

REDUÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO PROPORCIONADA POR UM QUEBRA-VENTO ARTIFICIAL¹

Clovis Alberto VOLPE², Edgar Ricardo SCHÖFFEL³

INTRODUÇÃO

Quando o vento encontra uma planta, parte da sua energia é transferida e dessa interação resulta a chamada ação mecânica do vento. A intensidade dessa transferência pode provocar benefícios como o auxílio na polinização, estímulo para a quebra de gradiente térmico e de umidade no perfil da cultura, moderação no fluxo de CO₂, entre outros. Quando a velocidade do vento é alta, a ação mecânica sobre as plantas, além de promover a queda de folhas, de flores, de frutos, a quebra de galhos, ou mesmo causando anomalias morfológicas, provoca ferimentos que favorecem o ingresso de patógenos como bactérias, vírus e fungos, e diminuem a eficiência fotossintética (OMETTO e CARAMORI, 1981). Por outro lado, a estagnação também é prejudicial ao bom desenvolvimento das culturas, assim, o ideal é a existência de ventos moderados, e embora variável entre espécies, em torno de 1,4 a 1,6 ms⁻¹.

O principal efeito dos quebra-ventos é reduzir a velocidade do vento de superfície servindo como barreira de proteção para vegetais, animais e benfeitorias. O quebra-vento pode ser caracterizado pela combinação da sua estrutura interna (porosidade) e da sua estrutura externa (forma).

A distância na qual é efetiva a proteção do quebra-vento depende da altura da barreira. Quanto maior a altura da barreira, maior a distância protegida. A velocidade mínima do vento a sotavento decresce quando a porosidade decresce, mas a magnitude do decréscimo varia com a distância do quebra vento e a altura acima da superfície. A sotavento de um quebra-vento denso, a velocidade do vento iguala a velocidade do vento a barlavento em distância mais curta do que atrás de quebra-vento de densidade média, ou seja, de maior porosidade. Isto pode ser causado pelo desenvolvimento de uma diferença de pressão atrás de um quebra-vento denso forçando a descida do ar, aumentando a turbulência e reduzindo, então, a extensão da proteção (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001). Outro fator importante que afeta a eficácia do quebra-vento é o ângulo de incidência do vento (θ) no quebra-vento. A proteção máxima é esperada para ventos perpendiculares ao quebra-vento ($\theta = 90^\circ$), e a proteção mínima para ventos paralelos ($\theta = 0^\circ$) (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001).

WOODRUFF e ZINGG (1953) verificaram, em estudo com túnel de vento, que todas as barreiras de proteções com formas muito diferentes têm redução quase idêntica de vento e turbulência e que, portanto, essas diferenças podem ser desprezadas. Posteriormente, isso também foi observado por WANG & TAKLE (1997), através de simulações numéricas de dados já existentes na literatura.

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo determinar qual a redução média da velocidade do vento proporcionada por um quebra-vento com 70% de porosidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A observação da velocidade do vento foi conduzida durante os meses de maio e junho de 2002, em uma área próxima ao Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal, cujas coordenadas geográficas do local são: 21°15'22" S, 48°18'58"W e altitude média de 595 m.

Para essas observações foi construída uma estrutura com 48,0 m de comprimento e 6,0 m de altura (h), na orientação 64° - 244°, disposta perpendicularmente aos ventos predominantes do local (direção sudeste). Essa estrutura foi constituída por oito fustes de eucalipto nos quais foi fixada a uma tela de polipropileno. Segundo o fabricante da tela, essa apresenta 70% abertura de malha, ou seja, 70% de porosidade.

A velocidade do vento foi medida em dois pontos distantes a 2h do quebra-vento artificial (h=6,0 m), sendo que desses, um estava situado a barlavento e o outro a sotavento dessa barreira, quando se considera a direção predominante. Ventos soprando na direção oposta (noroeste) foram considerados, porém, inverteu-se as posições de barlavento e sotavento.

A direção do vento foi medida com o modelo 5703 fabricado pela Young, cujo elemento sensor é um potenciômetro com 1° de resolução na medida enquanto que a velocidade do vento foi medida através de um conjunto de canecas, modelo 014A-L34 da Met-One, que tem resolução de leitura de 0,11 ms⁻¹.

Os sensores para a medição da velocidade e da direção do vento foram instalados em uma superfície plana, aberta (livre de obstáculos) e coberta com grama (*Paspalum notatum* L.). Os anemômetros de canecas e o sensor de direção do vento foram instalados a 1,5 m acima da superfície, sendo instalado nos pontos distantes 2h da barreira.

Todos os sensores meteorológicos utilizados estavam ligados a um datalogger (Campbell Scientific), modelo XL21, para aquisição dos dados, programado para efetuar medição, a cada segundo, e para armazenar, a cada minuto, um valor médio de cada sensor para esse intervalo de tempo. O Datalogger funcionou com energia oriunda de bateria recarregável, com a energia solar, para isto foi instalada uma placa solar da Campbell Scientific, modelo MSX 10R.

Classificou-se a direção dos ventos considerando o ângulo de incidência (θ) em relação a barreira. Esse ângulo varia entre 0°, quando a direção do vento é paralela à barreira, até 90°, quando a direção do vento é perpendicular à barreira. Como as medições de vento são obtidas nos dois lados da barreira é possível considerar os ventos que incidem de ambos os lados. Conforme foi descrito anteriormente, o quebra-vento artificial está disposto na orientação 64° - 244° e, por isso, foram selecionados apenas os dados de vento com $\theta \geq 45^\circ$ (referentes aos ângulos de direção entre 289° a 19° e entre 109° a 199°).

¹ Pesquisa desenvolvida com auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

² Eng. Agr., Dr., Prof. Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP). CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: cavolpe@fcav.unesp.br

³ Eng. Agr., Dr., Prof. Departamento de Agronomia das Faculdades Federais Integradas de Diamantina (FAFEID). CEP 39100-000, Diamantina, MG. Bolsista de Pós-doutorado da FAPESP. E-mail: erschoffel@ig.com.br

Além disso, foram excluídos os dados em que os registros de velocidade do vento foram inferiores a $0,5 \text{ ms}^{-1}$, visando à diminuição do erro instrumental, uma vez que esse tipo de sensor exige uma velocidade mínima para sair da inércia. Em seguida os dados foram agrupados em três classes considerando os intervalos de velocidade do vento a barlavento do quebra-vento: $0,5$ a $1,49 \text{ ms}^{-1}$; $1,5$ a $2,99 \text{ ms}^{-1}$ e acima de $3,0 \text{ ms}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As velocidades do vento registradas durante o período de observação, na grande maioria, não foram altas (Figura 1) sendo que o valor máximo registrado foi de $5,53 \text{ ms}^{-1}$ sendo este classificado como vento moderado pela escala de vento proposta por Beaufort (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001), e em média a velocidade foi de $1,72 \text{ ms}^{-1}$. Isto pode ser justificado porque esses valores representam a média ocorrida durante o tempo de um minuto e não o valor máximo absoluto ocorrido.

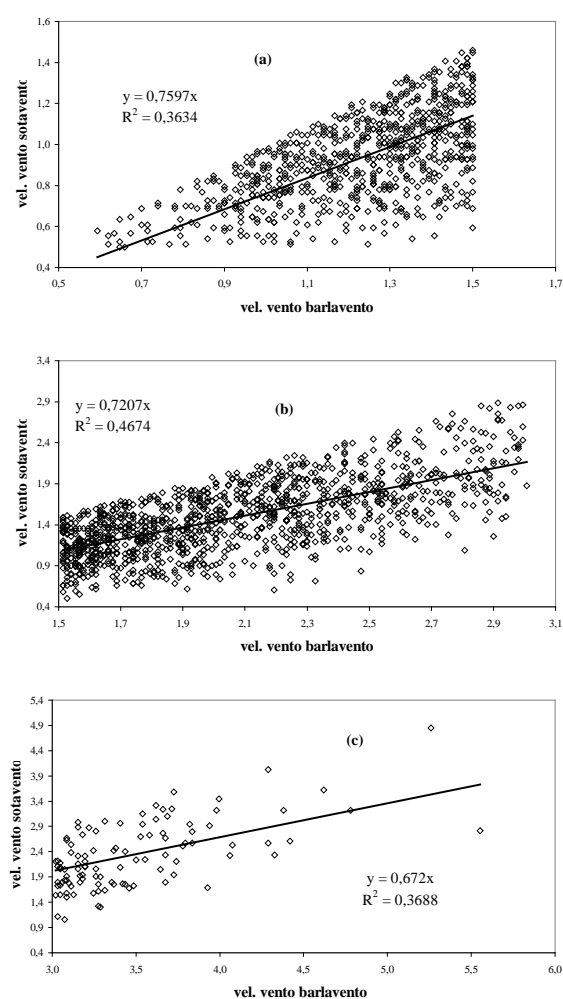


Figura 1. Relação entre a velocidade do vento a barlavento e a sotavento do quebra-vento para os intervalos de: (a) $0,5$ a $1,49 \text{ ms}^{-1}$; (b) $1,5$ a $2,99 \text{ ms}^{-1}$ e (c) acima de $3,0 \text{ ms}^{-1}$ da velocidade do vento a barlavento do quebra-vento. Jaboticabal, SP.

Conforme indicam os coeficientes da curva ajustada para os dados, é possível verificar na Figura 1a qual contém a classe de ventos inferiores a $1,5 \text{ ms}^{-1}$, que para 36% dos casos a velocidade do vento a sotavento pode ser próxima de 76% daquela observada a barlavento. No intervalo de vento

entre $1,5$ e $2,99 \text{ ms}^{-1}$ (Figura 1b) para quase a metade dos eventos (47%) espera-se que a velocidade do vento a sotavento da barreira seja de 72% da velocidade verificada na área não protegida, enquanto que para ventos superiores a 3 ms^{-1} espera-se que o vento seja 67% daquele a barlavento em 37% dos casos (Figura 1c).

Assim, para um quebra-vento de 70% de porosidade é esperado que a redução do vento a 2h da barreira seja de 24%, 28% e 33% respectivamente para os intervalos de $0,5$ a $1,49 \text{ ms}^{-1}$; $1,5$ a $2,99 \text{ ms}^{-1}$ e superiores a $3,0 \text{ ms}^{-1}$. Percebe-se que houve uma tendência de aumento da eficiência do quebra-vento com o aumento da velocidade do vento.

Nota-se, ainda, que os R^2 das curvas ajustadas na Figura 1 apresentam valores baixos como consequência da grande dispersão dos pontos. Essa dispersão deve-se, basicamente, a dificuldade de classificar adequadamente a direção do vento para um intervalo de tempo de medidas próximas à superfície. Nesse sentido, destaca-se que para as condições desse experimento, a direção do vento é uma média estatística e como tal representa a direção na qual é esperada uma maior porcentagem de ocorrência do fenômeno em relação ao total de observações. No entanto, o valor médio registrado pode não ter acontecido em valores absolutos.

Ao analisar os dados, sem restrição por classes de vento, observa-se que o ajuste da curva melhorou conforme indica o R^2 (Figura 2), podendo-se deduzir que a velocidade do vento atrás de um quebra-vento com 70% é em torno de 72% da velocidade verificada a mesma distância antes da barreira.

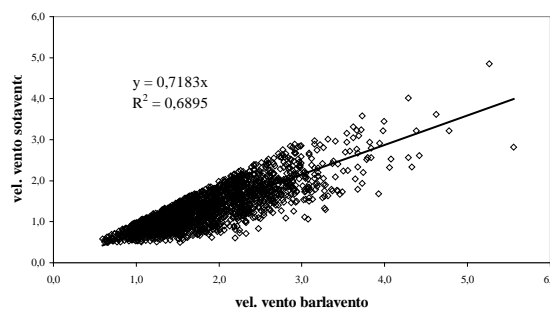


Figura 2. Relação entre a velocidade do vento a barlavento e a sotavento do quebra-vento. Jaboticabal, SP.

CONCLUSÕES

Existe uma tendência de aumento da eficiência da proteção do quebra-vento conforme aumenta a velocidade do vento a barlavento. A velocidade do vento a uma distância 2h de um quebra-vento com 70% de porosidade é de aproximadamente 72% da velocidade a barlavento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OMETTO, J.C.; CARAMORI, P.H. Características do vento e suas implicações em algumas plantas. In: RESUMOS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2, 1981, *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p.260-267.
- VOLPE, C.A; SCHÖFFEL, E.R.. Quebra-vento. In: RUGGIERO, C. *Bananicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p.217-232.
- WANG, H; TAKLE, E.S. Model-simulated influences of shelterbelt shape on wind-sheltering efficiency. *Journal of Applied Meteorology*, Boston, v.36, n. 6, p. 695-704, 1997.
- WOODRUFF, N.P.; ZINGG, A.W. Wind tunnel studies of shelterbelt models. *J. Forest*, v. 53, n.1, p. 173-178, 1953.