

CARACTERIZAÇÃO DA DIREÇÃO PREDOMINANTE, VELOCIDADE MÁXIMA E MÉDIA DO VENTO DO MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE

GEORGE DO NASCIMENTO ARAÚJO JÚNIOR¹, MARIA GABRIELA DE QUEIROZ², ALEXANDRE MANIÇOBA DA ROSA FERRAZ JARDIM¹, MARCELO JOSÉ DA SILVA³, POLIANA DE CALDAS PEREIRA⁴, THIERES GEORGE FREIRE DA SILVA⁵

¹ Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE - UAST).

² Doutoranda em Meteorologia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

³ Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

⁴ Doutora em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

⁵ Professor Adjunto IV na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE - UAST). georgejunior_91@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se caracterizar a direção predominante e a velocidade máxima e média do vento para o município de Petrolina, na região do Semiárido pernambucano. Foram analisados os dados diários de velocidade do vento (m s^{-1}) e dados mensais de direção do vento, para a série provisória de 1994 a 2013. Os dados foram manipulados no Microsoft Excel para a obtenção das médias diárias e mensais de todos os anos. A direção predominante do vento foi determinada por meio de cálculo de frequência. Os resultados mostraram que, para todos os meses, existe maior frequência de ventos oriundos da direção sudeste (frequências maiores que 50%). A velocidade média do vento foi igual a $3,02 \text{ m s}^{-1}$, enquanto que a velocidade máxima foi de $3,27 \text{ m s}^{-1}$ ($\pm 1,05$), observada principalmente no período seco do município. Conclui-se que a direção do vento apresentou pouca variação durante o período avaliado e, tanto a velocidade média quanto a máxima, são consideradas baixas, com valores oscilando na transição entre os períodos secos e chuvosos da região.

Palavras-chave: Frequência; Semiárido; Ventos alísios.

CHARACTERIZATION OF THE PREDOMINANT DIRECTION, MAXIMUM AND AVERAGE SPEED OF THE WIND OF THE MUNICIPALITY OF PETROLINA-PE

ABSTRACT

The objective was to characterize the predominant direction and the maximum and average speed of the wind for the municipality of Petrolina, semi-arid region of Pernambuco. The daily wind speed data (m s^{-1}) and monthly wind direction data were analyzed for the provisional series from 1994 to 2013. The data were organized into

Excel spreadsheets to obtain the daily and monthly averages of all years. The prevailing direction of the wind was determined by frequency calculation. The results showed that for all months there is a higher frequency of winds from the southeast direction (frequencies greater than 50%). The mean wind velocity was 3.02 m s^{-1} , while the maximum velocity was $3.27 \text{ m s}^{-1} (\pm 1.05)$, mainly observed in the dry period of the municipality. It is concluded that the direction of the wind presented little variation during the evaluated period and both the average velocity and the maximum velocity are considered low, with values oscillating in the transition between the dry and rainy periods of the region.

Keywords: Frequency; Semi-arid; trade winds.

1 INTRODUÇÃO

Os ventos podem ser caracterizados como resultado de diferentes gradientes horizontais de pressão que são originados a partir do aquecimento diferencial de porções de ar provocado pela radiação solar, movimentando-se das áreas de alta para as áreas de baixa pressão (PEREIRA *et al.*, 2007; VIANELLO; ALVES, 2012). Por outro lado, a direção dos ventos resulta de uma combinação de forças atuantes, a exemplo do gradiente de pressão, o relevo local, o atrito com a superfície terrestre e a força de Coriolis (AYOADE, 1998; MOLION; BERNARDO, 2002; PEREIRA *et al.*, 2007).

O conhecimento da velocidade e direção predominante do vento contribui para planejamento de atividades como a determinação de locais para a instalação de distritos industriais, quebra-ventos, orientações na construção de estábulos e dimensionamento de torres de geração de energia eólica. Do ponto de vista agrônomo, a velocidade e a direção do vento influenciam na distribuição das culturas em campo, além de estarem diretamente relacionados com o fenômeno da polinização (BERUSKI *et al.*, 2009). Gonçalves (2007) afirma que altas velocidades de vento ameaçam estruturas como linhas aéreas de transmissão de energia, telhados de edificações, pontes, turbinas eólicas, antenas difusoras, entre outras.

Apesar de ser uma das variáveis meteorológicas mais importantes, estudos sobre seu comportamento são escassos. No âmbito agrícola, o vento tem influência direta na disseminação de fitopatógenos, no processo de deriva da água de irrigação e aplicação de defensivos agrícolas. De acordo com Sentelhas (2009), a direção e velocidade do vento exercem influência em diversos processos que ocorrem nas plantas, com implicações positivas e negativas. Nesse contexto, Pereira *et al.* (2007) e Munhoz e Garcia (2008) mencionaram que um dos principais efeitos da velocidade do vento se dá na manutenção da transpiração das plantas e na renovação de gás carbônico, sendo responsável pela renovação do ar atmosférico, além do efeito mecânico deste componente sobre o dossel vegetativo. No entanto, velocidades relativamente altas promovem transpiração excessiva, resultando em maior déficit de pressão de vapor de água, tendo como consequência o fechamento estomático, redução do número de folhas e de área foliar, ocasionando diminuição do processo fotossintético, além de causar danos mecânicos, como por exemplo, o acamamento e a queda de flores e frutos (PEREIRA *et al.*, 2007).

O município de Petrolina-PE é conhecido nacionalmente devido à fruticultura irrigada, tendo grande importância socioeconômica para sua região. Desse modo, o conhecimento da velocidade e direção do vento é de suma importância para esta localidade, uma vez que espécies frutíferas têm baixa tolerância aos ventos de alta intensidade, principalmente quando estão em crescimento, podendo sofrer danos mecânicos comprometendo o seu sistema fisiológico (GOIS, 2014). Tendo em vista a importância prática desta variável e sabendo que existem correlações com as demais variáveis meteorológicas, é enfatizado aqui a necessidade de um maior número de estudos voltado a esta temática. De acordo com Aragão *et al.* (2007) e Moscati e Gan (2007), a região Semiárida brasileira é fortemente influenciada por vários sistemas de grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), entre outros, de modo que essa diversidade de sistemas de circulação da atmosfera são responsáveis pela grande variabilidade dos elementos meteorológicos, em que os mais notáveis são o vento e a precipitação pluviométrica.

Face ao exposto, objetivou-se nesse trabalho caracterizar a direção predominante e a velocidade máxima e média do vento para o município de Petrolina, PE.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado para o município de Petrolina, localizado no Sertão pernambucano (9°38' S; 40°48' O; 373 m acima do nível do mar). O clima da região de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo BShw', correspondente a uma região climaticamente árida, com período chuvoso de janeiro a abril (RAMOS *et al.*, 2011).

Foram utilizados dados diários de velocidade do vento (m s^{-1}) e mensais de direção do vento obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (www.inmet.gov.br), referente à estação meteorológica automática (Código OMM: 81912). O período estudado foi de 1994 a 2013, totalizando 19 anos de dados. A fim de relacionar o comportamento do vento com o período chuvoso do município, ainda no site do INMET foram obtidos os valores de precipitação pluviométrica para o período estudado, assim como a normal climatológica do município de Petrolina referente ao período de 30 anos (1961 - 1990).

Para a obtenção das médias de velocidade do vento, os dados foram dispostos em planilha eletrônica do Microsoft Excel, para serem realizados os cálculos de médias diárias e mensais de todos os anos. A direção predominante do vento foi determinada por análise de frequência das observações mensais de cada ano (Equação 1).

$$F(x) = 100 * \left(\frac{n}{N} \right) \quad (1)$$

em que,

$F(x)$ = frequência de ocorrência do vento em uma determinada direção, em percentual;

n = número de ocorrências observadas naquela direção e,

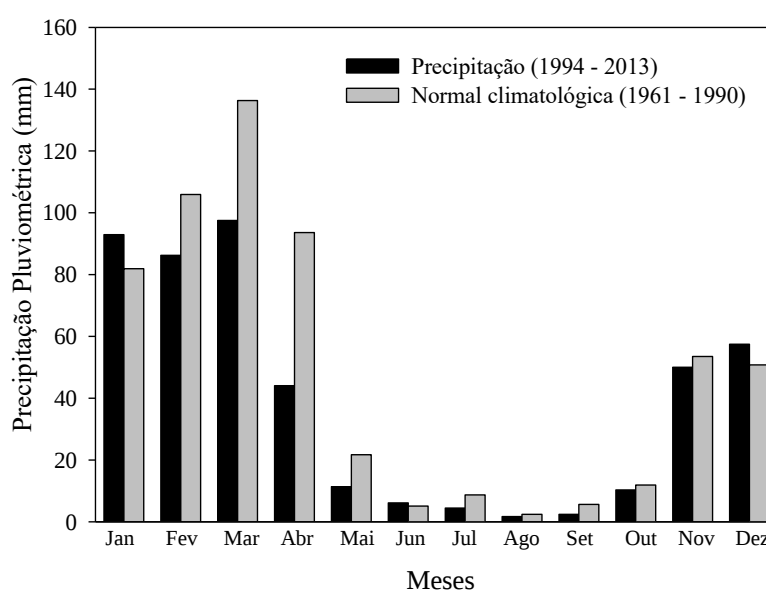
N = número total de observações.

Todos os gráficos foram confeccionados utilizando o programa SigmaPlot®11 (Systat Software Inc.).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição média mensal durante o período de estudo e a normal climatológica da precipitação pluviométrica do município de Petrolina é demonstrada na Figura 1. Nota-se que o período das chuvas inicia-se no mês de novembro, com maiores índices pluviométricos ocorrendo nos meses de janeiro a abril, com os meses de maio a outubro sendo os mais secos. Durante os 19 anos estudados, a precipitação anual média foi igual a 464,5 mm, sendo este valor inferior ao da normal climatológica do município que é igual a 577,4 mm.

Figura 1 - Precipitação pluviométrica média mensal (mm) obtida dasérie provisória de 1994 a 2013 e normal climatológica (1961 - 1990) do município de Petrolina-PE



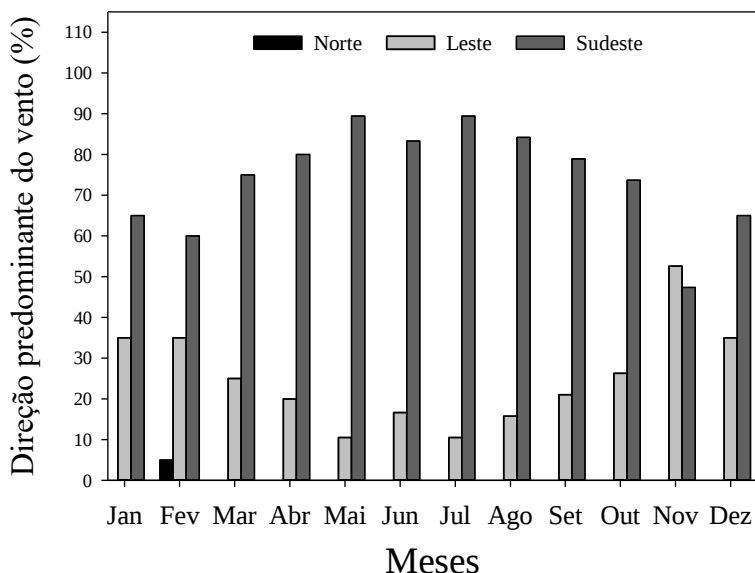
De acordo com Kousky e Gan (1981), o início desse período chuvoso está associado à atuação de vários sistemas de grande escala, como o cavado de ar superior do Atlântico Sul/vórtices Ciclônicos de ar superior e de sistemas frontais austrais que penetram na Região Nordeste. Já as chuvas ocorridas entre os meses de janeiro a abril, estão relacionadas à posição mais ao sul da ZCIT (KOUSKY; GAN, 1981; VIANELLO; ALVES, 2012).

A análise de frequência correspondente à direção predominante do vento para o município de Petrolina mostrou que houve pequena variação, com maior frequência de ventos originários da direção sudeste (Figura 2). Observa-se que, para todos os meses, as frequências de ocorrência de ventos de sudeste foram superiores a 50%, com destaque para os meses de março a outubro, em que a frequência de ventos nessa direção varia entre 70 e 90%.

Esta pequena variação resulta do domínio da circulação de grande escala Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e formação de ventos alísios de sudeste, que ocorrem nas baixas latitudes do hemisfério sul (VIANELLO; ALVES, 2012). Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva *et al.* (2013) que, analisando a

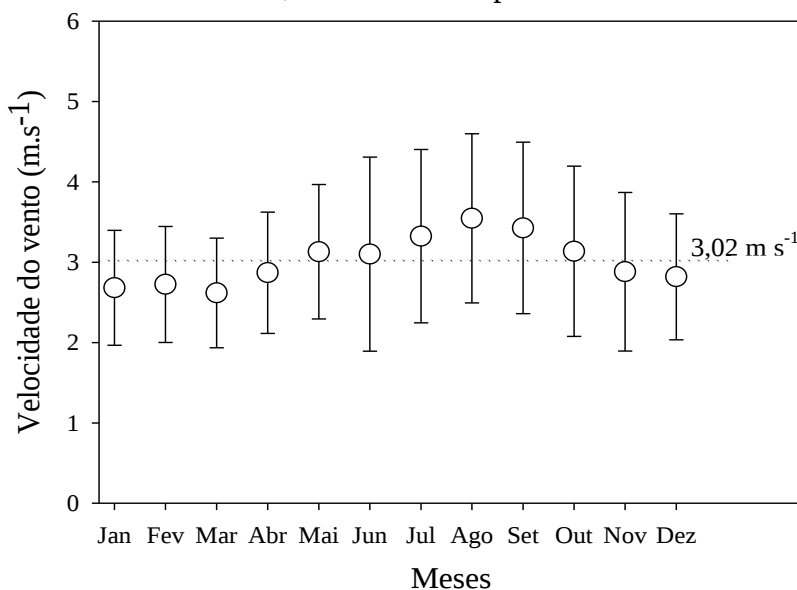
variabilidade da direção do vento no aeroporto de Petrolina-PE, encontraram uma maior frequência para os ventos da direção sudeste.

Figura 2 - Direção predominante do vento (%) em escala mensal, para o município de Petrolina-PE, obtida da série provisória de 1994 a 2013



Os resultados mostram que a velocidade média do vento para Petrolina-PE é igual a $3,02 \pm 0,30 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 3), corroborando com valores encontrados por Teixeira (2001) que, analisando o período de 1963 a 2009, encontrou um valor de velocidade média de $3,0 \text{ m s}^{-1}$. De uma maneira geral, a distribuição mensal da velocidade média do vento ao longo dos 19 anos apresentou pouca variabilidade, com ventos considerados quase calmos de acordo com a escala de Beaufort adaptada por Pereira et al. (2007).

Figura 3 - Velocidade média mensal do vento (m s^{-1}) para o município de Petrolina-PE, obtida da série provisória de 1994 a 2013



Os maiores valores de velocidade do vento foram observados no período mais seco da região, nos meses de maio a outubro, com média igual a $3,27 \text{ m s}^{-1} (\pm 1,05)$. O comportamento da velocidade do vento supracitado, também foi encontrado por Melo et al. (2013), observando o regime dos ventos na superfície para uma área do município de Petrolina-PE. No período seco na região Semiárida, a diminuição da nebulosidade aumenta a incidência de radiação solar, o que ocasiona maiores valores de temperatura do ar e promove alto déficit entre os centros de alta e baixa pressão, causando maiores velocidades do vento (LIRA et al., 2011). Por outro lado, os menores valores foram observados no período chuvoso, ocasionado pela atuação da ZCIT (LIRA et al., 2011) e pelo enfraquecimento dos ventos alísios de sudeste nessa região (SILVA et al., 2007; MOSCATI; GAN, 2007).

4 CONCLUSÕES

A direção do vento do município de Petrolina - PE sofre pequenas variações durante o ano, predominando ventos oriundos da direção sudeste. Tanto a velocidade média quanto a velocidade máxima foram consideradas baixas, com valores oscilando na transição entre os períodos secos e chuvosos da região.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao Grupo de Agrometeorologia do Semiárido (GAS) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela disponibilidade dos dados.

6 REFERÊNCIAS

ARAGÃO, M. R. S.; MENDES, M. C. D.; CAVALCANTI, I. F. A.; CORREIA, M. F. Observational study of a rainy January day in the Northeast Brazil semi-arid region: synoptic and mesoscale characteristics. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.133, p.1127-1141, 2007.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: BCD, 1998.

BERUSKI, G. C.; LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S.; ADACHESKI, P. A.; OLIVEIRA, A. V. Análise probabilística da velocidade média e caracterização da Direção predominante do vento no município da Lapa/PR. **Revista RA'E GA-O**, Curitiba, n.17, p.65-75, 2009.

GOIS, E. H. B.; HASEGAWA, M. M. Direção predominante e velocidade média e máxima do vento no município de Cambará -PR. **Revista Técnico Científica**, v.2, p.1-11, 2014.

GONÇALVES, R. C. **Análise de Frequência Regional de Ventos Extremos no Paraná**. 2007. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de recursos hídricos e ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, v.33, p.538-551, 1981.

LIRA, M. A. T.; SILVA, E. M.; ALVES, J. M. B. Estimativa dos recursos eólicos no litoral cearense usando a teoria da regressão linear. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, p.349 - 366, 2011.

MELO, E. C. S.; SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M. F. Regimes do vento à superfície na área de Petrolina, submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.3, p.229-241, 2013.

MOLION L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n.1, p.1-10, 2002.

MOSCATI, M. C. L.; GAN, M. A. Rainfall variability in the rainy season of semiarid zone of Northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. **International Journal of Climatology**, v.27, p.493-512, 2007.

MUNHOZ, F. C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.23, n.1, p.30-34, 2008.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba, SP, 2007. (Apostila).

RAMOS, C. M. C.; SILVA, A. F.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. L. R. BASSOI, L. H. Modelagem da variação horária da temperatura do ar em Petrolina, PE, e Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.9, Campina Grande, 2011.

SENTELHAS, P. C.; DE ALMEIDA MONTEIRO, J. E. B. **Agrometeorologia dos Cultivos**. Brasília, DF: INMET, 2009.

SILVA, A. B.; SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M.F; OLIVEIRA, G. B. Variabilidade do vento no aeroporto de Petrolina: uma análise para o mês de janeiro. In: I WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 6., 2013. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro, V.1, 2013.

TEIXEIRA, A. H. de C. **Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2001 (Documentos).

VIANELLO, R.L; ALVES, R.L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, p. 460, 2012.