

## METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE ACOEFICIENTES DE ARRASTO PARA FOLHOSAS UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Hendricus A.Z.Ruhe\*, Raquel Gonçalves, Camila S.F. Linhares

### Resumo

Cargas de vento são essenciais em análises de risco de queda de árvores, por ser considerada a carga que mais provoca falha mecânica. No entanto, análises de fatores relacionados à ação de ventos em árvores são complexas e, por isso, pouco exploradas. As informações disponíveis se concentram na literatura internacional, cujo foco têm sido espécies de coníferas de alto valor comercial em seus países de origem. Um dos fatores mais importantes para a aplicação de conceitos de cargas de vento em estruturas é coeficiente de arrasto. O objetivo desse estudo de iniciação científica foi aumentar o conhecimento a respeito de coeficientes de arrasto para árvores urbanas, o que inclui a análise de metodologia aplicável nas condições de árvores urbanas utilizando características de algumas espécies folhosas mais usuais no Estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** Biomecânica, Coeficiente de arrasto, Velocidade do vento

### Introdução

O coeficiente de arrasto (CD) é um número adimensional utilizado para quantificar a resistência ao ar ou meio fluido por parte de um objeto. Esse coeficiente está sempre associado a uma superfície e, no caso de árvores, pode ser calculado pela Equação 1.

$$C_D = \frac{F_V}{q A_c} \quad \text{Equação 1}$$

Onde  $F_V$  = força de arrasto;  $q$  = pressão do vento;  $A_c$  = área da superfície frontal da copa da árvore

O ensaio de *Pulling test* foi realizado em uma árvore da espécie *Poncianella pluviosa*, popularmente conhecida como Sibipiruna. O cabo foi preso ao tronco da árvore a 2m do solo, coincidindo com o início da copa. Utilizando metodologia proposta por Koizumi et al (2016), o fator de rigidez do tronco foi obtido pela relação entre a força aplicada no ensaio de tração e os respectivos deslocamentos horizontais. A força do vento agindo na árvore foi calculada utilizando o fator de rigidez e o deslocamento sofrido pela árvore. Com posse desses dados foi possível calcular o coeficiente de arrasto.

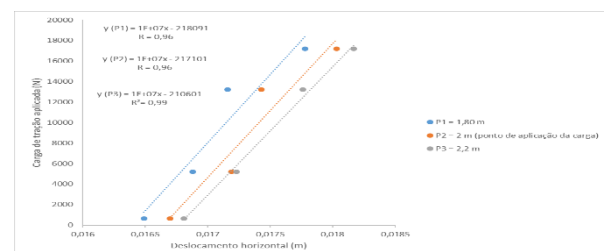
### Resultados e Discussão

O fator de rigidez  $K$  foi obtido utilizando regressão linear entre carga e deslocamento, ambos obtidos no ponto de aplicação da carga (2m). Assumindo pequenos deslocamentos foi considerado que o deslocamento do tronco é uma função linear da força de tração. Tal comportamento foi obtido para os três pontos de medição do ensaio. O fator de rigidez ( $K$ ) foi obtido pela inclinação da reta determinada pela regressão linear e foi igual a  $1 \times 10^7$  N/m (Figura 1).

Com a tração aplicada durante o ensaio (considerada como a força oriunda da ação do vento) e a área onde essa força atuou (considerada como sendo o diâmetro médio do tronco pela altura de aplicação da carga, somada à área de projeção da copa), a pressão do vento ( $q$ ) foi inferida e, com ela, a velocidade básica do vento ( $V_0$ ), velocidade característica do vento ( $V_k$ ) e por fim, o

coeficiente de arrasto (CD), (Tabela1) que a teria provocado.

**Figura 1.:** Gráfico representativo do deslocamento do tronco em função da tração.



**Tabela 1.:** Inferência da pressão do vento e das velocidades característica e básica considerando as cargas aplicadas.

Carga (N)	$q^+$ ( $N/m^2$ )	$V_k^{**}$ (m/s)	$V_0^{***}$ (m/s)	$C_D$
651	28,9	6,9	7,6	0,613
5600	248,9	20,1	22,4	0,073
13206	586,9	30,9	34,4	0,032
17205	764,7	35,3	39,2	0,025

### Conclusões

Os resultados mostraram que coeficiente de arrasto (CD) tende a diminuir com o aumento da velocidade, porque há uma redução da área projetada da copa, proveniente de sua acomodação. O modelo de variação do CD com a velocidade foi semelhante ao obtido por Koizumi et al. (2016) e indica que os valores de CD tendem a se estabilizar com velocidades mais altas.

A principal conclusão da pesquisa é que o ensaio preliminar realizado na árvore de Sibipiruna permitiu estabelecer e avaliar uma metodologia de campo para aplicar o *Pulling test*. Foi possível verificar, também, que é necessário melhorar o sistema de determinação dos deslocamentos. O próximo ensaio será realizado utilizando-se a estação total para as medições.