

ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO PROPORCIONADA POR QUEBRA-VENTOS ARTIFICIAIS DE DIFERENTES POROSIDADES ¹

Edgar Ricardo SCHÖFFEL², Clovis Alberto VOLPE³

INTRODUÇÃO

Muitos fatores afetam a eficácia de um quebra-vento, como, por exemplo, as condições de estabilidade atmosférica, a geometria da superfície a ser protegida, representada pelo parâmetro de rugosidade (z_0) do perfil da velocidade do vento, a altura (h) e a porosidade da barreira (Mc NAUGHTON, 1988).

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 (z) acima da superfície (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001).

Características individuais de folhagem e de ramos das árvores usadas são importantes na determinação do grau de densidade do quebra-vento. Quebra-ventos com nível inferior bastante permeável não reduzem a velocidade do vento tanto quanto os densos, mas o máximo de redução ocorre a uma distância maior a sotavento. Dessa forma, quebra-ventos moderadamente densos reduzem significativamente a velocidade do vento sem causar muita turbulência e, por isso, em comparação com os quebra-ventos densos (baixa porosidade) eles são mais eficientes em distâncias maiores (BEAN et al., 1975; VOLPE e SCHÖFFEL, 2001).

A porosidade do quebra-vento pode ser obtida da medida da velocidade mínima do vento atrás da barreira e, segundo BEAN et al. (1975), deverá ser esta usada como padrão de comparação de características de diversos quebra-ventos preferivelmente do que apenas uma caracterização verbal da porosidade superfície (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001).

Na elaboração de projetos de quebra-vento alguns critérios básicos devem ser considerados. Para que os quebra-ventos tenham a máxima eficiência é importante analisar os fatores estruturais que influenciam na sua performance (VOLPE, 1997). O grau de proteção oferecido por um quebra-vento depende da sua orientação, da altura, do comprimento e da espessura da barreira, da densidade (que condiciona a porosidade), da composição das espécies e do sistema de quebra-vento. Assim, este trabalho teve como propósito avaliar a influência da porosidade de quebra-ventos sobre a velocidade do vento com incidência de até 45° em relação à barreira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área próxima ao Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, cujas coordenadas geográficas do local são: 21°15'22" S, 48°18'58" W e 595m de altitude.

Foi construída uma estrutura constituída por oito fustes de eucalipto nos quais são fixadas as telas de porosidade conhecida. As dimensões dessa estrutura foram de 48,0 m de comprimento e 6,0 m de altura (h), a qual esteve disposta

perpendicularmente (na orientação 64° - 244°) aos ventos predominantes do local (direção sudeste). Foram utilizados quatro tipos de telas de polipropileno as quais apresentam abertura de malha (porosidade) de 82%, 70%, 50% e 30%. Cada tipo de tela permaneceu nessa estrutura por um período de aproximadamente 30 dias em seguida foi realizada a sua substituição.

A velocidade do vento foi medida durante os meses de abril a agosto de 2002, 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.

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 (modelo 014A-L34 da Met-One, resolução de leitura de 0,11 ms⁻¹) e o sensor de direção do vento (modelo 5703 fabricado pela Young, cujo elemento sensor é um potenciômetro com 1° de resolução), foram instalados a 1,5 m acima da superfície, sendo instalados nos pontos distantes 2h da barreira.

Esses sensores meteorológicos estavam ligados a um sistema de aquisição dos dados, modelo XL21 da Campbell Scientific, 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.

Foram excluídos os dados em que os registros de velocidade do vento foram inferiores a 0,5 m s⁻¹, visando a diminuição do erro instrumental, uma vez que esse tipo de sensor exige uma velocidade mínima para sair da inércia, conforme destacou ZHANG et al. (1995). Além disso, 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°).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos à distância de 2h (12m) da barreira estão representados na Figura 1, a qual contém, para cada porosidade, a velocidade a barlavento e a sotavento da barreira. Para o quebra-vento com 82% de porosidade a

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 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

³ 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

velocidade do vento medida a sotavento sofre uma redução em torno de 20% daquela observada, a mesma distância da barreira, porém, do lado oposto (barlavento). Essa redução explica 87% das ocorrências registradas. Da mesma forma, o quebra-vento com 70% de porosidade apresentou fator de conversão da velocidade a barlavento, também obtido por regressão linear, para a mesma a sotavento de 0,72, o qual permitiu adequado ajuste para 69% dos casos. Para as porosidades de 50% e 30% o fator de conversão foi de 62% e 69%, respectivamente. Nota-se que para a porosidade de 50% a redução da velocidade a sotavento foi acentuada em relação as demais porosidades, porém esses valor fica restrito a um número mais reduzido de casos (47%).

Os quebra-ventos com maior porosidade (82% e 70%) apresentaram menor dispersão dos dados do que as demais porosidades, conforme pode ser constatado visualmente na Figura 1 ou através dos coeficientes de determinação (R^2). Isso pode ter acontecido porque quebra-ventos de alta porosidade sofrem menor interferência de outros fatores de variação na redução de velocidade do vento como, por exemplo, a estabilidade atmosférica e a turbulência (CAO citado por ZHANG et al., 1995).

Um melhor ajuste de uma equação ou fator de conversão aos dados esbarra, também, na dificuldade de classificar adequadamente a direção do vento para um intervalo de tempo de medidas próximas à superfície, uma vez que a direção do vento é uma média estatística e como tal representa a direção na qual é esperada 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.

Observa-se, ainda, na Figura 1 que dada à dispersão de apresentada pelos dados em cada porosidade do quebra-vento não foi possível estabelecer com grande precisão a velocidade do vento a sotavento em função da respectiva velocidade a barlavento. Mesmo assim, percebe-se que há uma tendência de redução da velocidade do vento inversamente proporcional a porosidade do quebra-vento, ou seja, quanto menor a porosidade (maior densidade) maior a eficiência do quebra-vento em reduzir a velocidade do vento a sotavento próximo da barreira (2h). Ao mesmo tempo, observa-se que os fatores de conversão encontrados nessa pesquisa foram semelhantes às respectivas porosidades da barreira. Pesquisas realizadas em túneis de vento concluem que, para influenciar a maior área possível, a melhor porosidade de um quebra-vento é em torno de 40%, no entanto, para estruturas vivas, em condições de campo, a porosidade só pode ser calculada empiricamente (VOLPE e SCHÖFFEL, 2001).

CONCLUSÕES

A porosidade do quebra-vento exerce grande efeito sobre a redução da velocidade do vento a sotavento. Ventos com incidência de até 45° em relação à barreira têm a sua velocidade a sotavento reduzida proporcionalmente à densidade dessa barreira à distância 2h do quebra-vento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAN, A.; ALPERI, R.W.; FEDERER, C.A. A method for categorizing shelterbelt porosity. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, n. 14, p. 417-429, 1975.
- Mc NAUGHTON, K.G. Effects of windbreaks on turbulent transport and microclimate. In: BRANDLE, J.R.; HINTZ, D.L.; STURROCK, J.W. **Windbreaks Technology**, Amsterdam: Elsevier, 1988. p. 17-39.
- VOLPE, C.A. Princípios básicos para a instalação e uso de quebra-ventos e arborização em propriedades

agropecuárias. In: **SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS**, 3, 1997, Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997. p. 112-136.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R.. Quebra-vento. In: RUGGIERO, C. **Banicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p.217-232.

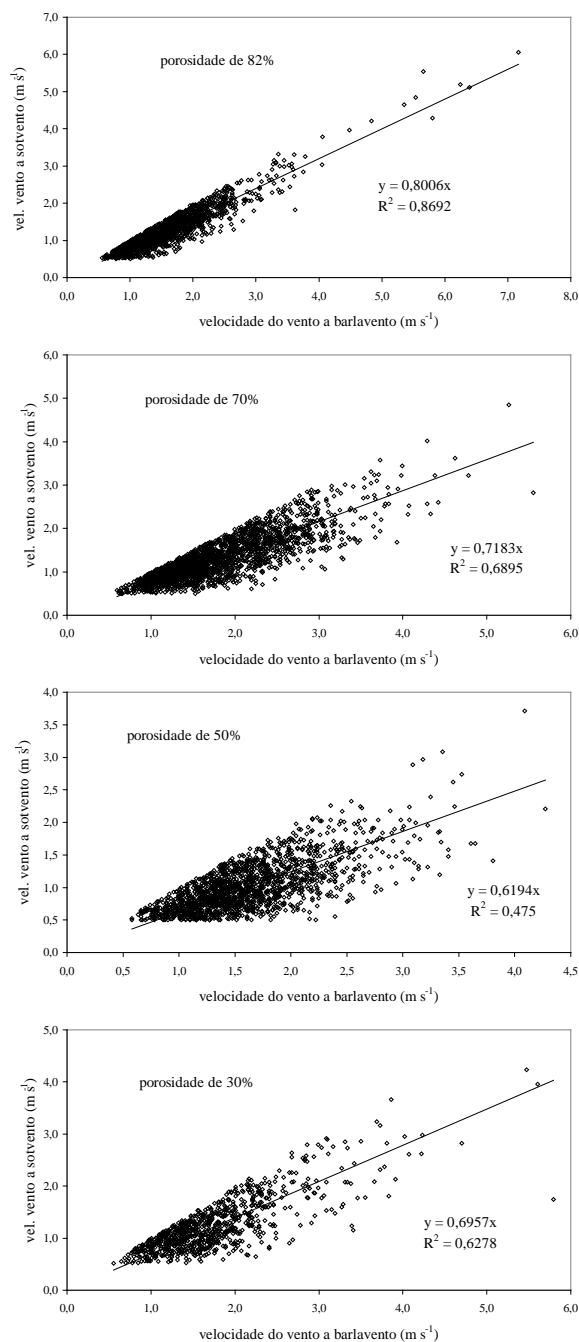


FIGURA 1. Relação entre a velocidade do vento a barlavento e a sotavento dos quebra-ventos artificiais com 82%, 70%, 50% e 30% de porosidade. Jaboticabal, SP.