

Caracterização da magnitude e direção do vento em Linhares/ES

Characterization of the wind magnitude and direction in Linhares/ES

Caracterización de la magnitud y dirección del viento en Linhares/ES

Pedro Henrique Bonfim Pantoja¹,
Bruce Francisco Pontes da Silva²,
José Geraldo Ferreira da Silva³,
Ivaniél Fôro Maia⁴,
Thábata Teixeira Brito de Medeiros⁵

Resumo: O objetivo do trabalho foi caracterizar a velocidade e direção do vento predominante na estação meteorológica automática de Linhares/ES para o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2017. Considerando oito pétalas na construção da rosa dos ventos, é possível dizer que o vento predominante é sul (16,1%), seguido da direção nordeste (14%) por uma diferença mínima.

Palavras-chave: direção e velocidade do vento; frequência; Linhares/ES.

Abstract: This paper objective was to characterize the wind speed and direction frequency over the automatic meteorological station of Linhares city (Espírito Santo State) for the period from January 2007 to December 2017. The eight bands (“petals”) wind rose showed predominant southerly (16.1%) and northeastern winds (14%), since the difference between them had almost no significance for the period analyzed here.

Keywords: wind direction and speed; frequency; Linhares city.

Resumen: El objetivo del trabajo fue caracterizar la velocidad y dirección del viento predominante en la estación meteorológica automática de Linhares / ES para el período de enero de 2007 a diciembre de 2017. Considerando ocho pétalos en la construcción de la rosa de los

¹ Mestre em Engenharia Ambiental (UFES), bacharel em Meteorologia (UFPA). Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. E-mail: pedro.pantoja@incaper.es.gov.br. ORCID: 0000-0003-0110-5878.

² Mestre em Meteorologia (USP), bacharel em Meteorologia (Ufal). Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. E-mail: brucepontes@incaper.es.gov.br ORCID: 0000-0002-2014-6782.

³ Graduado, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola (UFV), Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural, Professor do Instituto Vale do Cricaré. E-mail: jgeraldo@incaper.es.gov.br. ORCID: 0000-0001-8478-4196

⁴ Bacharel em Meteorologia (UFPA). Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. E-mail: ivaniel.mais@incaper.es.gov.br. ORCID: 0000-0002-1508-9074

⁵ Mestre em Engenharia de Biosistemas (UFF), bacharel em Meteorologia (UFF). Pesquisadora do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. E-mail: thabata.brito@incaper.es.gov.br. ORCID: 0000-0002-2804-9936

vientos, es posible decir que el viento predominante es del sur (16,1%), seguido de la dirección noreste (14%) por una diferencia mínima.

Palabras clave: dirección y velocidad del viento; frecuencia; Linhares/ES.

1. INTRODUÇÃO

A principal causa do movimento do ar (vento) é o desenvolvimento de um gradiente de pressão horizontal, oriundo das diferenças espaciais de temperatura causadas pelo aquecimento superficial, e das mudanças consequentes deste na densidade e pressão do ar. Durante seu deslocamento, o ar sofre influência do movimento de rotação da Terra, da força centrífuga, bem como do atrito com a superfície terrestre (BARRY e CHORLEY, 2013; VIANELLO e ALVES, 2012).

A direção e velocidade do vento predominante de uma região é totalmente dependente dos sistemas meteorológicos atuantes nela, em suas diversas escalas, além das características locais de relevo, maritimidade/continentalidade (posição geográfica) e outros. Em suma, são os outros elementos (o vento é um destes elementos) e os fatores climáticos (relevo/posição geográfica) que farão o vento também variar ao longo do dia e do ano.

A utilização de energias renováveis tem sido um incentivador para o conhecimento da magnitude e direção médias do vento, visto que estudos neste sentido podem determinar se uma dada área tem potencial para geração de energia eólica, num mundo que vem enfrentando cada vez mais transtornos decorrentes de crises hídricas.

O vento também é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para a prática da agricultura, atuando tanto de modo favorável como desfavorável. Ventos que ocorrem de maneira excessiva e contínua mostram-se como um grande problema para o desenvolvimento de atividades agrícolas, sendo necessário dispor de alternativas, como os quebra-ventos, para proteger as culturas (PEREIRA et al., 2007). O conhecimento da direção predominante dos ventos e velocidades médias que ocorrem num local fornece informações importantes para o posicionamento de quebra-ventos, orientações na construção de estábulos, distribuição das diferentes culturas no campo e no posicionamento e dimensionamento de torres eólicas (MARTINS, 1993). As culturas perenes são as mais prejudicadas pelos efeitos dos ventos, visto que, normalmente, possuem maior porte e permanecem por períodos longos no campo.

Nos cafeeiros, importante cultura para o Espírito Santo, onde está situado o município de Linhares, os efeitos diretos do vento são mais pronunciados em plantas com até dois anos de

plantio e se evidenciam através de ferimentos na região do colo – causados pelo atrito com o solo – e lesões nas folhas, flores e frutos (CARAMORI, 1981). Caramori et al. (1986) estudou os efeitos do vento em mudas de cafeeiro e observou que houve uma redução significativa da altura, área foliar, comprimento de internódios e matéria seca quando as plantas foram submetidas a ventos com velocidades superiores a 2 ms^{-1} .

Quando o vento encontra uma planta, parte da sua energia é transferida e, desta interação, resulta a chamada ação mecânica do vento. A intensidade da transferência pode provocar benefícios, como o auxílio na polinização, estímulo para a quebra do gradiente térmico e de umidade do perfil da cultura, moderação de fluxo de CO_2 e outros.

O vento influencia o desenvolvimento dos vegetais basicamente sob três aspectos: transpiração, absorção de CO_2 , e efeitos mecânicos nas folhas, galhos e caule (MOTA, 1976). Outras variáveis meteorológicas, como temperatura da massa de ar, podem estimular a evapotranspiração cuticular e estomática em níveis compatíveis com o metabolismo da planta, regulando a assimilação fotossintética e a respiração. Quando a temperatura está muito alta, ocorre o excesso de evapotranspiração, causando perda d'água, alta respiração e baixa eficiência fotossintética, ou seja, ela causa uma série de distúrbios fisiológicos indesejáveis. Ao contrário, quando a temperatura está muito baixa, ocorre a queda na velocidade das reações químicas, causando défices fisiológicos. (OMETTO e CARAMORI, 1986).

Quando a velocidade do vento é moderada, auxilia no suprimento de CO_2 , na polinização e na quebra dos gradientes de umidade e térmico no perfil da cultura. O efeito mecânico indesejável acontece quando a velocidade é alta, promovendo a quebra de galhos e folhas, queda de flores e frutos.

E quando há material transportado, como partículas de areia, a ação danosa é acentuada pelo esmerilhamento das folhas, galhos e caule da planta. Os ferimentos provocados pela ação mecânica do vento favorecem o ingresso de bactérias, vírus e fungos, além de diminuir a eficiência fotossintética (PAVARI, 1961; OMETTO e CARAMORI, 1986).

Outras variáveis meteorológicas, como a temperatura da massa de ar, pode estimular a evapotranspiração cuticular e estomática em níveis compatíveis com o metabolismo da planta, regulando a assimilação fotossintética e a respiração. Quando a temperatura está muito alta provoca excesso de evapotranspiração, causando perda d'água, alta respiração e baixa eficiência fotossintética, ou seja, ela causa uma série de distúrbios fisiológicos indesejáveis. Ao contrário,

quando a temperatura está muito baixa, provoca queda na velocidade das reações químicas, causando défices fisiológicos (OMETTO e CARAMORI, 1986). As advecções de vento podem compensar tais influências da temperatura extrema. No entanto, normalmente ambas variáveis estão proporcionalmente (inversamente) relacionadas.

Alguns trabalhos encontrados na literatura já demonstraram a influência da velocidade do vento no desenvolvimento das culturas, como por exemplo Waister (1972), que conseguiu aumentar a produtividade de morangos em 56% durante três anos consecutivos apenas reduzindo a velocidade média dos ventos de $1,6 \text{ ms}^{-1}$ para $1,1 \text{ ms}^{-1}$.

As espécies de planta não reagem da mesma maneira aos ventos: algumas toleram ventos mais fortes, outras são sensíveis aos ventos e ainda outras são indiferentes à velocidade do vento. Mas, embora a velocidade “ideal” do vento varie de cultura para cultura, a velocidade mais conveniente e útil ao estímulo das atividade fisiológicas para a maioria das culturas parece estar entre $1,4$ e $1,6 \text{ ms}^{-1}$ (OMETTO e CARAMORI, 1986).

Os danos causados pelos ventos fortes é proporcional ao porte, à idade, à profundidade do rizoma e enraizamento da planta, ao tipo do solo, à umidade do solo e ao espaçamento adotado. Portanto, é necessário conhecer bem tais características para empregar quebra-ventos, caso seja imprescindível reduzir tais danos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A região de estudo está localizada na região Nordeste do Espírito Santo (Figura 1) e, segundo a classificação de clima de Köppen, se enquadra como clima tipo AW, ou seja, clima tropical úmido, com inverno seco. O município apresenta dois períodos distintos na distribuição sazonal de precipitação, sendo um seco, entre os meses de abril a setembro, e um chuvoso nos demais meses (NÓBREGA et al., 2008).

Segundo a climatologia de 1984-2014 (INCAPER, 2018), a precipitação média da região é de $1.258,7 \text{ mm}$ por ano, sendo que o período compreendido entre outubro e março concentra 71,3% desse total. A região litorânea de Linhares foi caracterizada com potencial para grandes usinas eólicas (dezenas de centenas de Megawatts), necessárias para diluir os custos da interligação ao sistema elétrico regional (ATLAS EÓLICO DO ES, 2009).

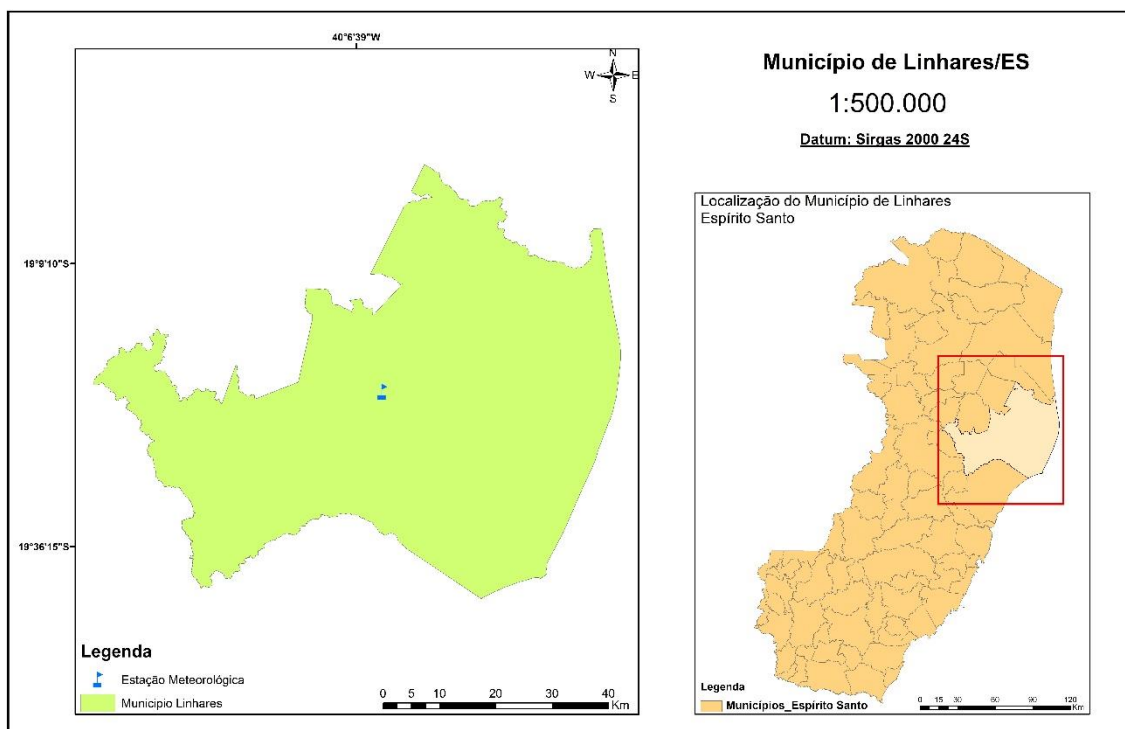


Figura 1 - Localização da área de estudo. **Fonte:** Elaborado pelo autores .

Foram utilizados dados horários de precipitação e magnitude e direção do vento da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) em Linhares/ES, localizada na latitude $19^{\circ}21'25''S$ e longitude $40^{\circ}04'07''W$, a 38 m de altitude. Os dados compreendem o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2017. Os dados brutos da estação meteorológica foram tabulados em planilha eletrônica e foram submetidos a um controle de qualidade, a fim de detectar possíveis dados errôneos ou falhas oriundas dos instrumentos/sensores. Tais falhas e erros foram desconsiderados nos cálculos.

Para determinar a direção predominante do vento foi utilizada a metodologia descrita em Gilhousen (1987), que leva em consideração a velocidade do vento como um peso para calcular um vetor médio que caracteriza a direção média do vento. Neste método, as observações são transformadas em vetores que serão decompostos nas componentes u e v . Posteriormente, é calculada a média das componentes u e v separadamente. A direção média resultante é calculada pelo “ $\arctan(u/v)$ ” (NOAA, 2019). A velocidade média do vento foi calculada através da média aritmética simples.

Posteriormente, esses dados foram formatados e inseridos no software *WRPLOT VIEW*, programa da empresa *Lakes Environmental* que trabalha com gestão de dados, tornando possível

a construção da rosa dos ventos. Para quantificar a intensidade dos ventos é utilizada a escala de Beaufort, desenvolvida por Sir Francis Beaufort em 1805, usualmente utilizada em estudos relacionados à direção e velocidade do vento. As estatísticas gerais podem ser visualizadas na Tabela 1.

Estação	Total de horas de observação	Vel. do vento média	Nº de horas de vento calmo	Frequência de vento calmos	Nº de horas de dados faltantes	Total de horas utilizada nas análises
Linhares	96.436	2,87 m/s	6007	6,23%	4.542	91.894

Tabela 1 - Informações gerais obtidas no software WRPLOT para estação meteorológica de Linhares – ES. **Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), 2018.

Em seguida, é contabilizada a frequência da direção do vento naquele ponto. Para este propósito, todas as medidas horárias de direção do vento (em graus) referentes ao mês em questão foram classificados em oito faixas de direção cardinal específicas (pétalas), conforme a Tabela 2.

Direção “cardeal”	Faixa de Direção (°)
N	337,5 - 22,5
NE	22,5 - 67,5
E	67,5 - 112,5
SE	112,5 - 157,5
S	157,5 - 202,5
SW	202,5 - 247,5
W	247,5 - 292,5
NW	292,5 - 337,5

Tabela 2 - Direções “cardeais” e suas respectivas faixas de direção em graus (°). **Fonte:** Elaborado pelo autores .

A contagem do número de dias com chuva é realizada de maneiras diferenciadas, conforme os objetivos de cada pesquisa (OMM, 1989; Inmet, 2010). Sendo assim, optou-se por contabilizar como dia com chuva, no presente estudo, o dia no qual o acumulado de chuva em

24h foi igual ou superior a 0,4 mm. Esse método visa contornar acumulados referentes ao registro de orvalho intenso e não de chuva líquida, especialmente devido à presença do fenômeno (orvalho) antes do amanhecer, durante os meses mais frios do ano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a rosa dos ventos, construída com todos os dados horários no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2017 (período de 11 anos), para a estação meteorológica de Linhares/ES.

Analisando a direção do vento, percebe-se que a maior porcentagem de ocorrência pertence à pétala sul (16,1%), seguida da pétala nordeste (14%), norte (12%) e noroeste (12%). Isso significa que não é possível afirmar que existe uma direção anual predominante no ponto analisado, uma vez que a divisão em quadrantes, por exemplo, mostra que o vento sopra de quadrante sul (faixa compreendida entre 135 e 225°) durante 29,5% do tempo considerado na série e durante 24,5% do tempo de quadrante Norte (faixa compreendida entre 315 e 45°).

Em relação à intensidade do vento, observa-se na Figura 2 que 36,6% do vento da série encontra-se na faixa de 1,5 a 3,2 ms^{-1} , seguido dos 27% da faixa de 3,3 a 5,5 ms^{-1} . Os ventos calmos, valores inferiores a 0,2 ms^{-1} , representam 6,2% de todo o período.

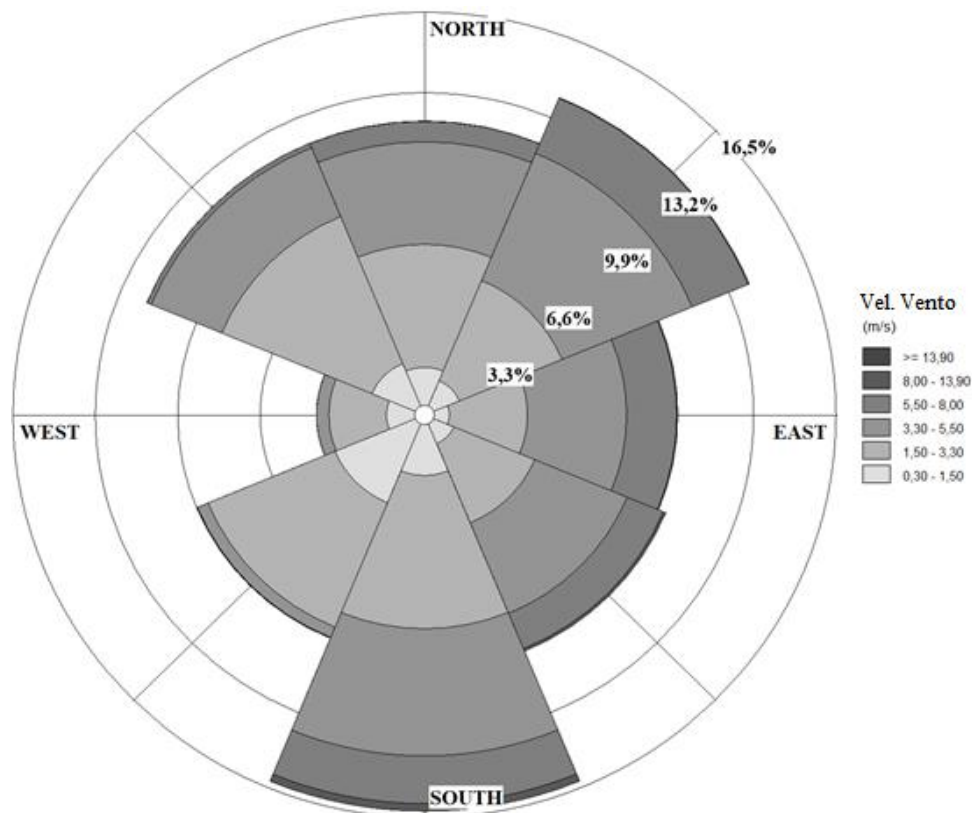


Figura 2 - Direções “cardeais” e suas respectivas faixas de direção em graus (°).
Fonte: Inmet (2018).

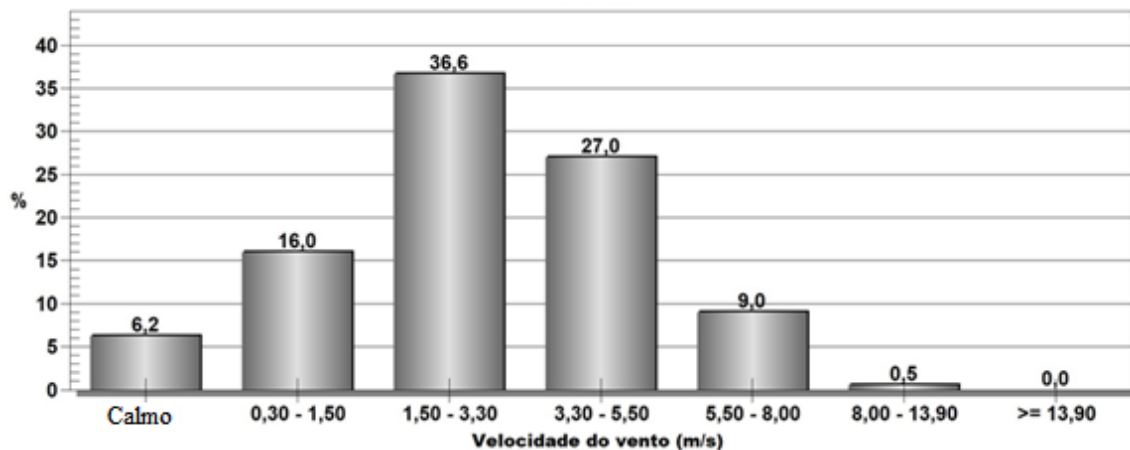


Figura 3 - Distribuição da frequência e direção dos ventos na estação meteorológica de Linhares/ES para o período compreendido entre 2007 e 2017.
Fonte: Inmet (2018).

Para uma melhor compreensão do comportamento dos ventos na região, foram construídas as rosas dos ventos para os períodos sazonais, apresentadas na Figura 4 (A-D).

O vento se comporta de maneira distinta ao longo do ano. Independentemente da estação do ano, o vento predominante tem velocidade de 1,5 a 3,2 ms^{-1} , seguido da velocidade oscilando entre 3,3 - 5,5 ms^{-1} . Estes valores indicam que, em tese, Linhares/ES não teria condições de vento favoráveis, de maneira geral, para muitas culturas, uma vez que a velocidade média do mesmo é superior a 1,6 ms^{-1} durante mais de 68% do ano. Isto é, para o ponto estudado, é interessante adotar métodos que desacelerem os ventos (barreiras de contenção de vento), dependendo da cultura.

Por outro lado, o ponto estudado, aparentemente, não apresenta potencial para geração de energia eólica, visto que a velocidade média anual estimada a 50 m na estação automática do Inmet em Linhares/ES, que tem altitude de 38 m, não alcança o mínimo recomendado de 6 ms^{-1} anuais (MANWELL et al., 2002; GRUBB; MEYER, 1993).

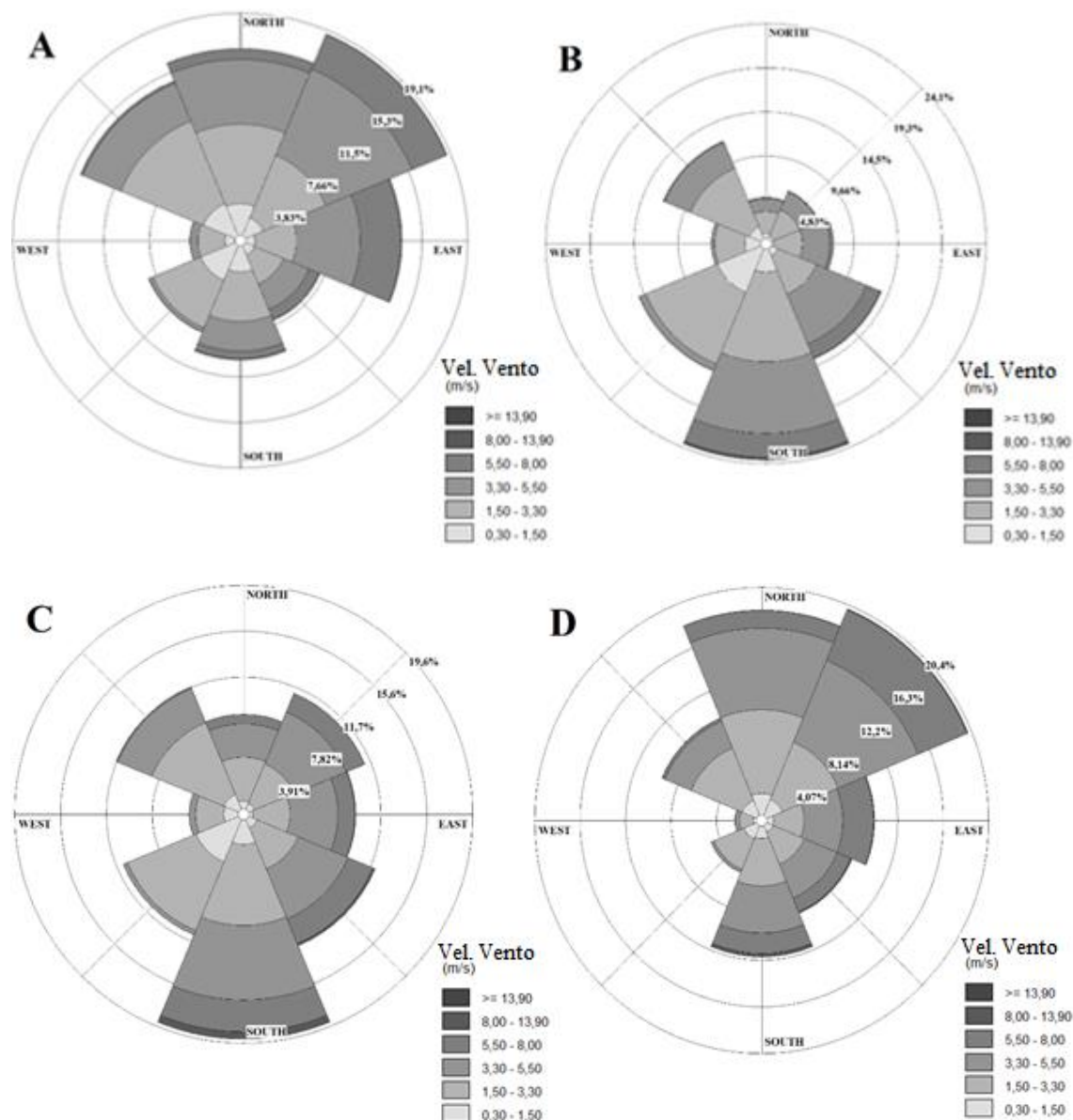


Figura 4 - Rosa dos ventos de janeiro 2007 a dezembro de 2017, obtida a partir de dados horários da estação meteorológica de Linhares/ES para (A) Verão (Jan-Mar), (B) Outono (Abr-Jun), (C) Inverno (Jul-Set) e (D) Primavera (Out-Dez).
Fonte: Inmet (2018).

Na época quente e chuvosa, a direção do vento é nordeste, abrangendo os meses de outubro a dezembro (primavera) e janeiro a março (verão) (Figura. 4D e 4A), com 19,9% e 18,7% de predominância, respectivamente. Uma particularidade da região de estudo é a sua proximidade da linha da costa (apenas 40 km de distância do mar), o que faz com que a estação de Linhares seja influenciada pela entrada da brisa marítima, justificando os ventos de nordeste

no período da tarde, especialmente durante a primavera e o verão, uma vez que ocorre um maior diferencial de temperatura mar-terra e o ar sobre as montanhas (a sudoeste de Linhares) é menos frio (brisa de montanha fraca e brisa marítima e de vale mais intensas). Sinoticamente, a região de estudo é influenciada pelos ventos alísios durante esta época, só que defletidos (alísios de sudeste, mas soprando de nordeste), uma vez que o Espirito Santo se encontra a oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Entre a primavera e o verão, apesar de predominar, o ASAS dá lugar a episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e frentes esporádicas. O próprio ASAS, por vezes, está ligado ao avanço de nebulosidade e chuva de nuvens quentes em grande parte do Espirito Santo, associadas a perturbações nos ventos alísios.

Já entre o outono e o inverno, o ASAS dá lugar aos anticiclones migratórios durante os períodos subsequentes à passagem de frentes frias, fazendo o vento soprar de sul durante vários dias. Por causa desta condição sinótica, a época fria e seca tem direção predominante do vento de sul, abrangendo os meses de abril a junho (outono) e julho a setembro (inverno) (Figura Fig. 4B e 4C), com 23,6% e 19,1% de predominância, respectivamente.

Além dos sistemas sinóticos mencionados, a topografia e disposição heterogênea do relevo da Região Sudeste do Brasil exercem influência direta nos processos meteorológicos locais (NUNES et al., 2009).

Situada nessa região brasileira, a Região Serrana do Espirito Santo, com altitudes superiores a 700 m de altitude em alguns de seus trechos, costuma perturbar e canalizar os ventos atuantes no seu entorno. Isso inclui a cidade de Linhares/ES, localizada a cerca de 70 km (a nordeste) da área montanhosa capixaba, que acaba sofrendo influência desta, uma vez que os ventos tendem a descer as serras (brisa de montanha), indo para a direção norte durante o período da madrugada e manhã, especialmente no outono e inverno, quando a direção do vento sinótico predominante já é sul e o ar sobre a montanha está mais frio (brisa de montanha mais intensa).

Também foi feito um comparativo entre os dias com chuva (dias com registro de precipitação igual ou superior a 0,4 mm) e a direção vetorial (GILHOUSEN, 1987) do vento predominante em tais dias (Figura 5). Observou-se que os dias “chuvosos” tiveram vento com direção predominante de Sul (29,4%), Sudeste (19,1%) e Nordeste (18,5%), respectivamente. A mesma comparação foi feita para os dias sem chuva, onde o vento soprou de Norte em 27% dos dias, de Nordeste em 22,65% dos dias e de Sul em 21,4% do total de dias.

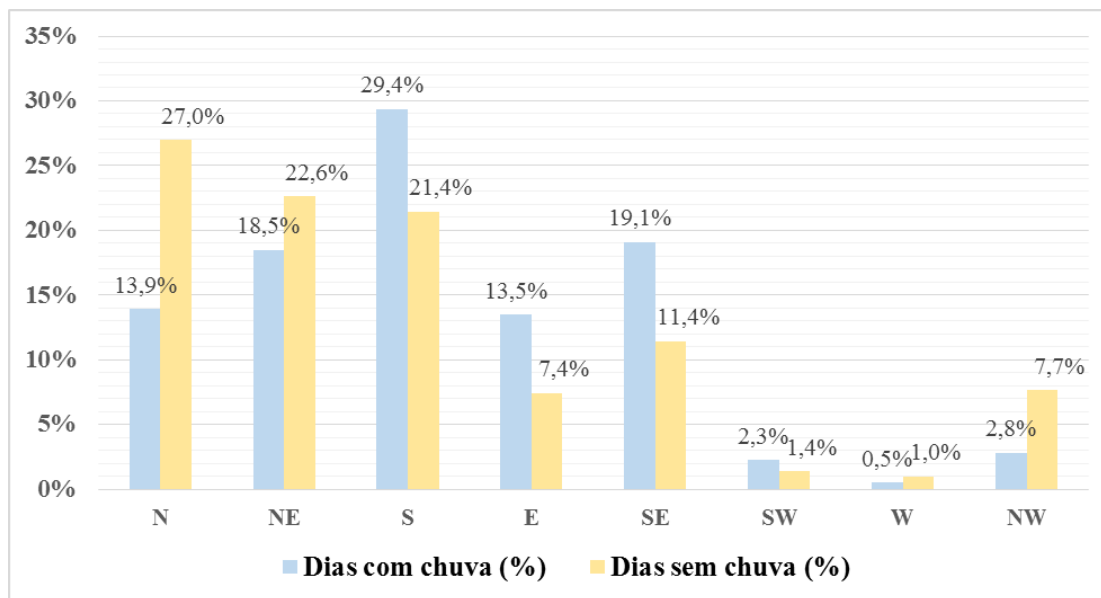


Figura 5 - Direção vetorial do vento com frequência de dias com e sem chuva na estação meteorológica de Linhares/ES para o período compreendido entre 2007 e 2017.
Fonte: Inmet (2018).

Apesar dos dias chuvosos terem apresentado direção de quadrante Sul, de modo geral (pétalas Sul, Sudoeste e Sudeste somadas – 50,8%) e os dias secos terem apresentado direção predominante de quadrante norte (soma das pétalas Noroeste, Nordeste e Norte – 57,3%), fica difícil determinar se realmente existe uma relação direta entre a média vetorial diária da direção do vento e a condição de tempo observada (chuvosa ou seca), uma vez que o próprio vento predominante no ponto estudado é de Sul, seguido da direção Nordeste, em segundo lugar. Além disso, tirar conclusões a partir desses dados fica ainda mais complicado quando lembramos que o vento predominante na região sopra de sul no período seco e de nordeste, no período chuvoso ou, se somarmos as pétalas para obtermos quadrantes, o vento sopra de norte durante o período chuvoso de Linhares/ES e de sul durante o seu período seco, sendo que a direção predominante acabou sendo a mesma, mesmo separando os dias chuvosos dos dois períodos (seco/chuvoso).

Sendo assim, uma recomendação para trabalhos futuros seria analisar/comparar a direção do vento durante os períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite) ou horários com registro de chuva dentro dos períodos seco/frio e chuvoso/quente e também na periodicidade sazonal (estações do ano), talvez encontrando alguma correlação significativa entre as variáveis (direção do vento e chuva (no período ou horários com/sem chuva)).

A análise mensal (Figura 6) mostrou que, no período de março a setembro, há uma

frequência maior do vento de Sul e, de outubro a fevereiro, uma predominância de Nordeste. Todavia, se levarmos em conta as recomendações do Inmet (2010), que considera como predominante apenas aquela direção que tenha pelo menos 20% de frequência, notaremos que apenas os meses de abril a julho possuem direção definida (Sul).

Os meses de janeiro e dezembro teriam direção com mais de 20% de frequência tanto de Norte como de Nordeste. Ou seja, levando-se em conta o quadrante Norte (soma das pétalas de Noroeste a Nordeste), poderíamos afirmar que a direção predominante seria Norte (ou de Nordeste (janeiro) e de Norte (dezembro) pela metodologia adotada pelo Inmet (2010).

Esses resultados detalham a discussão sazonal e anual mostradas anteriormente, que identificaram vento predominante de sul durante o período seco (outono/inverno) e de quadrante norte durante o período chuvoso (primavera/verão).

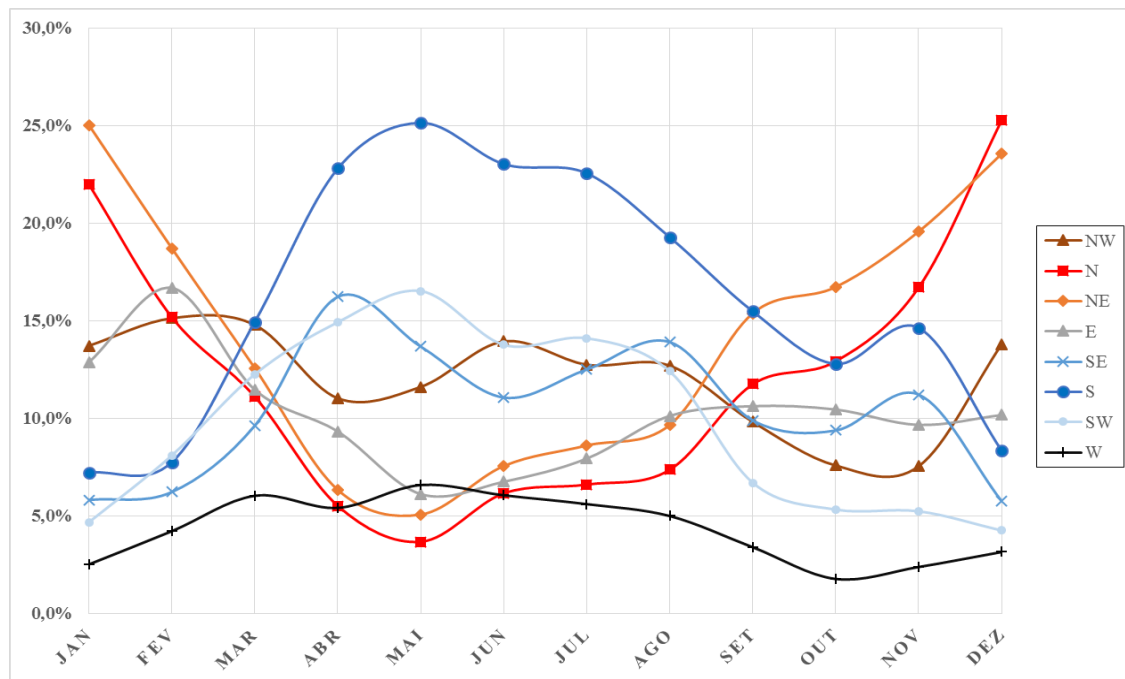


Figura 6 - Frequência da direção do vento mensal na estação meteorológica de Linhares/ES para o período compreendido entre 2007 e 2017.
Fonte: Inmet (2018).

4. CONCLUSÃO

Não foi possível determinar a direção anual média do vento no ponto estudado, situado em Linhares/ES, com a série de dados adotada para este estudo, uma vez que a frequência de ventos que sopram de Sul (29,5%) e de Norte (24,5%) é muito similar/próxima. Contudo, a análise mensal e sazonal mostrou que o vento de Sul, que está associado à influência dos

anticiclones migratórios e contribuição da brisa de montanha, predomina entre abril e julho e que o vento Norte, sendo influenciado pela atuação do ASAS e o efeito de brisa marítima, predomina entre novembro e fevereiro. Ou seja, podemos afirmar que o vento sopra a partir do setor Norte no período chuvoso/quente e de Sul durante o período seco/frio de Linhares/ES. A comparação entre os dias chuvosos e a direção do vento não parece ter uma relação proporcional, assim como a comparação entre os dias secos e a direção do vento. A magnitude do vento, de forma geral, está compreendida entre 1,5 e 5,5 ms^{-1} no ponto estudado, não sendo favorável, teoricamente, para a geração de energia eólica (a 50 m) e sendo desfavorável à maioria das culturas, que necessitariam a adoção de barreiras para contenção do vento.

5. REFERÊNCIAS

BARRY, R.G. e CHORLEY, R.J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2013.

CARAMORI, P.H. **Caracterização dos efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro (Coffea arábica L.) cv. Mundo Novo e Catuaí Vermelho**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1981. 81P. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia).

CARAMORI, P.H. OMETTO, J.C.; VILLA NOVA, N.A. e COSTA, J.D. **Efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro mundo novo e catuaí vermelho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 21 (11), p. 1113-1118, 1986.

GILHOUSEN, D.B.: **A field evaluation of NDBC moored buoy winds**. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology ,4, 94-104, 1987.

GRUBB, M. J. e MEYER, N. I. **Wind energy: resources, systems and regional strategies**. In: JO-HANSSON, T. B. et. al. Renewable energy: sources for fuels and electricity. Washington, D.C.: Island Press, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil, 1961-1990**, 2010, Brasília, DF. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 10 de Maio, 2019.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, **Mapas de chuva**. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-chuva>. Acesso em: 29 de Maio, 2019.

MANWELL, J. F.; MCGOWAN, J. G.; ROGERS, A. L. **Wind energy explained**. New York:Wiley, 2002. P. 569.

MARTINS, D.O. **O comportamento dos ventos na região de Botucatu, SP**. In: Congresso

Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22, 1993, Ilhéus.

MOTA, F.S. **Meteorologia Agrícola**. 2 ed., São Paulo, Nobel, 1976. 376p.

NÓBREGA, N. E. F. da.; SILVA, J. G. F. da.; RAMOS, H. E. dos A. e PAGUNG, F. dos S.; **Balanco hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o município de Linhares – ES**. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 18, 2008, São Mateus.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. **National Data Bouy Center**. <https://www.ndbc.noaa.gov/wndav.shtml>, Acesso em: 29 de Maio, 2019.

NUNES, L.H.; VICENTE, A.K.; CANDIDO, D.H.; **Clima na região sudeste do Brasil**. In: CAVALVANTI, I.F. de A. et al. (org.). Tempo e clima no Brasil. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

OMM, Organização Meteorológica Mundial. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals**. WMO-TD No. 341, WCDP-No.10. WMO, Geneva, Suíça, 1989.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R e SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, 2007.

VIANELO, R.L. e ALVES, R.A. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 2ª ed. Viçosa, UFV. Impr. Univ. 2012.

Artigo do dossiê

Data do envio: 12 de junho de 2019

Data do aceite: 25 de julho de 2019

Como citar:

PANTOJA, Pedro Henrique Bonfim; SILVA, Bruce Francisco Pontes da; SILVA, José Geraldo Ferreira da Silva; MAIA, Ivaniel Fôro; MEDEIROS, Thábata Teixeira Brito de. Caracterização da magnitude e direção do vento em Linhares/ES. **Revista Científica Foz**, v. 2, n. 1, p. 160-173 jul. 2019