



## ESTUDO HORÁRIO DO VENTO EM DIAMANTINA-MG

Maria José Hatem de Souza<sup>1</sup>, Fulvio Cupolillo<sup>2</sup>,  
Denise A.P. Antunes<sup>3</sup>, André R.C Gianotti<sup>4</sup>, Laura Vieira Bie<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, Prof.<sup>a</sup>. Adjunta, Departamento de Agronomia /Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (DAG/UFVJM), Diamantina-MG, Fone: 38 3532 1200, [mariahatem@yahoo.com.br](mailto:mariahatem@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Geógrafo, Prof. D,1 do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG),Campus Governador Valadares – MG.

<sup>3</sup>Tecnóloga em Gestão Ambiental, IFMG, Governador Valadares – MG.

<sup>4</sup>Engenheiro agrônomo, Mestre em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal (UFVJM),

<sup>5</sup>Estudante de Engenharia Florestal (UFVJM)

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de setembro de 2013- Centro de Convenções e Eventos Benedito Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

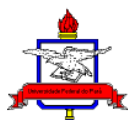
**RESUMO:** Neste estudo determinou-se a velocidade média e direção predominante do vento horário para Diamantina-MG. Os dados de velocidade e direção do vento foram coletados a 10m de altura em um anemômetro digital alocado em uma estação automática pertencente ao INMET; e são referentes ao período de junho de 2007 a junho de 2012. Durante o dia a velocidade do vento é superior do que à noite. Durante as horas do dia a velocidade do vento (3,46m/s) é superior que nas horas noturnas (2,66m/s). A predominância do vento é de NE durante o dia e, de SE no período noturno, refletindo os efeitos de microescala, associados à topografia local e ao aquecimento diferencial das superfícies durante o dia, juntamente com os efeitos de meso e macroescala. O potencial eólico é promissor e estudos futuros devem ser conduzidos no sentido de levantar para diferentes altitudes, estações do ano e horários distintos o potencial energético.

**PALAVRAS CHAVES:** direção do vento, anemômetro, rosa dos ventos, hodógrafas.

## HOURLY STUDY OF THE WIND IN DIAMANTINA - MG

**ABSTRACT:** In this study was determined the hourly average speed and predominant wind direction hourly to Diamantina-MG. The data speed and wind direction were collected on a 10m high anemometer allocated on a digital automatic station owned by INMET, and they are for the period June 2007 to June 2012. During the day the wind speed is greater than at night. During daylight hours the wind speed (3.46 m / s) is higher at night hours (2.66 m / s). The predominant wind is from the NE during the day, and SE during the night, reflecting the effects of microscale, associated with local topography and differential heating of the surface during the day, along with the effects of meso-and macroscale. The wind potential is promising and future studies should be conducted to raise for different altitudes, seasons and different times the energy potential.

**KEYWORDS:** direction of the wind, anemometer, the wind rose, hodograph.





## INTRODUÇÃO

O vento é um elemento do clima que influi diretamente no microclima de uma área, interferindo no crescimento de culturas e animais, tendo tanto efeitos favoráveis como desfavoráveis. Práticas preventivas contra os efeitos desfavoráveis dos ventos podem ser empregadas no meio rural, destacando-se o uso de quebra ventos e também a escolha do local que será implantada determinada cultura, visando assim garantir que as atividades agrícolas sejam viáveis. Para a escolha dos melhores locais, para determinadas culturas, assim como para o dimensionamento e posicionamento dos quebra ventos é imprescindível o conhecimento da direção predominante do vento, bem como a sua velocidade, ao longo do dia e do ano (Rosenberg et al., 1983). O interesse em aproveitar o vento não é novo; ele foi uma das primeiras fontes naturais de energia a ser utilizada. Existem indícios da existência de moinhos de vento na Babilônia e China entre 2000 e 1700 a. C. para bombear água e moer grãos. Hoje a extração da energia do vento, especialmente na forma de eletricidade, tem despertado cada vez mais o interesse das empresas e dos governos. A eólica é a forma de energia que mais cresce no mundo atualmente. Hoje existem mais de 30 mil turbinas eólicas em todo o mundo, com uma capacidade de 40.000MW (Hinrichs et al., 2011). Estudos locais tem sido feito no sentido de caracterizar melhor o vento (Silva et al., 1997; Galvani et al., 1999; Munhoz e Garcia, 2008) Devido a uma necessidade crescente, por parte de empresas da região e da própria universidade (UFVJM), por estudos relacionados aos ventos na região - com o propósito de orientar na implantação de pequenas turbinas eólicas, localização de quebra-ventos, de indústrias e de incineradores - este trabalho teve como objetivo estudar a direção predominante e a velocidade do vento ao longo do ano em Diamantina-MG.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados horários da direção e velocidade dos ventos coletados na estação automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e alocada no aeroporto de Diamantina-MG, na altitude de 1362m, com latitude de 18°13'S e longitude 43° 38'W. Esta estação está em operação desde junho de 2007, resultado de um esforço do INMET e, apoiada por meio de convênio com a prefeitura da cidade e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Os dados utilizados são referentes ao período de julho de 2007 a junho de 2012. Estes foram avaliados quanto a sua qualidade, homogeneidade e continuidade. Os dados horários foram organizados de forma a representar a hora local, desconsiderando o horário de verão e o valor da hora corresponde ao final do horário, ou seja, 7 horas corresponde a média de 6 às 7 horas. A direção predominante do vento foi caracterizada por meio de uma análise de frequência dos dados horários, para cada mês do ano e cada período do dia, utilizando-se a seguinte expressão:

$$f(x) = \frac{n}{N} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que,  $f(x)$  é a frequência de ocorrência do vento em uma determinada direção;  $n$  é o número de ocorrências de uma determinada direção, e  $N$  é o número total de observações. As frequências de direção foram plotadas em gráficos do tipo rosa dos ventos (hodógrafas), e na forma de histogramas mensais. Consideraram-se, para a determinação da direção do vento os





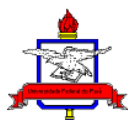
seguintes intervalos: vento Norte (N) o vento proveniente dos azimutes maiores ou iguais a  $337,5^\circ$  até os de  $22,5^\circ$ ; vento Nordeste (NE) o vento de  $22,5^\circ$  a  $67,5^\circ$ ; o de Leste (E) de  $67,5^\circ$  a  $112,5^\circ$ ; o de Sudeste (SE) de  $112,5^\circ$  a  $157,5^\circ$ ; o de Sul (S) de  $157,5^\circ$  a  $202,5^\circ$ ; o de Sudoeste (SW) de  $202,5^\circ$  a  $247,5^\circ$ ; o de Oeste (W) de  $247,5^\circ$  a  $292,5^\circ$ ; e o de Noroeste (NW) de  $292,5^\circ$  a  $337,5^\circ$ . Calcularam-se também as porcentagens de ocorrências de calma atmosférica, ou seja, horários sem vento.

## RESULTADOS

Observa-se na Figura 1 que a velocidade do vento horária apresenta os maiores valores de 8 às 13 horas, sendo a direção predominante para este horário a de nordeste (NE), e os menores valores de 23 as 3 horas, em que a predominância é do vento de sudeste (SE) - Figura 2. Munhoz e Garcia (2008) estudando a velocidade do vento para Ituverava-SP, verificaram também que durante o dia a velocidade do vento é superior ao período noturno. Na Figura 1 também se verifica que a velocidade do vento apresenta o menor valor a 01 hora da madrugada ( $2,35\text{m/s}$ ) e começa a se elevar a partir das 3 horas até atingir o valor máximo à 9 horas ( $3,8\text{m/s}$ ), se mantendo superior a  $3\text{m/s}$  até as 17 horas. Com relação à direção esta muda de SE para NE com o nascer do sol (Figura 2), provavelmente em decorrência da topografia local, uma vez que a estação esta localizada em um platô, cercadas de depressões com vegetação de Campus Rupestre em solos arenosos e com rochosidade elevada, esta vizinhança proporciona ventos locais que dominam de NE devido ao aquecimento das encostas no entorno durante o período do dia que a partir das 9 horas já contam, em uma superfície horizontal, com  $1191\text{kJ/m}^2$ , com um máximo as 13h de  $2561\text{kJ/m}^2$  (Figura 3). Ao anoitecer o vento volta a ter o predomínio de SE (Figura 2), em consequência dos ventos Alísios que predominam nesta faixa latitudina. O predomínio do vento de NE durante o dia pode ser explicado pela climatologia local - de acordo com os dados das normais climatológicas a velocidade média do vento, medido na estação convencional do INMET, é de  $2,37\text{ m.s}^{-1}$  com direção predominante NE (Normais Climatológicas do Brasil, de 1961 a 1990 - INMET, 2009), interessante comentar que das três medições de vento nesta estação, apenas uma ocorre no período noturno (as 0h TMG), enquanto que estação do Aeroporto da cidade a estação é automática nos permitindo ter acesso a dados mais completos. Durante o dia devido ao aquecimento da superfície pela energia proveniente do sol o gradiente de pressão atmosférica aumenta (Figura 3), consequentemente a turbulência atmosférica e a movimentação do ar se intensificam ocasionando uma maior velocidade do vento e também um efeito na direção do vento que passa a refletir o relevo local (em microescala) e também pelos efeitos meso e macroescala. Os ventos de sudeste no hemisfério sul são genericamente conhecidos como ventos Alísios e estão relacionados ao Centro de Alta Pressão do Atlântico. A posição e a intensidade do centro de alta pressão atmosférica modificam-se sazonalmente, alterando consequentemente também o padrão de ventos. Este sistema de ventos tem duas direções principais: nordeste e leste durante a primavera e o verão (NIMER, 1989).

## CONCLUSÕES

Durante as horas do dia a velocidade do vento é superior que nas horas noturnas, sendo a predominância do vento de NE e durante o dia e de SE no período noturno.



Os efeitos de microescala associados a topografia local - vizinhança da estação é um platô, cercado de depressões com vegetação de Campus Rupestre em solos arenosos e com rochividade elevada – e ao aquecimento da superfície pela energia proveniente do sol durante o dia; associados aos efeitos de meso e macroescala ocasiona os ventos locais nos horários do dia com predominância NE e durante a noite prevalece as influencias dos ventos alísios de SE.

O potencial eólico é promissor uma vez que a velocidade média horária do vento é superior a 3m/s na maior parte do dia. Estudos futuros devem ser conduzidos no sentido de levantar o potencial eólico local para diferentes altitudes e seu potencial energético.

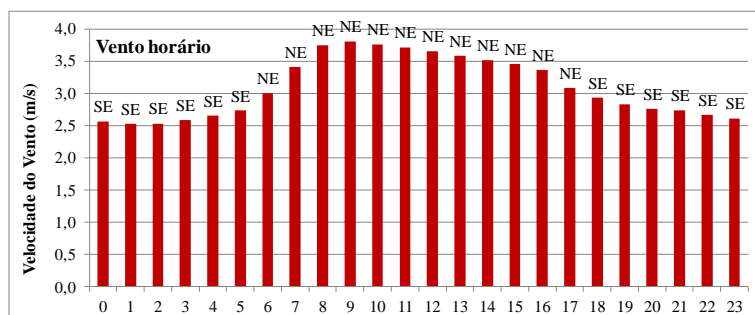
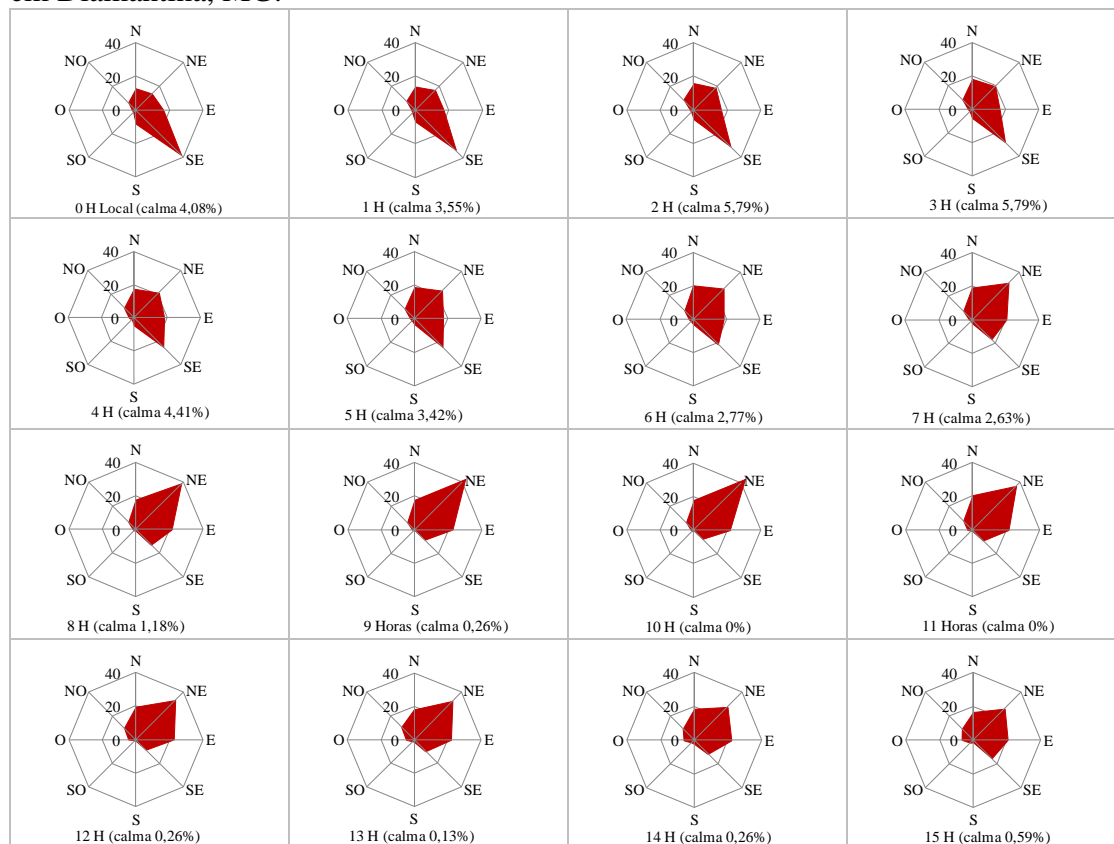


Figura 1 - Velocidade média mensal dos ventos horários, de junho de 2007 a junho de 2012, em Diamantina, MG.



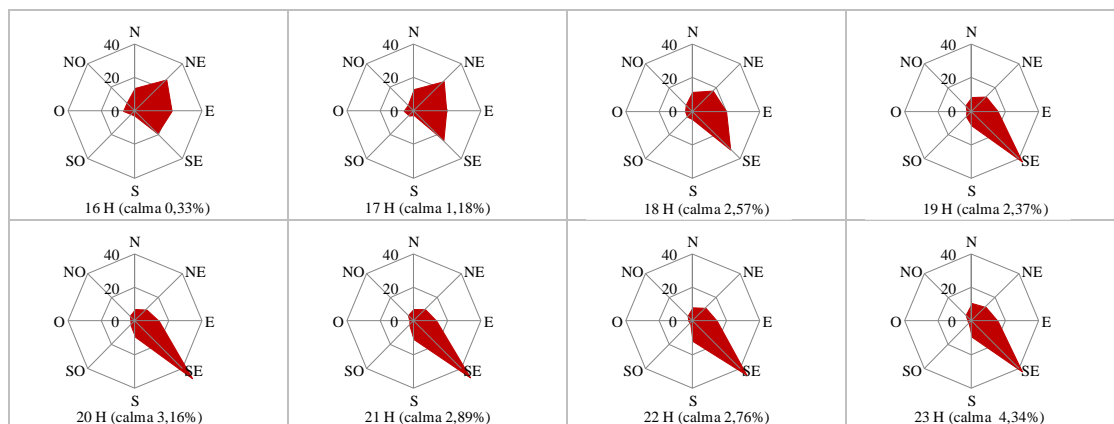


Figura 2 - Rosa dos ventos e frequência relativa da direção horária, em Diamantina- MG.

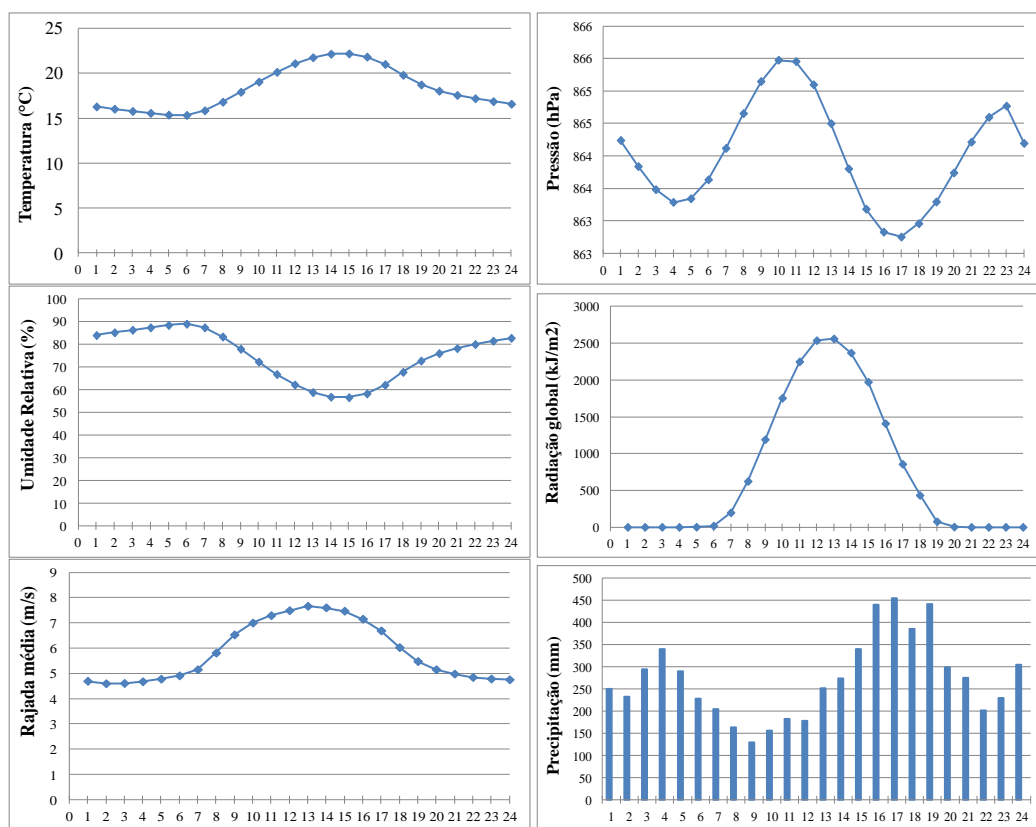


Figura 3 - Médias horárias da temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, radiação solar global, rajadas e somas das precipitações horárias de junho de 2007 a junho de 2012, em Diamantina, MG.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET pelos dados meteorológicos disponibilizados para este trabalho, o Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG e a Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INMET. Normais Climatológicas do Brasil 1991 -1990. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 465p, 2009.
- GALVANI, E.; KLOSOWSKI, E. S.; CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Caracterização da direção predominante do vento em Maringá - PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS. v.7, n.1, p.81-90, 1999.
- HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L.B. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo, Ed. Cengage Learning. 2011, 708p.
- MUNHOZ, F. C.; GARCIA, A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Sociedade Brasileira de Meteorologia. São Paulo. v.23, n.1, p.30-34. 2008.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 1989. 421p.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P, C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba – RS: Livraria e editora Agropecuária Ltda. 2002. 478p.
- ROSENBERG, N. J.; BLAD, B. L.; VERMA, S. B. **Microclimate – The biological environment**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1983, 495p.
- SILVA, J. B; ZANUSSO, J. T.; SILVEIRA, D. L. M.; SCHONS, R. L.; LARROZA, E. G. Estudo da velocidade e direção dos ventos em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.227-235, 1997.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital. Brasília: INMET, 2005. 531p.
- VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 460p, 2012.

