

DESCRIÇÃO DO REGIME DE VENTOS EM CAPELINHA, MINAS GERAIS

Lucas Santos do Patrocínio Figueiró¹, Lucas da Costa Santos²

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil
(lucas.figueiro@ufvjm.edu.br)

Resumo: O objetivo deste estudo foi caracterizar a velocidade (VV) e direção (DV) dos ventos para o município de Capelinha, MG. Os dados foram obtidos a partir do INMET (2008 a 2024). Foram avaliadas as médias da VV, e frequência de ocorrência da DV. Os resultados indicam que, a velocidade do vento média anual foi de 1,97 m/s, com a observação de maiores velocidades no período diurno (2,06 m/s) e menores a noite (1,88 m/s). Ao longo de todo o ano, o vento na direção sudeste predominou no município.

Palavras-chave: Agrometeorologia; Anemometria; Vale do Jequitinhonha.

INTRODUÇÃO

O vento é um fenômeno causado pela movimentação do ar, resultado da diferença de pressão atmosférica entre diferentes regiões, que ocorre devido ao aquecimento desigual da superfície terrestre. Ao buscar o equilíbrio, o ar se desloca das zonas de alta pressão para as de baixa pressão, gerando um fluxo de ar, ao qual denominamos vento. Além de ser um elemento fundamental da circulação atmosférica, o vento impacta diversas áreas, como a de produção de energia renovável, o planejamento urbano e a agricultura.

A energia eólica, por sua vez, consiste na conversão da potência dos ventos em energia elétrica (Lopes et al., 2024). Trata-se de uma fonte renovável, obtida a partir de recursos naturais, com potencial para atender à crescente demanda energética (Kruger et al., 2023) e reduzir o agravamento das mudanças climáticas, que, de acordo com Andrade et al. (2024), representam uma grave ameaça à humanidade.

Nas áreas urbanas, o conhecimento sobre as características do vento é essencial para o planejamento e a localização de indústrias e fábricas, minimizando impactos sobre áreas residenciais (Silva et al., 2023). Além disso, a dinâmica dos ventos influencia a dispersão de poluentes e pode ser utilizada para otimizar o conforto térmico em edificações, conforme destacado por Leite e Virgens Filho (2006). Outro aspecto relevante, pontuado por Araújo e Dornelles (2022), é que a força dos ventos pode comprometer a integridade estrutural de edificações, provocando fadiga em materiais, fissuras ou até mesmo a quebra de telhas.

Na agricultura, sua influência é amplamente reconhecida em diversas aplicações, incluindo a

dispersão de defensivos agrícolas, na propagação de doenças, na polinização e nas práticas de quebra-vento. Além disso, há uma crescente demanda por informações que subsidiem projetos voltados ao aproveitamento do vento, como os que visam à construção de secadores solares e à economia de água. Em relação às plantas, o vento exerce três principais efeitos sobre seu crescimento: intensificação da transpiração, aumento na absorção de CO₂ e impacto mecânico nas folhas e ramos, sendo que a resposta a essas interações varia conforme a espécie (Munhoz e Garcia, 2008).

Diante da relevância do vento para diversas atividades humanas, o estudo de suas características regionais é essencial para o desenvolvimento de projetos mais eficientes em setores como a irrigação, arquitetura, infraestrutura rodoviária, aeroportos, portos, geração e distribuição de energia elétrica, além da instalação de indústrias (Liberato, 2019).

Neste contexto, considerando a importância do conhecimento sobre o comportamento dos ventos e a magnitude de seus impactos, tanto positivos quanto negativos, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a velocidade e a direção predominante dos ventos na cidade de Capelinha, em Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Capelinha está localizado no Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais (latitude 17,71°S, longitude 42,39°W e altitude de 932,06 metros). O acumulado médio anual de precipitação do local é de 1068,4 mm, em que dezembro é o mais chuvoso (274,7 mm) e julho o mais seco (10,6 mm). A temperatura média local é de 20,1 °C, com temperatura máxima registrada em fevereiro (28,6

°C) e mínima em julho (12,1 °C) (dados médios da série histórica de 2008 a 2019). A área do município corresponde a 965.292 km² (IBGE, 2023).

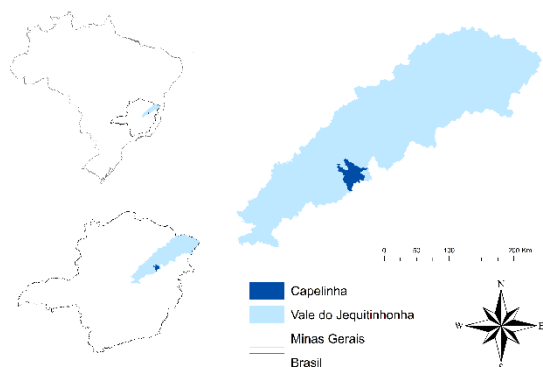


Figura 1. Mapa de localização de Capelinha, Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais

Para o presente estudo, consideramos dados horários de velocidade e direção do vento ao longo de 17 anos (2008 a 2024) extraídos do Bando de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Nos casos em que uma das variáveis apresentava falhas, toda a informação horária daquele dia foi excluída, o que resultou em uma omissão de 4,6% dos dados.

A velocidade do vento (VV) foi determinada para o período diurno e noturno além da média diária em escala mensal, sazonal e anual. Também foram calculadas as médias horárias para cada estação do ano. A direção predominante do vento (DV) foi determinada a partir da análise de frequência das observações horárias para todos os dias do ano, permitindo o cálculo das médias mensais e sazonais. Para isso, utilizamos a equação 1.

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

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.

Os ângulos foram convertidos em direção do vento e classificados de acordo com a Tabela 1.

Para a caracterização horária, o período diurno foi definido entre 06 e 18 horas, e o noturno entre 18 e 06 horas. Na escala sazonal, as estações foram divididas em verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto, setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro).

Tabela 1. Relação entre ângulos e direção do vento.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A velocidade média anual do vento foi de 1,97 m/s, com valores médios de 2,06 m/s durante o dia e 1,88 m/s à noite. A velocidade diurna superou a noturna ao longo de todo ano, com exceção dos meses de setembro e outubro, quando foram registrados os maiores valores médios, 2,43 m/s e 2,45 m/s, respectivamente. O mês de junho apresentou a menor média anual, com 1,58 m/s, chegando a 1,35 m/s durante a noite.

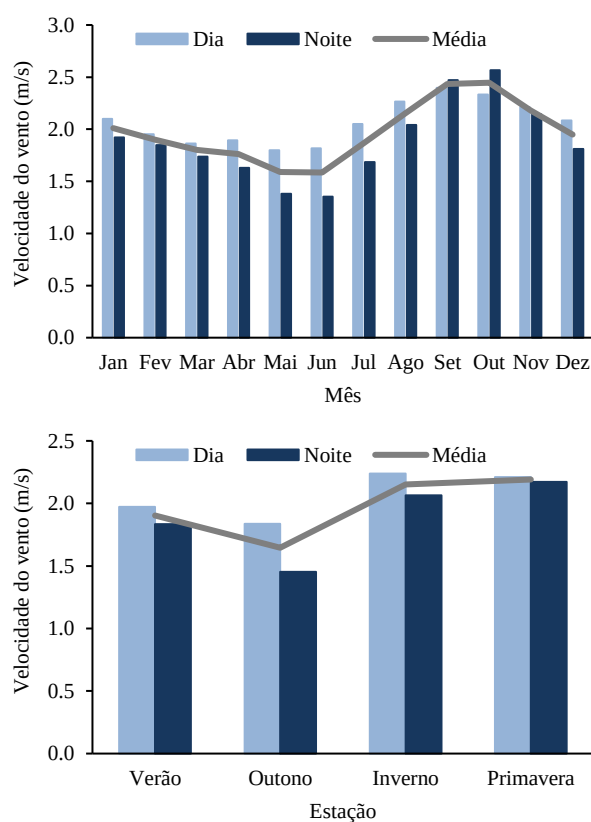


Figura 2. Velocidade média do vento diurno, noturno e diária em escala mensal e sazonal no município de Capelinha, Minas Gerais (2008 a 2024)

Na análise sazonal, a primavera apresentou a maior velocidade média do vento (2,19 m/s), além da menor diferença entre os valores diurnos e noturnos (0,04 m/s), conforme ilustrado na Figura 2. Em contraste, no outono, observou-se uma tendência de redução na velocidade média do vento.

Ao analisar o comportamento horário da velocidade do vento (VV), verificamos que, em todas as estações do ano, o período diurno (entre 06h e 18h) apresenta os maiores valores, conforme ilustrado na Figura 3. Segundo Ferreira et al. (2024), compreender esse padrão é essencial para diversas aplicações agrícolas, como a definição dos melhores horários para pulverizações e irrigação, especialmente quando realizadas por sistemas de aspersão. Assim, sempre que possível, recomenda-se concentrar essas atividades entre 18h e 06h, quando as velocidades do vento são menores e há menor risco de deriva.

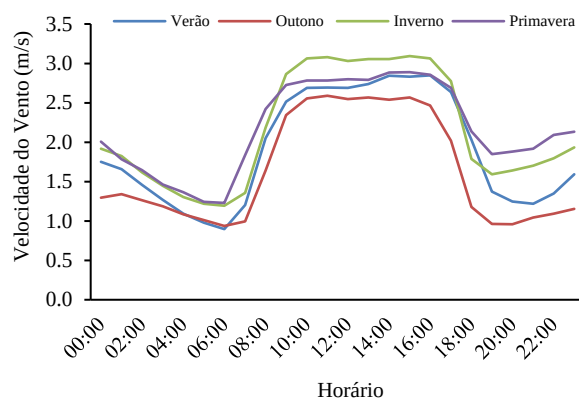


Figura 3. Velocidade média do vento horária em escala sazonal no município de Capelinha, Minas Gerais (2008 a 2024).

A velocidade do vento varia entre 0,90 m/s e 3,09 m/s na análise sazonal. Conforme mostrado na Figura 3, no período diurno, os maiores valores de velocidade são registrados durante o inverno (julho, agosto e setembro), enquanto os menores ocorrem no outono (abril, maio e junho). Resultados semelhantes foram observados por Ponciano e Back (2022) no município de Laguna, em Santa Catarina, que também identificaram as maiores velocidades no inverno e as menores no outono. No entanto, a velocidade do vento registrada em Laguna foi superior à observada em Capelinha, variando de 4,70 m/s a 8,47 m/s.

Ao analisar a direção predominante média dos ventos ao longo do ano, observamos que as maiores frequências ocorreram nas direções sudeste (SE, 61,20%), sul (S, 23,99%), leste (E, 12,37%), sudoeste (SW, 2,33%), oeste (W, 0,08%), nordeste (NE, 0,02%), norte (N, 0,00%) e noroeste (NW, 0,00%).

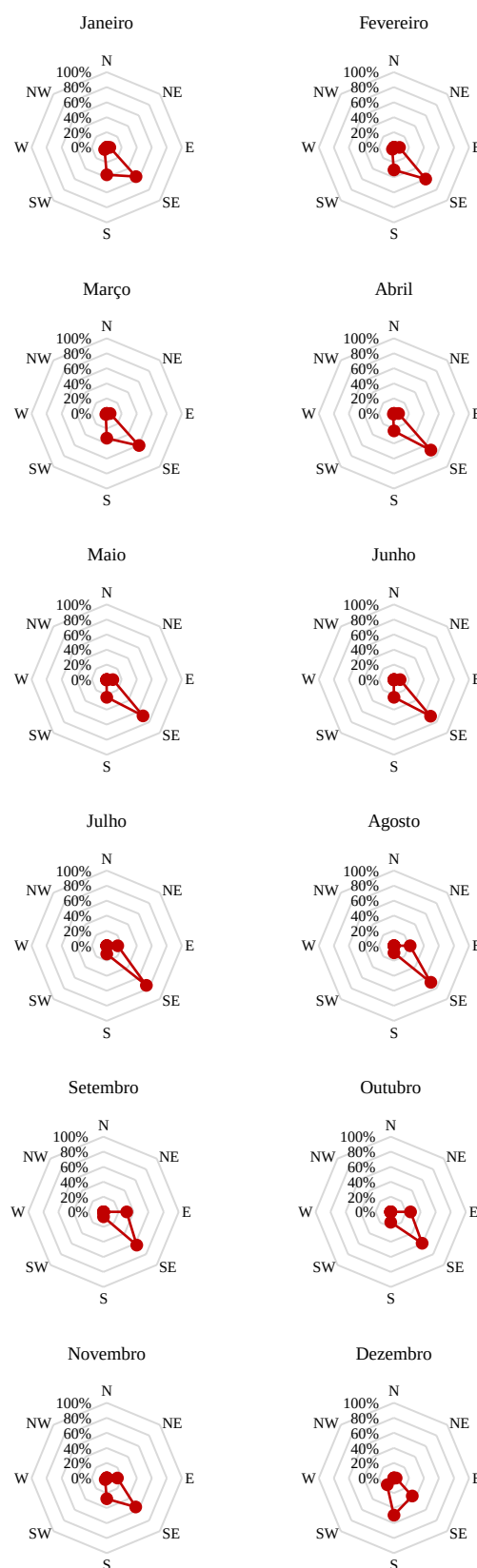


Figura 4. Frequência média da direção cardinal do vento em escala mensal no município de Capelinha, Minas Gerais (2008 a 2024).

A Figura 4 apresenta os gráficos que ilustram a distribuição da frequência das direções cardeais dos ventos ao longo de todos os meses do ano, com base na média dos últimos 17 anos (2008 a 2024). Durante todos os meses, o vento na direção sudeste foi o mais frequente, ultrapassando 54,00% em todos os meses, exceto em dezembro, e atingindo seu pico em julho (74,33%). A segunda direção mais frequente foi a sul, com variações entre 6,67% em setembro e 49,46% em dezembro. A terceira direção mais frequente, leste, variou de 2,55% em dezembro a 30,56% em setembro.

Resultados semelhantes foram observados em Ituverava, São Paulo, onde os ventos predominantes também foram os de sudeste durante a maior parte do ano, com exceção do período de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), quando houve maior contribuição de ventos de noroeste (Munhoz e Garcia, 2008). Esses autores destacam que, além da intensidade do vento, é essencial considerar sua direção predominante. O correto posicionamento de proteções vegetais, como quebra-ventos, que são cruciais para as atividades agropecuárias, depende diretamente do conhecimento das direções predominantes do vento. No contexto urbano, esse entendimento também é fundamental para a instalação adequada de indústrias, a fim de evitar impactos negativos nas áreas residenciais.

Na análise sazonal da direção predominante dos ventos (Figura 5), observamos que, em todas as estações, o vento mais frequente foi o de sudeste (SE), com o inverno apresentando a maior frequência (68,66%) e a primavera a menor (49,32%). No hemisfério sul, os ventos de SE são genericamente conhecidos como ventos Alísios, sendo associados ao Centro de Alta Pressão do Atlântico (Ferreira et al., 2024). Esses autores também observaram a predominância dos ventos de SE no município de Diamantina, localizado no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, com frequências variando de 85,76% no verão a 75,68% no inverno. Em Botucatu, São Paulo, a direção predominante no período estudado também foi o SE, com uma ocorrência de 41,92%, enquanto a menor frequência foi registrada na direção nordeste (NE), com apenas 2,79% (Schubert et al., 2022).

A direção sul (S) foi a segunda mais frequente em Capelinha, com valores variando de 9,01% no inverno a 33,24% no verão. A terceira direção mais frequente foi a leste (E), com variações de 5,31% no verão a 22,15% no inverno. Em Mossoró, no Rio Grande do Norte, as direções predominantes dos ventos são sudeste e leste, sendo nordeste como a segunda direção mais frequente (Morais et al., 2014).

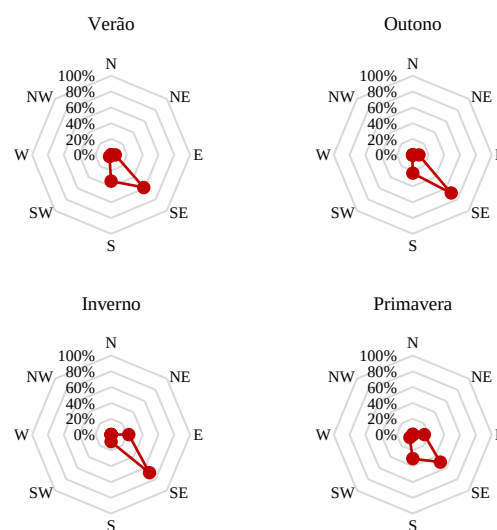


Figura 5. Frequência média da direção cardinal do vento em escala sazonal no município de Capelinha, Minas Gerais (2008 a 2024).

No município de Seropédica, no estado do Rio de Janeiro, as direções predominantes do vento concentram-se nos quadrantes norte e sul (Oliveira Júnior et al., 2013). Os autores afirmam que essa predominância está associada à atuação das brisas de vale e montanha, em razão da presença de cadeias montanhosas que cercam a região, bem como à influência do sistema de alta pressão subtropical do Atlântico Sul.

Em Curitiba, os ventos predominam, na maior parte do ano, a partir do quadrante leste. Nos meses de junho, julho e agosto, no entanto, houve maior frequência de ventos vindos do Nordeste. As direções sul e sudoeste foram as menos frequentes (Castelhano e Roseghini, 2018). Os pesquisadores observaram que os ventos com velocidades superiores a 4 metros por segundo ocorreram com maior frequência a partir dos quadrantes oeste, noroeste e sudoeste. Ventos mais intensos, inclusive os que ultrapassaram 10 metros por segundo, também tiveram essas mesmas direções, indicando que os ventos mais fortes são característicos desses setores.

CONCLUSÃO

A velocidade média anual do vento em Capelinha foi de 1,97 m/s, com variações significativas entre os períodos diurno e noturno, que apresentaram médias de 2,06 m/s e 1,88 m/s, respectivamente. Esse comportamento evidencia uma maior intensidade dos ventos durante o dia, especialmente entre 06h e 18h, período em que a influência do aquecimento solar favorece o aumento da convecção e, consequentemente, da movimentação do ar.



A análise sazonal revelou que as maiores velocidades de vento ocorreram durante o inverno e a primavera, estações caracterizadas por maior estabilidade atmosférica e gradientes de pressão mais acentuados, que contribuem para o aumento da velocidade dos ventos. Em contraste, o outono apresentou os menores valores médios, indicando um período de menor atividade eólica na região.

Quanto à direção predominante dos ventos, observou-se um claro domínio das correntes provenientes do sudeste (SE), que corresponderam a 61,20% da frequência total, seguidas pelas direções sul (S), com 23,99%, e leste (E), com 12,37%. Juntas, essas três direções representaram mais de 97% da frequência registrada, evidenciando um padrão consistente de circulação do ar na localidade.

Esses dados são fundamentais para o planejamento de atividades que dependem da dinâmica eólica, como a geração de energia renovável, planejamento urbano e o manejo agrícola, além de contribuir para uma melhor compreensão do comportamento climático regional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. F.; GURGEL, J. F.; CARNEIRO, F. O. M.; OLIVEIRA, M. L. M.; VIANA, T. S.; FORTES, L. A.; COSTA, A. S. O uso do software Qblade na energia eólica: uma revisão bibliográfica. *Revista de Gestão e Secretariado*. v. 15, n. 10, p. e4367, 2024. DOI: 10.7769/gesec.v15i10.4367.
- 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*. v. 22, n. 2, p. 247 – 267, 2022. DOI: 10.1590/s1678-86212022000200603
- CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W. F. F. Caracterização da dinâmica dos ventos em Curitiba-PR. *Geousp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 22, n. 1, p. 227-240, 2018.
- FERREIRA, P. F. S.; ARAUJO, J. E.; PEREIRA, N. A. S.; FIGUEIRÓ, L. S. P.; SANTOS, L. C. Caracterização da direção predominante e velocidade do vento em Diamantina/MG. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*. v. 17, n.

3, p. e5474, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.3-301.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cidades e Estados – Capelinha. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/capelinha.html>>. Acesso em: 14 de jan de 2025.

KRUGER, S. D.; ZANELLA, C.; BARICHELLO, R. Análise da viabilidade econômico-financeira para implantação de projeto de produção de energia solar fotovoltaica em uma propriedade rural. *Revista de Gestão e Secretariado*. v. 14, n. 1, p. 428 – 445, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i1.1521.

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S. Avaliação da velocidade média e direção predominante do vento em Ponta Grossa – PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. v. 14, n. 2, p. 157 – 167, 2006.

LIBERATO, A. M. Direção e velocidade do vento em Cuiabá – MT/Brasil. *Anais [...] Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC*. Palmas/TO, 2019.

LOPES, R. R.; TOFANELI, L. A.; OLIVEIRA, T. D.; SANTOS, A. A. B. Análise preliminar do desempenho aerodinâmico de rotores eólicos utilizando dupla-pá. *Revista de Gestão e Secretariado*. v. 15, n. 7, p. e3965, 2024. DOI: 10.7769/gesec.v15i7.3965.

MORAIS, G. M.; ESPINÓLA SOBRINHO, J.; SANTOS, W. O.; COSTA, D. O.; SILVA, S. T. A.; MANIÇÓBA, R. M. Caracterização da Velocidade e Direção do Vento em Mossoró/RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 7, n. 4, p. 746 – 754, 2014.

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, p. 30 – 34, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F., SOUZA, J. C. S., DIAS, F. O., GOIS, G., GONÇALVES, I. F. S., SILVA, M. S. D. Caracterização do regime de vento no município de Seropédica, Rio de Janeiro (2001-2010). *Floresta e Ambiente*, v. 20, p. 447-459, 2013.

PONCIANO, A. C.; BACK, A. J. Caracterização do regime de ventos em Laguna, Santa Catarina. *Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil*. v. 7, n. 2, p. 1 – 14, 2022.

SCHUBERT, A. N.; DAL PAI, A.; SARNIGHAUSEN, V. C. R.; RODRIGUES, S.



A. Direção e velocidade do vento em Botucatu –
SP. Tekhne e Logos. v. 13, n. 1, p. 50 – 64, 2022.

SILVA, M. C.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R.
M.; FRANÇA, M. V. Direção predominante do
vento para Recife e Caruaru – Pernambuco,
Brasil. Revista Observatorio De La Economia
Latinoamericana, v. 21, n. 10, p. 17087 – 17112,
2023.