

Coeficiente de Arraste de Rebolos de Cana-de-açúcar: Determinação Teórica, Simulação e Validação

Nelson L. Cappelli, Fábio H. Fagundes, Eduardo M. Franco, Angel P. Garcia, Claudio K. Umezu
Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP

Palavras-chave: Cana-de-açúcar – Velocidade Terminal – Coeficiente de Arrasto

Introdução

No Brasil, a agroindústria canieira processou 569 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2008/09 (UNICA, 2010). A colheita da cana-de-açúcar dificilmente é realizada sem que ocorram perdas no processo. Cerca de 5% a 15% da produção nacional é perdida durante a colheita e, quando realizada mecanicamente atinge a porcentagem de 6%. As perdas no extrator primário são devidas ao arraste dos rebolos, juntamente com palhas e impurezas.



O objetivo do trabalho foi a determinação teórica, simulação e validação dos coeficientes de arraste de rebolos de cana-de-açúcar, colhida mecanicamente, em função de seu posicionamento em relação a um fluxo de ar ascendente.

Material e métodos

Uma sequência de determinações experimentais foram realizadas, para comparar os resultados obtidos com os informados pela literatura, além de se obter um resultado consistente, já que cada variedade de cana-de-açúcar possui diferentes características físicas (diâmetro médio, comprimento médio e densidade real).

A determinação do coeficiente de arraste a partir de diferentes modelos matemáticos torna possível a comparação dos resultados obtidos. Consta a seguir os modelos utilizados:

$$C_x = \frac{P}{\rho \cdot V_t^2 \cdot l \cdot d}$$

(LEÓN, 1974)

$$C_x = \frac{\delta c \cdot \pi \cdot d}{4 \cdot \rho \cdot V_t^2}$$

FATEEV e JOMENKO

Onde,

- P: Peso do espécime [N];
- ρ : Densidade do ar [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$];
- C_x : Coeficiente de arraste do espécime [adimensional];
- d: Diâmetro do rebolo [m];
- l: Comprimento do rebolo [m].
- δc : Densidade do espécime de cana [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$].
- V_t : Velocidade Terminal [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

Resultados e discussão

As amostras foram divididas em dois grupos:

Grupo A: Amostras com diâmetro médio de 20 mm;

Grupo B: Amostras com diâmetro médio de 30 mm;

As tabelas abaixo apresentam as características físicas das amostras de cana-de-açúcar, a velocidade terminal (encontrada experimentalmente através da construção de uma bancada experimental, projeto de iniciação científica do aluno Eduardo M. Franco) e o coeficiente de arraste, determinado pelos modelos apresentados.

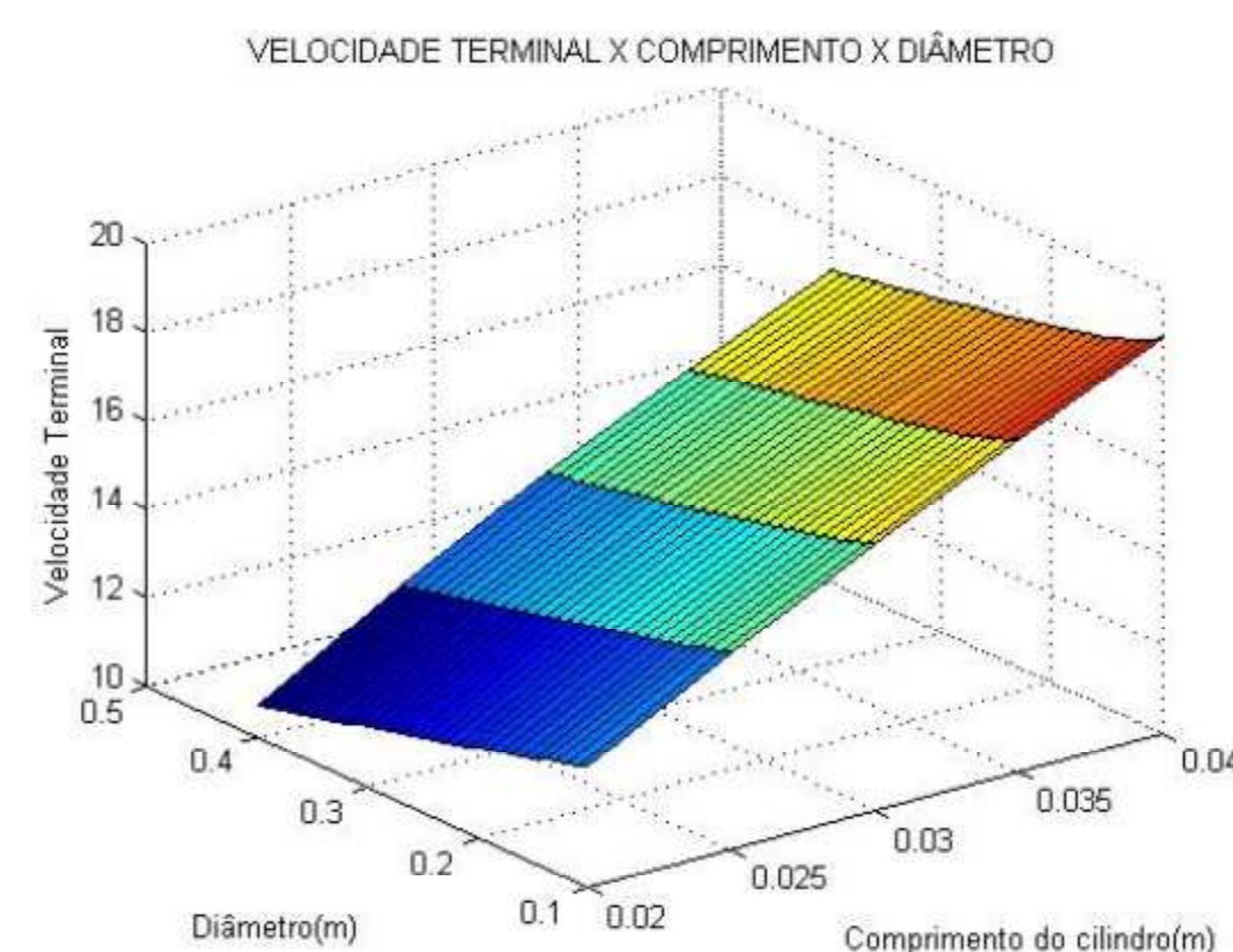
Tabela 1: Características físicas das amostras.

Comprimento médio l (mm)	Diâmetro médio D (mm)	Massa (g)	Densidade (kg/m^3)
Amostra A			
50,90	23,90	22,61	1043,38
75,37	22,90	30,19	1006,33
100,24	21,70	40,33	1052,18
125,20	24,15	62,95	1110,82
Amostra B			
50,05	31,92	42,98	1065,71
76,17	32,73	69,35	1136,89
101,00	32,90	90,84	1159,71
125,73	30,92	104,68	1141,92

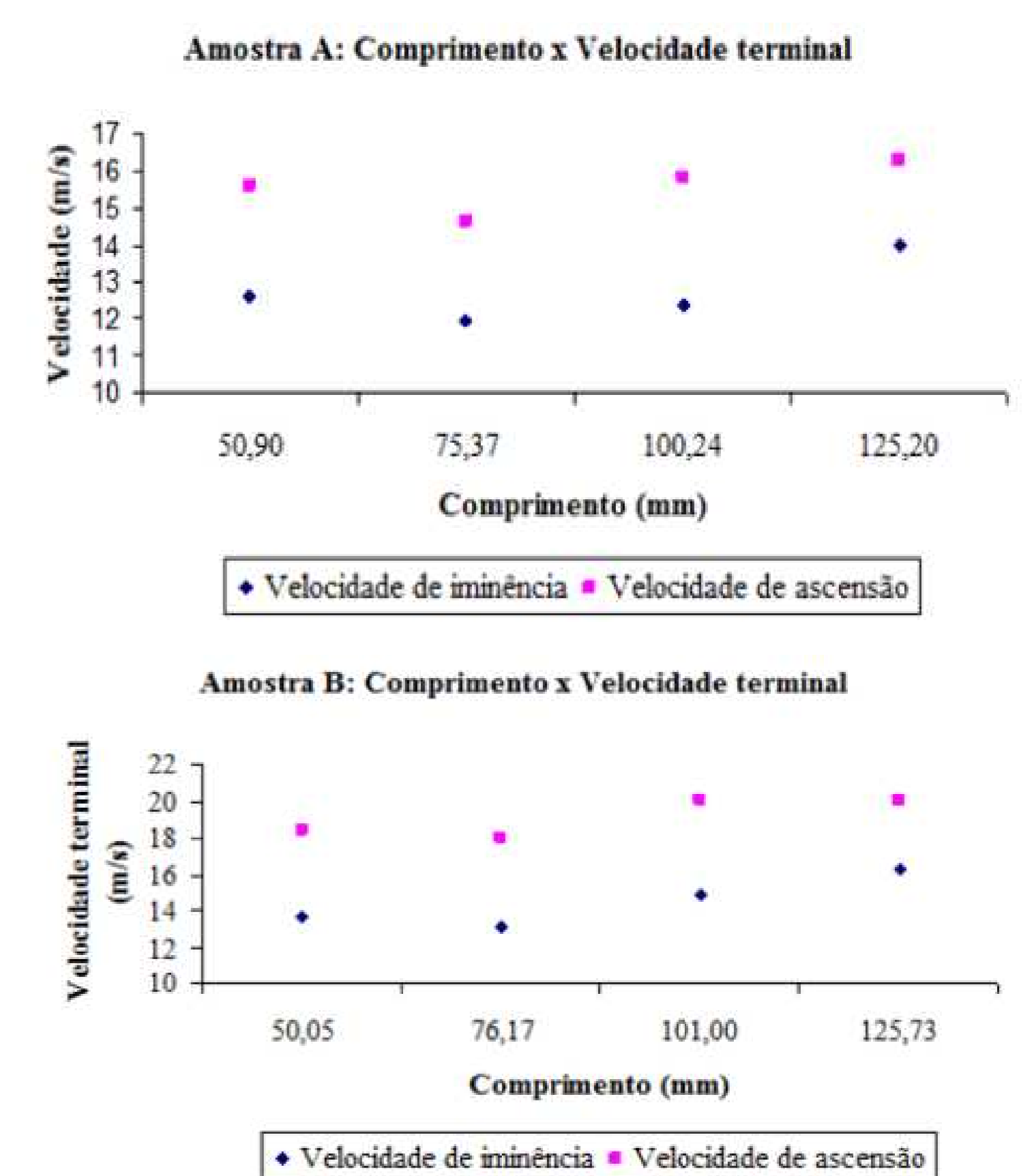
Tabela 2: Coeficiente de arraste e velocidade terminal.

Vel. Terminal experimental (m/s)	Cx - LEÓN	Cx - FATEEV e JOMENKO	Cx Estimado	Vel. estimada (m/s)	Erro (-)
Amostra A					
12,60	0,96	1,01	0,57	16,54	3,94
11,93	1,00	1,04	0,54	16,47	4,54
12,37	0,99	0,96	0,52	17,30	4,93
13,97	0,87	0,88	0,51	18,46	4,49
Amostra B					
13,70	1,17	1,16	0,59	19,54	5,84
13,17	1,31	1,38	0,56	20,34	7,17
14,87	1,01	1,11	0,55	20,50	5,63
16,23	0,83	0,86	0,53	20,70	4,47

Gráfico tridimensional. Valores estimados pela relação velocidade terminal estimada, comprimento e diâmetro dos espécimes



Gráficos de Comprimento x Velocidade terminal das duas amostras de cana foram construídos



Conclusões

Baseando-se nos dados apresentados, há um indicativo de que há relação linear entre o comprimento dos rebolos de cana-de-açúcar e sua respectiva velocidade terminal, quando associados aos seus respectivos erros de medição.

Agradecimentos

