



AValiação EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE DUAS TELAS DE 'NYLON' NO AMORTECIMENTO DAS VARIAÇÕES DE VELOCIDADE

FERNANDO MARTINI CATALANO

EESC - USP - LAE - Laboratório de Aeronaves - Depto. Eng. Mecânica

13560 São Carlos - SP



RESUMO

Este trabalho constitui-se numa contribuição para o uso de telas comerciais de 'nylon' para o amortecimento das não-uniformidades da distribuição de velocidade num túnel de vento. A utilização de várias telas em série é um procedimento bastante difundido, este trabalho estabelece a influência do espaçamento entre duas telas de 'nylon' no amortecimento de grandes variações de velocidade, como as encontradas na entrada de um túnel de circuito aberto quando sob efeito de ventos externos.

INTRODUÇÃO

O uso de telas na uniformização do escoamento de túneis de vento, data dos primeiros túneis construídos.

A capacidade de uma tela em reduzir não-uniformidades, está relacionada com seu coeficiente de perda de pressão. Durante a década de 30, quando a possibilidade de aumentar-se a turbulência em túneis de vento era considerada uma vantagem para aumentar-se o número de Reynolds 'efetivo', utilizava-se telas de grande malha para introduzir turbulência no escoamento. Telas de malhas finas, no entanto, são utilizadas para melhorar a distribuição de velocidades e diminuir a intensidade da turbulência. Desenvolveu-se uma teoria que explicava o efeito de uma tela na turbulência, através de um report N.B.S. para a NACA. Dryden e Schubauer [2], estabelecem que é vantajoso usar-se um número 'n' de telas com coeficiente K de perda de pressão, espaçadas convenientemente em série, ao invés de uma simples tela com coeficiente nK com ambos os arranjos dando a mesma perda de energia. No primeiro caso a redução da turbulência é dada por um fator $1/(1+K)^{n/2}$, o qual é maior que a redução de $1/(1+nK)^{1/2}$ do segundo caso. Todos os trabalhos anteriores analisaram os efeitos na intensidade da turbulência pelas telas em túneis de baixa turbulência ou de circuito fechado onde, em geral, não existiam grandes vorticidades ou variações de velocidade na região de entrada das telas. Por esta razão a análise da influência do espaçamento entre as telas não apresentava valores significativos na redução de turbulência, no entanto quando a não-uniformidade inicial é grande, como aquela encontrada em túneis de circuito aberto, a influência do espaçamento entre as telas assume valores significativos.

Este trabalho constitui-se numa contribuição para o emprego de telas comerciais de 'nylon', estabelecendo a influência do espaçamento entre duas destas telas para amortecer não-uniformidades grandes, como vorticidades e variações de velocidade.

DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Montou-se o experimento num túnel de circuito aberto do Laboratório de Aeronaves da EESC-USP, substituindo a câmara de ensaios normal pelo banco de ensaios mostrado na figura 1. O banco de ensaios é constituído de uma tela fixa e outra móvel onde o espaçamento entre ambas pode ser variado de 0 a 0,25 m, um pitot estático foi colocado à montante da tela fixa para as medidas da velocidade de aproximação da tela, e outro pitot móvel com tomada de pressão estática fixa no centro, colocados a jusante da tela móvel. O tubo de pitot móvel foi usado para obter-se a distribuição de velocidade no eixo transversal horizontal.

Utilizou-se uma placa perfurada para a diminuição da velocidade de ensaio, uma vez que o motor do túnel é de rotação constante e produzia uma velocidade muito elevada, a qual não correspondia com as velocidades encontradas na seções onde normalmente se posicionam as telas uniformizadoras.

Para provocar variações altas na distribuição de velocidades na câmara de ensaios, colocou-se um cilindro de 0,06 m de diâmetro na posição mostrada na figura 1. Realizou-se a distribuição de velocidade horizontal para vários espaçamentos para se obter o que melhor diminuisse as variações provocadas pelo cilindro. Sem a presença do cilindro realizou-se ensaios da variação da perda de pressão das duas telas em função do espaçamento.

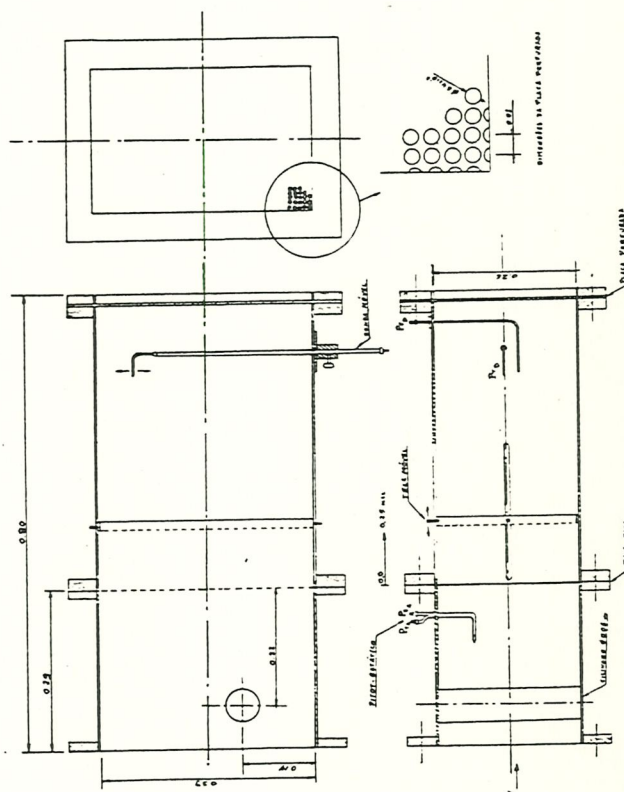
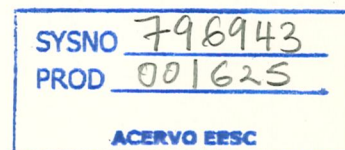


Figura 1. Banco de ensaios



st. 796943

RESULTADOS

Com o cilindro posicionado de acordo com a figura 1, realizou-se sucessivas medidas da pressão dinâmica ao longo do eixo horizontal transversal da câmara de ensaios do túnel. Este experimento visou determinar-se o melhor espaçamento entre as duas telas que provoca a maior redução das perturbações provocadas pela presença do cilindro nesta posição e para estas condições de escoamento. Portanto pôde-se verificar a capacidade das telas em reduzir grandes perturbações na velocidade, em contradas possivelmente na entrada de um túnel de circuito aberto.

A tabela 1 mostra os valores obtidos para espaçamentos de 0,7 cm, 4,1 cm, 7,1 cm e 13,1 cm e para o caso sem as telas.

Nas figuras 2, 3 e 4 tem-se plotados os valores da tabela 1 para os espaçamentos 4,1 cm, 7,1 cm e 13,1 cm, respectivamente sempre comparados com o caso sem as telas e com espaçamento mínimo de 0,7 cm.

A presença do cilindro no escoamento determina duas regiões distintas: uma provocada pela esteira do mesmo e portanto de baixa velocidade e alta vorticidade, e outra fora desta, de alta velocidade em relação à velocidade inicial. Esta situação não serve para se determinar com precisão o melhor espaçamento entre as telas de um túnel de circuito aberto, no entanto pode-se estabelecer comparações entre espaçamentos e tipos de não-uniformidades encontrados.

Definindo não-uniformidade com a razão entre a variação da velocidade em relação à velocidade média com a velocidade média, tem-se nas figuras 5 e 6 a não-uniformidade para uma das regiões de alta velocidade e para a esteira do cilindro respectivamente.

Mediu-se também a perda de pressão após as duas telas, cujos resultados estão na tabela 2 e plotados na figura 7.

Posição (E-2 m)	E = 0,7 cm		E = 4,1 cm		E = 7,1 cm		E = 13,1 cm		SEM TELA	
	Pd (N/m²)	Pd/Pdavg	Pd (N/m²)	Pd/Pdavg	Pd (N/m²)	Pd/Pdavg	Pd (N/m²)	Pd/Pdavg	Pd (N/m²)	Pd/Pdavg
0,00	9,63	0,72	7,94	0,58	7,64	0,57	7,37	0,54	11,62	0,65
1,00	13,88	1,04	11,90	0,87	11,05	0,82	12,04	0,89	18,41	1,03
2,00	12,15	0,91	13,59	1,00	13,04	0,97	12,74	0,94	20,44	1,14
3,00	12,15	0,91	13,88	1,02	13,59	1,01	12,74	0,94	21,18	1,18
4,00	12,47	0,94	13,88	1,02	13,59	1,01	13,31	0,98	21,54	1,20
5,00	12,47	0,94	14,16	1,04	13,88	1,03	13,88	1,02	21,54	1,20
6,00	12,47	0,94	13,88	1,02	13,59	1,01	13,59	1,00	21,91	1,22
7,00	12,47	0,94	13,88	1,02	13,59	1,01	13,59	1,00	21,91	1,22
8,00	13,04	0,98	13,88	1,02	14,16	1,05	13,88	1,02	21,91	1,22
9,00	13,59	1,02	13,88	1,02	14,45	1,08	13,88	1,02	21,91	1,22
10,00	13,88	1,04	14,16	1,04	14,16	1,05	14,16	1,04	21,91	1,22
11,00	13,88	1,04	14,16	1,04	14,45	1,08	14,16	1,04	21,54	1,20
12,00	14,45	1,08	14,16	1,04	14,45	1,08	14,16	1,04	21,54	1,20
13,00	14,45	1,08	14,16	1,04	14,45	1,08	14,45	1,07	20,99	1,17
14,00	14,45	1,08	14,45	1,06	14,45	1,08	14,73	1,09	20,62	1,15
15,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,73	1,10	14,73	1,09	20,44	1,14
16,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,73	1,10	14,73	1,09	19,89	1,11
17,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,73	1,08	14,73	1,09	19,89	1,11
18,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,16	1,05	14,73	1,09	18,78	1,05
19,00	14,45	1,08	14,73	1,08	14,16	1,05	14,45	1,07	18,14	1,01
20,00	14,45	1,08	14,73	1,08	14,16	1,05	14,45	1,07	16,42	0,92
21,00	14,16	1,06	14,45	1,06	14,16	1,05	14,45	1,07	15,30	0,85
22,00	13,88	1,04	14,45	1,06	13,88	1,03	14,45	1,07	14,73	0,82
23,00	13,31	1,00	14,16	1,04	13,59	1,01	14,45	1,07	12,47	0,70
24,00	13,04	0,98	13,88	1,02	13,59	1,01	14,16	1,04	11,90	0,66
25,00	12,74	0,96	13,59	1,00	13,59	1,01	14,16	1,04	10,77	0,60
26,00	12,74	0,96	13,31	0,98	13,59	1,01	13,59	1,00	11,05	0,62
27,00	13,04	0,98	13,31	0,98	13,31	0,99	13,59	1,00	11,05	0,62
28,00	13,31	1,00	13,31	0,98	13,59	1,01	13,88	1,02	12,19	0,68
29,00	13,31	1,00	13,59	1,00	13,88	1,03	14,16	1,04	13,59	0,76
30,00	14,16	1,06	14,16	1,04	14,45	1,08	14,16	1,04	15,30	0,85
31,00	14,45	1,08	14,45	1,06	14,55	1,08	14,45	1,07	16,42	0,92
32,00	14,45	1,08	14,73	1,08	14,56	1,08	14,45	1,07	17,84	1,00
33,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,73	1,10	14,73	1,09	19,55	1,09
34,00	14,73	1,11	14,73	1,08	14,73	1,10	14,73	1,09	19,55	1,09
35,00	14,73	1,11	15,01	1,10	14,45	1,08	14,73	1,09	20,11	1,12
36,00	14,73	1,11	14,45	1,06	14,16	1,05	14,73	1,09	20,44	1,14
37,00	13,88	1,04	13,31	0,98	12,74	0,95	14,16	1,04	20,62	1,15
38,00	12,47	0,94	10,48	0,77	12,04	0,90	11,62	0,86	19,49	1,11
39,00	4,51	0,34	8,78	0,64	4,78	0,35	9,35	0,69	17,57	0,98
39,50	9,81	0,51	6,52	0,48	5,67	0,42	5,67	0,42	11,05	0,62

Tabela 1. Resultados

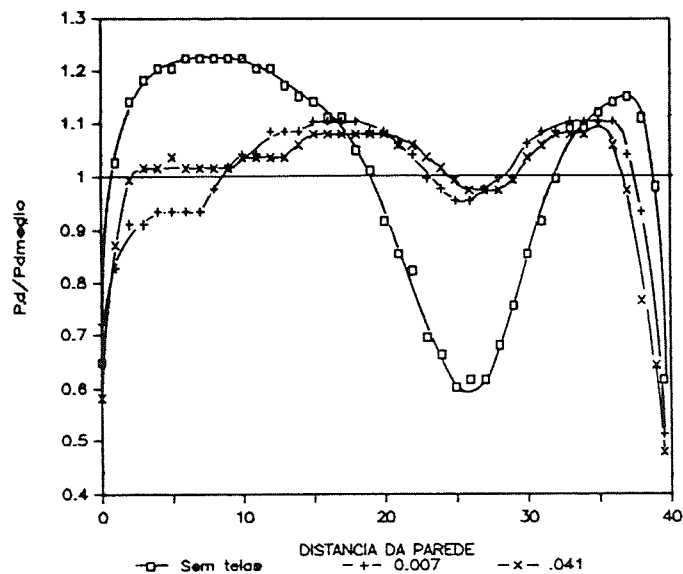


Figura 2.

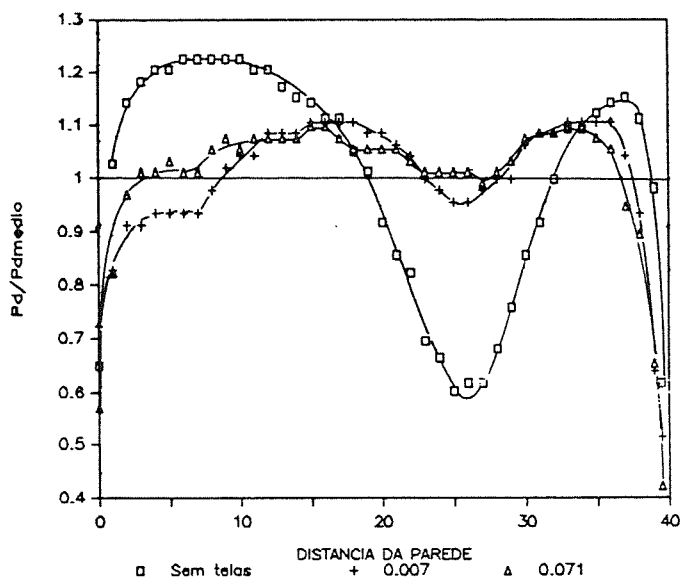


Figura 3.

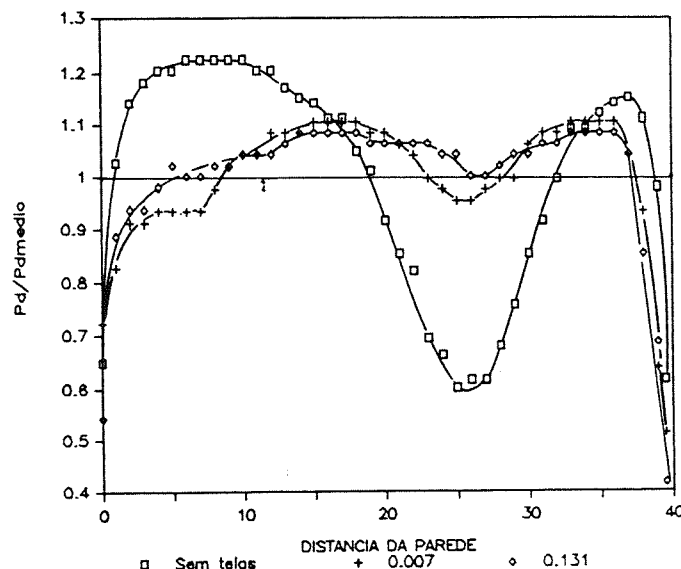


Figura 4.

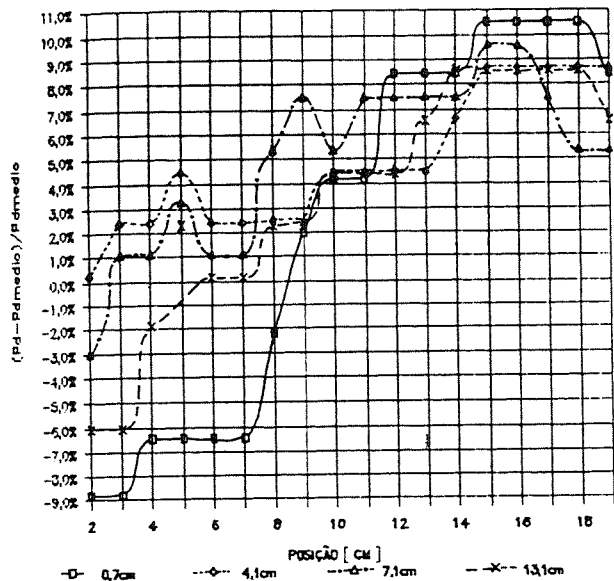


Figura 5.

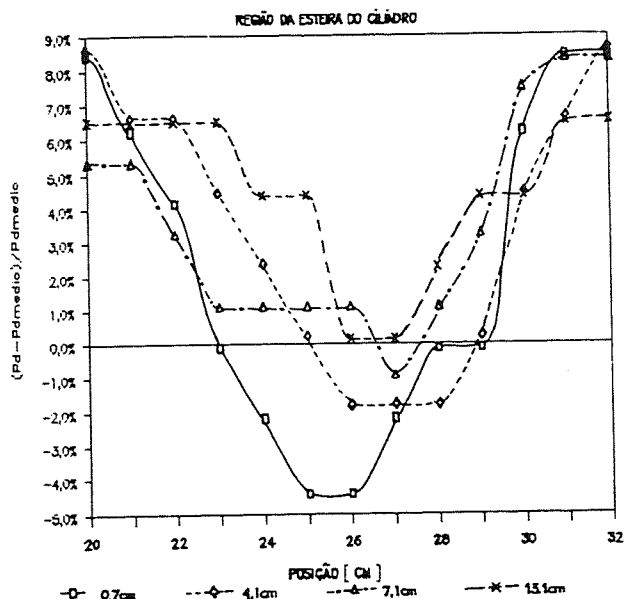


Figura 6.

ESPAÇAMENTO	DPT (N/m²)	K
0,7	54,40	3,69
1,1	54,39	3,69
2,1	52,69	3,58
3,1	52,41	3,56
4,1	52,12	3,54
5,1	52,18	3,54
6,1	52,29	3,55
7,1	52,41	3,56
8,1	52,10	3,54
9,1	52,17	3,54
19,1	52,41	3,56

Ta = 300°K , Vo = 14,73 M/S

Tabela 2.

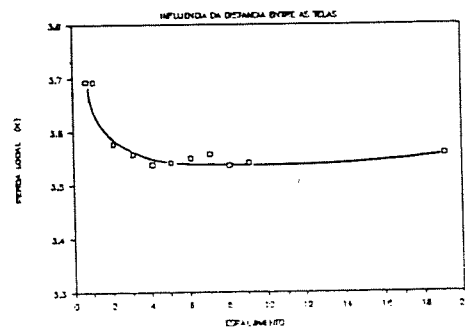


Figura 7.

CONCLUSÕES

Das figuras 2, 3, 4 e 6, nota-se que a presença das telas, independente do espaçamento, provoca um deslocamento das regiões de alta velocidade para o meio da seção do túnel devido à diminuição provocada por estas na 'largura' da esteira do cilindro. No entanto esta diminuição da 'largura' da esteira, medida entre dois picos de velocidade antes e depois do cilindro, é maior quanto maior for o espaçamento, consequentemente a não-uniformidade é menor.

Pode-se concluir que pequenos espaçamentos não são adequados para amortecer perturbações altas como as vorticidades encontradas na esteira de um cilindro.

A figura 7 mostra a variação do coeficiente de perda de pressão em função do espaçamento, onde pode-se notar um pequeno aumento do coeficiente K para pequenos espaçamentos, este aumento chega a aproximadamente 3,5% o qual pode ser significante se levar-se em conta que normalmente se utiliza um grande número de telas.

Com estes resultados pode-se concluir que deve-se evitar pequenos espaçamentos entre as telas quando estas forem empregadas na uniformização do escoamento de um túnel de vento. Entretanto grandes espaçamentos provocam o inconveniente do grande espaço físico ocupado por um número grande de telas. Pode-se evitar este problema utilizando-se espaçamentos maiores nas primeiras telas e decrescendo este para as demais telas, assumindo que as grandes perturbações, se existirem, serão amortecidas pelas primeiras telas. Devido ao fato que as entradas de túneis de circuito aberto estão sujeitas às grandes perturbações devido aos ventos externos, esta disposição de telas é bastante recomendável.

REFERÊNCIAS

[1] CATALANO F. M., Projeto, Construção e Calibração de um túnel Aerodinâmico de Circuito Aberto Tipo NPL de Seção transversal Hexagonal, Dissertação Mestrado 1988 EESC-USP.

[2] DRYDEN H.L. and SCHUBAUER G.B., The Use of Damping Screens for the Reduction of Wind-Tunnel Turbulence, Journal of the Aeronautical Sciences, April (1947).

ABSTRACT

This work is a contribution to the use of commercial nylon screens for the damping of non-uniform velocity distributions in wind tunnels. The use of various screens in series in wind-tunnels is well-known the work establishes the influence of the spacing between two nylon screens on the velocity distributions due to external winds encountered at the entrance to an open-circuit wind-tunnel.