucatu. **Anais ... Botucatu: Fatec Botucatu**, 2018. Disponível em: < <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIIJTC/VIIJTC/paper/viewFile/1607/1858>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

SOUZA DA SILVA JÚNIOR, Oseias et al. Síndromes de dispersão e polinização em uma unidade de conservação na Amazônia. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 765-782, jul. 2020. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8157>. Acesso em: 17 mai. 2021.

VAREJÃO-SILVA, M, A. Meteorologia e Climatologia. **Esalaq**, Versão digital 2. Recife, Pernambuco: 2006, 449p. .<Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/>

aulas/lce5702/ Meteorologia _e_ Climatologia_ VD2 _ Mar_2006.pdf> . Acesso em: 10 ago. 2019.

Vianello, R. L, Alves, A. R.. **Meteorologia básica e Aplicações**. Viçosa: Ed. UFV, 2012.

WMO, World Meteorological Organization. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. **WMO**, No. 8, 5th edition, Geneva, Switzerland, 1983. Disponível em: <[https:// www.wmo.int/ pages/ prog/ gcos/ documents/ gruanmanuals /CIMO/ CIMO_ Guide-7th_Edition-2008.pdf](https://www.wmo.int/pages/prog/gcos/documents/gruanmanuals/CIMO/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2019.