



Caracterização do regime de ventos em Laguna, Santa Catarina

Angelica Colombo Ponciano¹,

Álvaro José Back²

Resumo: O vento exerce influência em várias atividades humanas e também na fauna e flora. O conhecimento do regime dos ventos locais é importante para o planejamento das atividades agrícolas e também para diversas atividades de engenharia. Este estudo teve como objetivo realizar a caracterização do regime de ventos de Laguna, Santa Catarina. Foram utilizados os dados de vento registrados na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), localizada no farol de Santa Marta, município de Laguna, referente ao período de 06/2008 a 05/2021. Foram determinadas as velocidades médias e direção predominante do vento para cada mês. Concluiu-se que a velocidade média mensal do vento varia de $5,8 \text{ ms}^{-1}$ em junho a $7,9 \text{ ms}^{-1}$ em agosto. A velocidade média do vento durante o dia é ligeiramente superior a velocidade durante a noite, com diferenças variando de 2% em agosto a 26% em abril. No trimestre de abril a junho ocorrem os menores valores de velocidade do vento enquanto os maiores valores ocorrem no trimestre de outubro a dezembro. A direção predominante do vento é NE e SW.

Palavras-chave: Energia eólica; climatologia, velocidade do vento.

Characterization of the wind regime in Laguna, Santa Catarina

Abstract: The wind exerts influence on various human activities and also on the fauna and flora. Knowledge of the local wind regime is important for planning agricultural activities and also for various engineering activities. This study aimed to characterize the wind regime in Laguna, Santa Catarina. Wind data recorded at the Meteorological Station of the National Institute of Meteorology (Inmet), located in the Santa Marta lighthouse, municipality of Laguna, for the period from 06/2008 to 05/2021 were used. The average speeds and predominant wind direction for each month were determined. It was concluded that the average monthly wind speed varies from 5.8 ms^{-1} in June to 7.9 ms^{-1} in August. The average wind speed during the day is slightly higher than the speed during the night with differences ranging from 2% in August to 26% in April. In the quarter from April to June, the lowest values of wind

¹ Técnica em Edificações, Acadêmica do Curso de Física da Universidade do Extremo Sul Catarinense, angelicaponciano@live.com.

² Eng. Agrônomo, Dr. em Engenharia, professor da Universidade do Extremo Sul, ajb@unesc.net.



speed occur while the highest values occur in the quarter from October to December. The predominant wind direction is NE and SW.

Key-words: Wind energy; climatology, wind speed

Introdução

O vento pode ser definido de maneira simplificada como o movimento de deslocamento das massas de ar de zonas de alta pressão para zonas de baixa pressão (NASCIMENTO; TUBELIS, 1984). O vento tem importância notável sobre a vida humana, devido a sua influência nas estruturas das cidades, na aviação, navegação, agricultura, geração de energia limpa e também como fator na determinação do clima que afetam todas as atividades antrópicas e naturais (CAMARGO et al. 1994; LIMA, 2008; SANTOS et al., 2006). No meio urbano é um elemento importante na dispersão de poluentes na atmosfera, cujo conhecimento destas informações permite a correta instalação de indústrias, de modo que, por exemplo, não prejudiquem as áreas residenciais (MUNHOZ; GARCIA, 2008).

Siqueira et al. (2014) destacam que ventos são fatores modificadores do clima e do tempo tendo uma forte influência na fauna, flora e nas atividades humanas. A ação do vento também afeta a atividade de várias espécies de animais, destacando-se os insetos polinizadores (KLAR, 1984). O vento interfere em várias atividades agrícolas, como na aplicação de defensivos agrícolas (AREVALO; CAMARGO, 1982), na irrigação por aspersão.

Na engenharia a ação do vento interfere no conforto térmico e na durabilidade dos materiais. Vários estudos mostram o efeito conjunto da chuva e velocidade do vento, denominado de chuva dirigida, na degradação das superfícies e fachadas das edificações (BACK ; HERDT, 2013; ZANONI et al., 2018; BAPTISTA et al., 2019). Araújo e Dornelles (2022) ressaltam que a ação do vento pode induzir a geração de forças que podem causar fadiga, fissuras ou quebras de telhas e dessa forma afetam a durabilidade dos materiais. No entanto, as maiores preocupações são com relação aos efeitos dos ventos mais intensos que causam danos a infraestrutura. Sudback (2016) destaca a importância de determinar os esforços provenientes

do efeito aerodinâmicos do vento nas edificações. Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), discutem a importância do efeito do vento na circulação da água em reservatórios e sua influência na qualidade da água. Gisler et al. (2011) afirmam que direção do vento é de grande interesse para as atividades operacionais nos lançamentos de foguetes.

O vento pode ser usado como fonte de energia, sendo que o Brasil possui considerável potencial eólico, principalmente na região Nordeste (ABEEÓLICA, 2017). Costa e Lura (2012) ressaltam que devido a preocupação mundial voltada para a preservação do meio ambiente, a energia eólica vem ocupando lugar de destaque na matriz energética de muitos países. Os autores destacam vários pontos positivos do uso da energia eólica e que para que a energia eólica seja considerada tecnicamente viável, é necessário que seu potencial seja maior ou igual a 500 W.m^{-2} , a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m.s^{-1} . Usualmente, a geração elétrica se inicia com velocidades de vento da ordem de 3,0 m.s^{-1} (ANEEL, 2005).

Lira et al. (2017) afirmam que o aumento dos parques eólicos observado nas últimas décadas no Brasil ressaltando a importância de estudos sobre o regime dos ventos, principalmente com o objetivo de identificar possíveis sítios de energia eólica e compreender o comportamento das massas de ar predominantes em determinadas regiões do país. De acordo com estes autores o principal problema que existe na realização de pesquisas com energia eólica é a falta de informações para este fim, pois o ideal é se utilizar dados a partir de torres anemométricas situadas em locais adequados.

A velocidade do vento é uma grandeza vetorial, portanto, para sua completa definição, exige da indicação do módulo, direção e sentido. O módulo é a intensidade do vento, normalmente determinada por anemômetros ou anemógrafos. A direção e o sentido do vento são dados simplesmente pela indicação do local de onde ele vem, podendo ser expressa em ângulo ou pela posição em relação aos pontos cardeais segundo a rosa dos ventos (BACK, 2020). Velocidade e direção do vento são de suma importância para o monitoramento e previsão de padrões de tempo e do clima global.

Mariano et al. (2017) destacam que no Brasil, uma das maiores dificuldades relacionadas com estudos da variabilidade espacial e temporal do vento, é a falta de dados observados. Neste sentido este estudo teve como objetivo analisar a variação sazonal da direção e velocidade do vento de Laguna, Santa Catarina.

Materiais e método

Foram utilizados os dados de vento registrados na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), localizada no Farol de Santa Marta, município de Laguna. A estação tem código A866 e está localizada nas coordenadas latitude 28,6042° S, longitude 48,8133°W e altitude 52 m. Os dados foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) (INMET, 2017). Foram usados dados horários de velocidade e direção do vento registrado na estação meteorológica automática, no período de 06/2008 a 05/2021. A velocidade do vento é medida a 10 metros de altura, registrados em metros por segundo ($m s^{-1}$) e a direção do vento em graus, a partir da direção norte. Os dados horários foram armazenados e manipulados em planilha Excel. Os ângulos foram transformados em direção do vento de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Ângulos e direção do vento.

Ângulo (°)	Direção	Símbolo
337,5 a 22,5	Norte	N
22,5 a 67,5	Nordeste	NE
67,5 a 112,5	Leste	E
112,5 a 157,5	Sudeste	SE
157,5 a 202,5	Sul	S
202,5 a 247,5	Sudoeste	SW
247,5 a 292,5	Oeste	W
292,5 a 337,5	Noroeste	NW

Determinou-se a velocidade média diária do vento (00:00 a 24:00 horas), e também a velocidade média do vento no período diurno (07:00 a 19:00 horas) e período noturno (19:00 a 07:00 horas). A velocidade média e a direção predominante do vento horário também foram calculadas para cada estação mês e trimestre do ano.

Resultados e discussões

Na Figura 1 estão representados os valores da velocidade média do vento para cada mês. Observa-se pequena variação sazonal, com maiores valores no período de agosto a novembro e menores de janeiro a junho. No entanto, os valores médios mensais variam entre $5,8 \text{ m s}^{-1}$ no mês de junho a $7,9 \text{ m s}^{-1}$ no mês de agosto. O vento durante o dia foi ligeiramente superior ao período noturno, sendo a relação vento durante o dia sobre o vento durante a noite variando de 1,26 no mês de março a 1,02 no mês de agosto. Analisando dados de vento de Urussanga, também no litoral sul catarinense, Back (2012) encontrou maior diferença entre o vento durante o dia e a noite, em que a relação variava de 1,92 no mês de junho a 2,85 em dezembro.

Na Figura 2 está representando a variação da velocidade do vento durante o dia. Observa-se que os valores variam de $4,7 \text{ ms}^{-1}$ a $8,47 \text{ ms}^{-1}$, sendo os menores valores são observados nos horários de 3 a 10 horas e os maiores entre 15 e 19 horas. Também pode-se observar que no trimestre abril a junho foram registrados menores valores e no trimestre julho a setembro e outubro a dezembro os maiores valores. Para Urussanga Back (2015) registrou diferenças horárias mais acentuadas, com valores variado de $0,5 \text{ ms}^{-1}$ a $2,3 \text{ ms}^{-1}$. Lira et al. (2017), analisando dados de vento do Piauí, observaram acentuada diferença na velocidade do vento média horária, com valores acima de $4,5 \text{ ms}^{-1}$ nos horários das 13 às 15 horas e valores abaixo de $1,5 \text{ ms}^{-1}$ nos horários entre 8 e 10h. Lira et al. (2017) também observaram acentuada diferença sazonal com valores de velocidade média de $3,9 \text{ ms}^{-1}$ nos meses de setembro e abaixo de $2,0 \text{ ms}^{-1}$ entre março a maio.

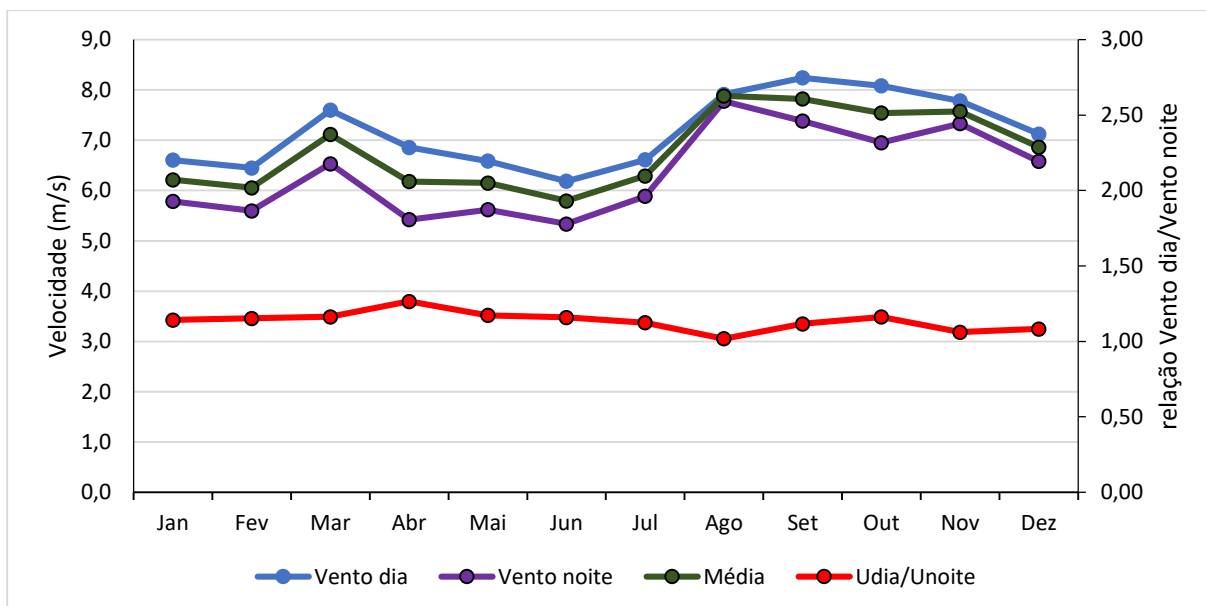


Figura 1. Variação sazonal da velocidade média do vento em Laguna, Santa Catarina

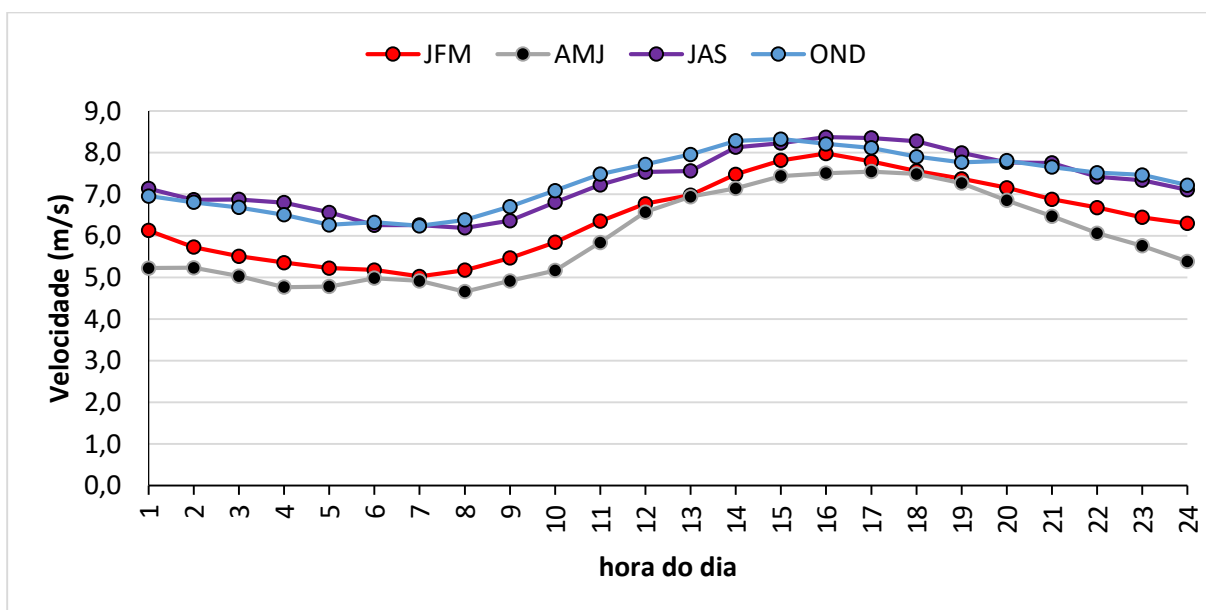


Figura 2. Variação diária da velocidade média do vento em Laguna, Santa Catarina

Lira et al. (2017) destacam que ao se analisar os valores de velocidade e de direção dos recursos eólicos verifica-se uma variabilidade temporal destes dados, a qual pode ir desde uma variação diária até uma variação interanual. As variações diárias do vento podem ser explicadas

em parte pelas brisas terrestres e marítimas (VAREJÃO-SILVA, 2006). Segundo Lira et al. (2017), as brisas marítimas contribuem fortemente para um incremento na intensidade e na variação da direção dos ventos; além de afetar a temperatura e a umidade do ar na região. As maiores incidências de brisas marítimas, geralmente, ocorrem nos meses de verão. A direção das brisas depende, fundamentalmente, da orientação da costa litorânea; sendo esta, no litoral, perpendicular à linha de praia (SILVA, 2003). Também a superfície terrestre e o relevo interferem na velocidade e direção do vento. No caso de Laguna, a estação esta localiza no Farol de Santa Marta, próxima a faixa litorânea e assim sofre menor influência do relevo comparado a Urussanga, que acaba tendo menor velocidade do vento. Martins et al. (2008) comentam que a rugosidade da superfície ocasiona a redução da velocidade do ar. Também Vendramini (1986) destacou que os ventos são influenciados pelos efeitos locais como orografia e rugosidade do solo entre outros obstáculos (vegetação e edificações), tornando a direção e velocidade do vento, variáveis no tempo e no espaço.

Morais et al. (2010) relacionaram a velocidade do vento com a passagem de frentes frias e constataram que a velocidade do vento se mostrou maior nos dias anteriores a chegada da frente e apresentou o valor mínima na chegada, seguido de um aumento gradativo nos dias seguintes a passagem do sistema frontal.

Nas Figuras 3 e 4 constam as direções predominantes do vento nos diferentes meses do ano. Observa-se que, de forma geral, predominam ventos de direção NE e SW, sendo que a direção predominante é NE nos meses de março, abril, junho, setembro, outubro e novembro, e nos demais meses a direção predominante é SW. Destacam-se ainda as direções N e W, que tem frequência superior a 15 % nos meses de abril a junho. Estes resultados estão de acordo com as observações de Silveira et al. (2014) que constataram predomínio de vento de direção NE e SE para a estação de Itajaí no litoral norte catarinense. Comparando dados de diferentes estações meteorológicas os autores concluem que as direções dos ventos predominantes distribuídos ao longo da costa de Santa Catarina comparados entre si, se mostraram heterogêneas na média mensal ao longo da série histórica analisada. Back (2012) observou que em Urussanga a direção predominante do vento no verão e primavera era a SE, sendo que em



Laguna a direção SE é a de menor frequência de ocorrência. Estudos sobre o comportamento do vento no sul do Brasil (NIMER, 1979; MONTEIRO, 2007) apontam a direção nordeste (NE) e leste (E) como predominantes. Segundo Monteiro et al. (2011), os ventos para a região sul são oriundos do Anticiclone Semi-permanente do Atlântico Sul (ASAS), posicionado durante todo o ano na altura do litoral do sudeste do Brasil. Os sistemas atmosféricos que atuam no sul do Brasil possuem uma dinâmica distinta e sazonal, estes acabam refletindo no comportamento do vento (MONTEIRO, 2007). Pavanate e Fleischfresser (2016) apresentaram estudo da análise sazonal dos ventos de superfície do campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná concluindo pelo predomínio da direção Leste e Sul.

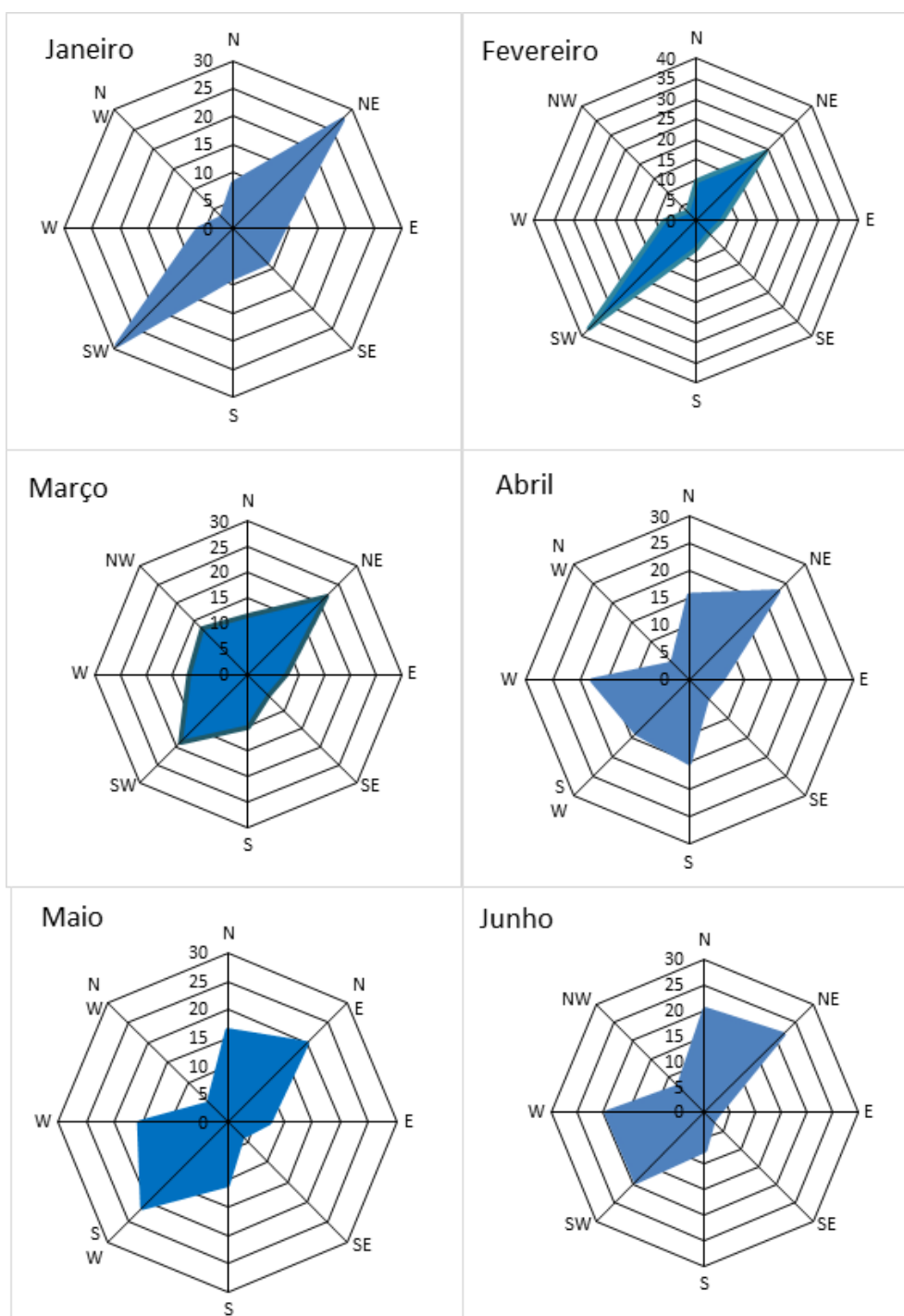


Figura 3. Direção predominante do vento de Laguna, Santa Catarina nos meses de janeiro a junho.

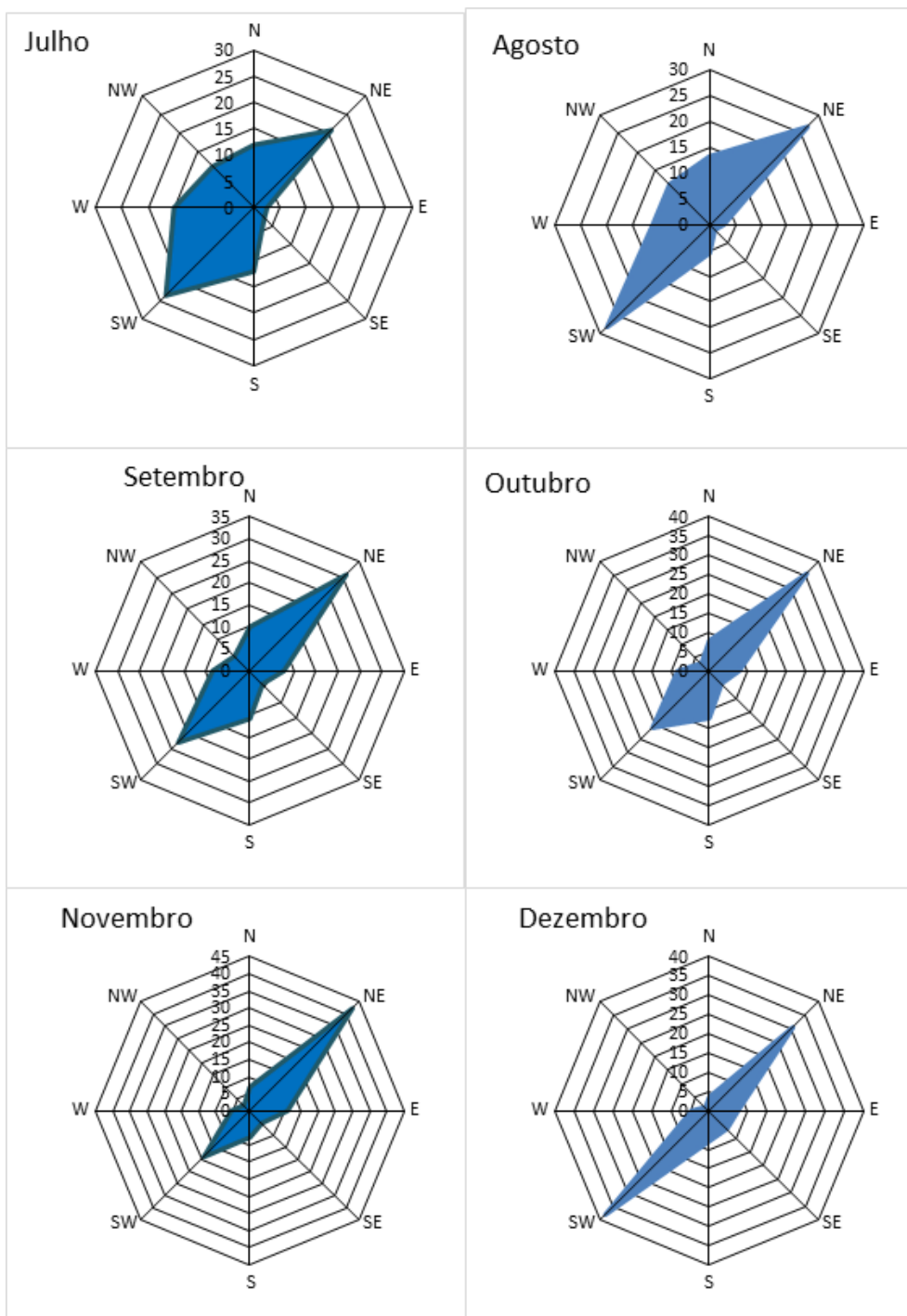


Figura 4. Direção predominante do vento de Laguna, Santa Catarina nos meses de julho a dezembro.



Conclusões

Com base nos dados horários de vento registrados no período de 06/2008 a 05/2021 na estação meteorológica de Laguna pode-se obter as seguintes conclusões:

- A velocidade média mensal do vento varia de $5,8 \text{ ms}^{-1}$ em junho a $7,9 \text{ ms}^{-1}$ em agosto;
- A velocidade média do vento durante o dia é ligeiramente superior a velocidade durante a noite com diferenças variando de 2 % em agosto a 26% em abril;
- A velocidade do vento apresenta menores valores nos horários das 3 a 9 h e maiores valores entre 13 e 19 h;
- No trimestre de abril a junho são observados os menores valores de velocidade do vento enquanto os maiores valores são observados no trimestre de outubro a dezembro;
- A direção predominante do vento é NE e SW

Referências Bibliográficas

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. 2017. Disponível em: <http://www.abeeolica.org.br/energie-eolica-o.setor/>

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2005. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br*aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br*aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf).

ARAÚJO, A. C. H.; DORNELLES, K. A. Estação de envelhecimento natural para análise de degradação da absorvância de telhas e monitoramento de temperaturas superficiais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 247-267, abr./jun. 2022.

AREVALO, R.A.; CAMARGO, P. N. As influências do clima no rendimento de herbicidas aplicados na cana de açúcar. **A Granja**, n.411, p.21-28, 1982.

BACK, Á. J. **Informações climáticas e hidrológicas dos municípios catarinenses (com programa HidroClimaSC)**. Florianópolis: Epagri, 2020 p.157.

BACK, Á. J. Análise dos dados de vento. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v.5, p.7-17, 1999.

BACK, Á. J. intensidade e direção do vento em intervalo horário registrados em Urussanga, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2012, Gramado. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2012. p.1 - 5



- BACK, Á. J. HERDT, G. Índice de chuva dirigida para a região de Urussanga, SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, p.271-284, 2013.
- BAPTISTA, G. D. M.; GIORDANO, D. E.; MEDEIROS, M. H. F. Índice de Chuva dirigida combinado (ICDc): uma proposta para avaliação em fachadas de edifícios. 4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (4º SPPC), **Anais...** p. 253 – 260, 2019. DOI: 10.4322/2526-7248.04
- CAMARGO, M. B. P.; ORTOLANI, A. A.; ARRUDA, H. V. Ocorrência Mensal De Rajadas Máximas Diárias De Vento em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.53, n.1, p.107-112, 1994.
- COSTA, G. B.; LYRA, R. F. F. Análise dos padrões de vento no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.31 - 38, 2012
- GISLER, C. A. F.; FISCH, G.; CORREA, C. S. Análise estatística do perfil de vento na camada limite superficial no centro de lançamento de Alcântara. **J. Aerosp. Technol. Manag.**, São José dos Campos, v.3, n.2, p. 193-202, 2011.
- GUEDES, R. L.; OYAMA, M. D. Aspectos Observacionais das Oscilações Intra-sazonais de Intensidade do Vento em Alcântara usando ondeletas: análise preliminar, In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Fortaleza-CE, Anais... , 8 p., CD-ROM, 2004.
- GONÇALVES. R. C.; GUETTER, A. K. Análise de frequência regional de ventos extremos no Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 2, p.301- 313, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863340033>
- KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.
- LIMA, R. S.. **Correlação De Vento De Rajadas Com Variáveis De Superfície**. ICEA. 26 jun. 2008. Disponível em: <www.redemet.aer.mil.br/Artigos/rajada_sup_sbgr.pdf> Acesso em: 15 out
- LIRA, M. A. T.; NETO, J. .M.; LOIOLA, J. V. L.; SILVA, E. M.; ALVES, J. M.B. Caracterização do regime de ventos no Piauí para o aproveitamento de energia eólica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 1, p. 77-88, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778632120150712>
- MARIANO, E. B.; CAVALCANTI, E. P.; BESERRA, E. A. Análise Comparativa da Velocidade do Vento Simulado Pelo BRAMS com Dados Observados e de Reanálises. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 2, p. 269-276, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778632220160128>
- MARTINS, F.R.; GUARNERI, R.A.; PEREIRA, E.B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1304, 2008.



- MONTEIRO, M.A; CARDOSO. C.S; CALEARO. D.S; DIAS. C.O; LOPEZ. F. Comportamento do vento no litoral sul do Brasil. **Simpósio Internacional de Climatologia (SIC)**. João Pessoa – PB. 16 a 19 de outubro de 2011. Disponível em: <<http://sic2011.com/sic/arq/95107642835209510764283.pdf>>. Acesso 06 fev. 2014.
- MORAIS, M. A.; CASTRO, W. A. C; TUNDISI, J. G. Climatologia de frentes frias sobre a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e sua influência na limnologia dos reservatórios de abastecimento de água. . **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.205 - 217, 2010.
- 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.
- NIMER, E. Clima. In: Geografia do Brasil: Região Sul. **Série Recursos Naturais e Meio Ambiente**. n ° 4, Rio de Janeiro: IBGE, p. 151-187, 1979.
- PAVANATE, A. L.; FLEISCHFRESSER, L. Análise sazonal dos ventos de superfície utilizando estação meteorológica automática. **Revista Brasileira de Geomática**, Curitiba, v.5, n.2, p. 1-19, . 2016.
- SANTOS, A. A.; RAMOS, D. S.; SANTOS, N. T. F.; OLIVEIRA, P. P. **Projeto de Geração de Energia Eólica**. Santos: Universidade Santa Cecília, 2006.
- SIQUEIRA, L. F.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. S.; PAVÃO, V. M.; LEITE, L. O.; PASSOS, L. A.; COSTA, T. A. C. R.; MACHADO, N. G.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; BIUDES, M. S. Caracterização do regime de ventos nos municípios de Humaitá-AM e Apuí-AM. **Revista EDUCamazônia**, Humaitá, v..12,n.1, p.99-112, 2014.
- SILVA, G. R. **Panorama do potencial eólico no Brasil**. Ed. rev.Brasília: Dupligráfica, 2003.
- SILVEIRA, R. B.; ALVES, M. P. A.; MURARA, P. Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA V SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA. Anais... p.380-392. 2014.
- SUDBRACK, A. **Análise de estruturas de concreto armado sob efeito do vento com auxílio de software computacional**. Monografia apresentada no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC), do Centro Universitário Univates, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. 2016. 71p.
- TUBELIS, A. NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo. Nobel, 1984. 374p.
- TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 66-93.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Pernambuco-Recife. 2006. 463p



VENDRAMINI, E. Z. **Distribuições probabilísticas de velocidades do vento para avaliação do potencial energético eólico.** Botucatu: UNESP, 1986. 110 p. (Tese Doutorado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1986.