

# ATENUADORES DE SOM

CADERNO TÉCNICO

ATENUAÇÃO ACÚSTICA EM SISTEMAS CENTRALIZADOS DE AVAC

CASA DA MÚSICA - Porto (\*)  
A IMPORTÂNCIA DO SILÊNCIO



(\*) Equipada com atenuadores de som TROX Technik



CASA DA MÚSICA - Porto (\*)  
A IMPORTÂNCIA DO SILÊNCIO

## Atenuação acústica em sistemas AVAC

### PREÂMBULO

Bem estar interior significa, também: **nível de ruído** adequado.

Em sistemas de ventilação, o ruído é gerado em diversos componentes tais como ventiladores e registos de vários tipos, entre outros.

Para evitar níveis de ruído superiores aos exigidos pelos regulamentos em vigor é necessário introduzir atenuadores de som em locais estratégicos da rede de condutas.

Os atenuadores de som devem ter adequadas características de atenuação com o menor tamanho possível e introduzir uma baixa perda de carga.

Com a entrada em vigor da norma VDI 6022 foi pela primeira vez exigido que fossem observados requisitos higiénicos nas instalações de AVAC.

A TROX, como uma das empresas pioneiras no desenvolvimento de atenuadores de som há longas décadas, apresenta hoje ao mercado **atenuadores do tipo septos**, certificados de acordo com VDI 6022 Partes 1 e 3, DIN 1946 Partes 2 e 4 e VDI 3803, para utilização em sistemas centralizados de AVAC.

A experiência teórico-prática adquirida ao longo dos anos pela Trox nas suas câmaras de reverberação - certificadas por entidades oficiais competentes - e a sua responsabilidade no mercado mundial nesta área técnica conferem-lhe a idoneidade que os profissionais do sector AVAC necessitam para confiarem nos dados técnicos presentes nos folhetos particulares e nos seus programas de selecção.

A Trox disponibiliza actualmente, em tempo real, o programa de selecção dos seus atenuadores de som assim como um programa de análise acústica (segundo a norma VDI2081) de um sistema AVAC desde o ventilador até aos espaços ambiente permitindo, de uma forma rápida e credível, avaliar da necessidade de uma atenuação sonora extra.

Lisboa, 30 de Agosto de 2010

António Sampaio

(\*) Equipada com atenuadores de som TROX Technik

## ÍNDICE

### ÍNDICE

Easy Product Finder . . . . .	2
Atenuadores de som rectangulares - características dos septos . . . . .	3
TABELAS DE ATENUAÇÃO ACÚSTICA	
Atenuadores circulares Séries CF e CS . . . . .	4
Atenuadores circulares Série CA. . . . .	5
Atenuadores circulares Série CAK. . . . .	6
Atenuadores circulares Série CB com núcleo central . . . . .	7
Atenuadores rectangulares Séries XSA 200 e XSA 300 . . . . .	8
Atenuadores rectangulares Séries MSA 100 e MSA 200. . . . .	9
Disposição dos septos . . . . .	10
Montagem - Séries MSA e XSA. . . . .	11
Poupança energética	
Exemplo de quanto se pode poupar com os atenuadores de som TROX Technik . . . . .	12
Comparação de vários atenuadores de som rectangulares e circulares . . . . .	13
Estudo acústico numa instalação AVAC . . . . .	15
Análise acústica de uma instalação AVAC segundo a norma VDI 2081 . . . . .	16
Exemplo de aplicação - fazendo uso do programa de selecção Easy Product Finder. . . . .	19
Critérios de avaliação do ruído em espaços servidos por um equipamento de AVAC . . . . .	24
Métodos de avaliação do ruído ambiente. . . . .	25

## PROGRAMA DE SELECÇÃO Easy Product Finder

A TROX Technik disponibiliza, através da internet, o software Easy Product Finder que permite efectuar a selecção e dimensionamento rápidos de grelhas, difusores, vigas arrefecidas, registos corta-fogo e **atenuadores de som de toda a gama de fornecimento tanto rectangulares como circulares.**

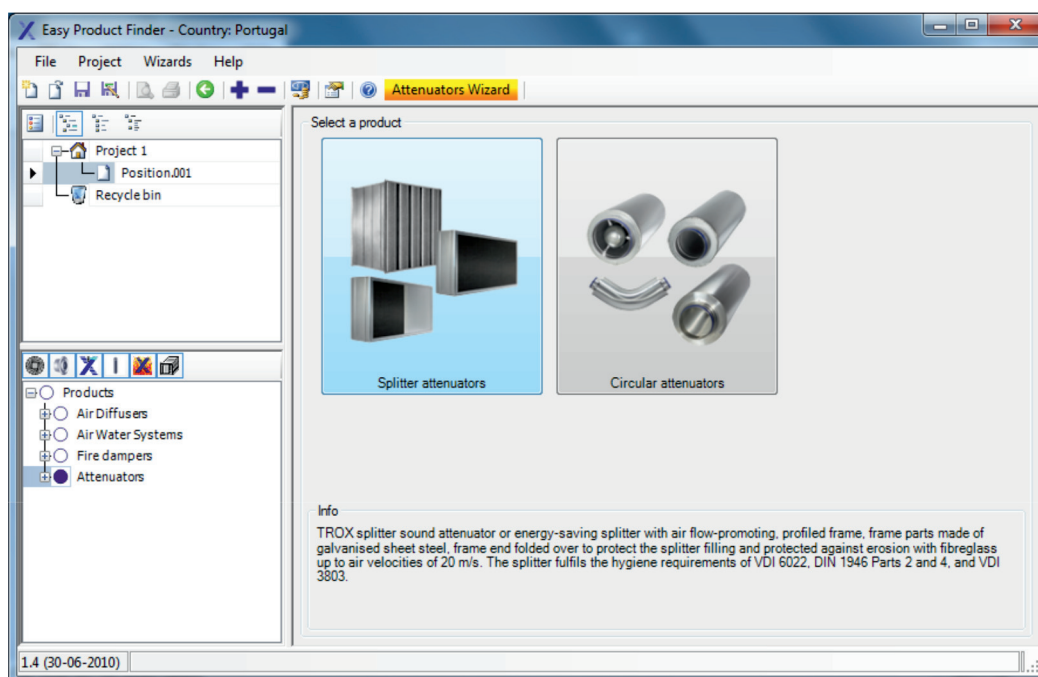
A actualização e expansão permanentes deste software são uma garantia de estar sempre a trabalhar com os instrumentos e produtos mais recentes.

Queremos salientar que este programa é um bom auxiliar de trabalho dado a rapidez e segurança como apresenta as várias opções de acordo com a norma VDI 2081 - aconselha-se no entanto uma análise por parte de um especialista para se obter uma "visão" global de toda a problemática acústica da instalação.

Será um prazer receber a sua consulta específica para o ajudarmos a confirmar ou sugerir uma solução para o seu projecto.

Julho 2010

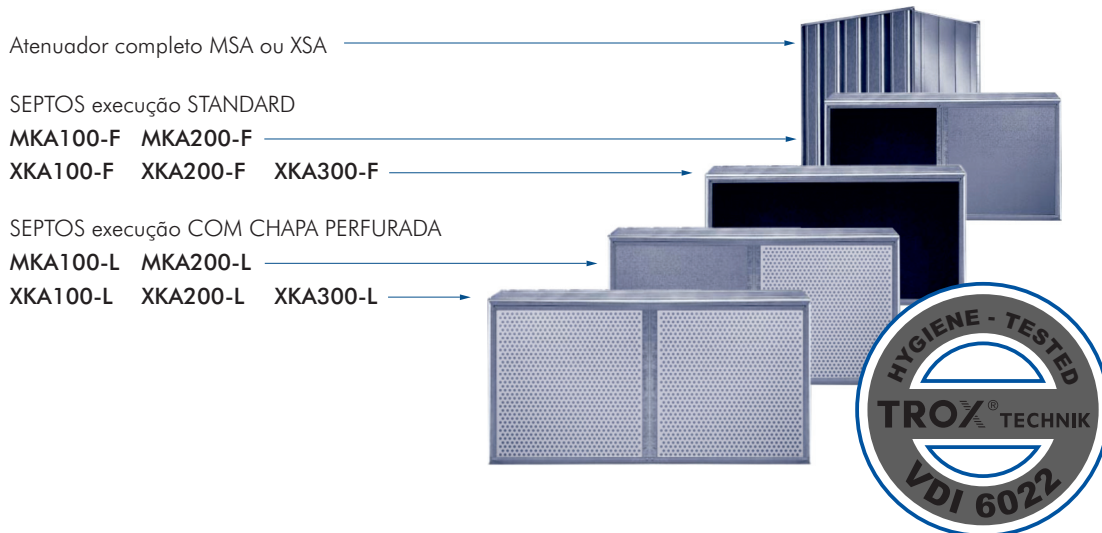
A.Sampaio (Director técnico de Contimetra)



(Todos os pormenores na página 49)

## ATENUADORES DE SOM RECTANGULARES - CARACTERÍSTICAS DOS SEPTOS

### COMPOSIÇÃO



### MATERIAL DE ABSORÇÃO SONORA

Lã mineral biodegradável, sem riscos para a saúde e o meio ambiente.

### REVESTIMENTO

Manta em fibra de vidro laminada - superfície lisa.

Resistente à abrasão do ar - velocidade de passagem até 20 m/s.

Inerte quanto ao desenvolvimento de micro-organismos.

Contém agentes que repelem a água e evitam a sua decomposição.

### SUPERFÍCIE ONDEADA

Reforça mecanicamente cada elemento o que lhe confere maior estabilidade em todo o espectro do ruído e para qualquer velocidade do ar (<20m/s).

### ESQUINA ARREDONDADA

Confere um perfil aerodinâmico ao atenuador de som. Em consequência reduz fortemente a perda de carga - cerca de 30% quando comparada com esquinas a 90°.



### APROVAÇÕES

Preenche todos os requisitos higiénicos atestados por vários institutos europeus tais como:

VDI 6022 part 1 e part 3

VDI 3803 (10/02)

DIN 1946, part 4 (3/99)

DIN EN 13779 (05/05)

**TABELAS DE ATENUAÇÃO ACÚSTICA**  
**ATENUADORES DE SOM CIRCULARES - Séries CF e CS**

Nas tabelas abaixo encontra o nível de atenuação acústica espectral destas duas séries de atenuadores circulares de acordo com:

Tamanho nominal (mm) . . . . . Ø 80 a Ø 400

Comprimento (mm) . . . . . L=500,1000, 1500 e 2000

Espessura do isolamento acústico (mm) . . . . . 25 ou 50

Os ensaios foram levados a cabo nos laboratórios da TROX Technik utilizando o método **câmara de reverberação/conduita** de acordo com as condições descritas na norma DIN EN ISO 7235. De acordo com a boa prática níveis de actuação superiores a 50dB não são considerados (por não serem credíveis utilizando os elementos de absorção nesta configuração).

As perdas de carga não foram consideradas uma vez que estas são equivalentes às que se observam em troços de conduita normais com o mesmo tamanho (diâmetro x comprimento).

Nível de atenuação acústica D <sub>e</sub> /oitava em dB																	
MODELO CF025.../CS025, espessura do isolamento 25 mm									MODELO CF050.../CS050, espessura do isolamento 50 mm								
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
80	1	2	4	9	20	16	15	10	80	4	5	11	20	30	27	16	12
100	1	1	4	8	17	14	12	9	100	3	4	9	17	24	21	12	10
125	1	1	3	8	15	11	9	7	125	2	3	7	14	20	16	11	9
160	1	1	2	5	14	10	8	6	160	2	2	6	12	17	14	8	6
200	1	1	2	5	14	9	6	5	200	1	2	5	12	16	11	6	5
250	0	1	2	5	13	8	5	4	250	1	2	4	12	15	8	5	4
315	0	1	1	4	9	7	4	3	315	1	1	3	9	12	6	4	3
400	0	0	1	3	6	5	3	3	400	1	1	3	7	9	6	4	3
Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm f <sub>m</sub> em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
80	3	5	10	21	44	46	37	23	80	8	14	23	47	50	50	44	27
100	2	3	8	17	44	34	28	21	100	7	10	21	38	50	50	29	22
125	2	3	7	17	43	30	24	17	125	5	7	16	32	50	42	25	22
160	1	1	4	12	40	27	20	16	160	4	5	12	26	47	34	20	16
200	1	1	3	11	35	22	16	13	200	3	5	11	25	45	26	16	13
250	1	1	3	11	30	19	12	10	250	2	4	9	25	40	19	12	10
315	0	1	3	9	21	10	12	8	315	1	4	8	22	28	13	12	8
400	0	1	3	8	16	8	8	7	400	0	4	8	18	23	11	10	7
Tamanho nominal	Comprimento L=1500mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=1500mm f <sub>m</sub> em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
80	3	5	13	28	47	48	44	31	80	11	14	33	48	50	50	47	37
100	2	4	12	24	47	41	34	26	100	10	11	27	44	50	50	37	30
125	2	3	10	22	45	34	28	20	125	7	9	21	41	50	46	33	27
160	2	2	6	26	42	30	25	19	160	5	7	17	37	48	42	24	19
200	2	2	5	25	42	27	29	15	200	4	6	14	37	48	34	18	15
250	1	2	5	25	38	25	24	11	250	3	5	11	35	45	25	14	11
315	1	2	4	12	27	19	13	10	315	2	4	10	26	35	19	12	10
400	1	1	4	10	23	17	11	8	400	2	4	9	20	26	17	11	8
Tamanho nominal	Comprimento L=2000mm (apenas mod.CF) f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=2000mm (apenas mod.CF) f <sub>m</sub> em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
80	3	6	15	35	50	50	50	39	80	15	15	42	50	50	50	50	47
100	2	5	15	30	50	49	41	31	100	12	12	34	50	50	50	46	37
125	2	4	12	28	48	37	32	23	125	9	11	27	50	50	50	40	31
160	2	3	8	20	47	34	28	21	160	6	9	22	48	50	50	29	21
200	1	3	7	19	47	32	20	16	200	5	8	18	47	50	42	22	18
250	1	3	6	17	43	30	15	13	250	4	6	15	45	50	30	16	13
315	1	2	6	14	32	27	13	11	315	3	4	12	33	41	27	14	11
400	1	2	4	10	23	22	11	9	400	3	3	9	22	29	22	11	9



**TABELAS DE ATENUAÇÃO ACÚSTICA**  
**ATENUADORES DE SOM CIRCULARES - Séries CA**

Nas tabelas abaixo encontra o nível de atenuação acústica espectral desta série de atenuadores circulares de acordo com:

Tamanho nominal (mm) . . . . . Ø 100 a Ø 800 mm

Comprimento (mm) . . . . . L=500, 1000 e 1500 mm

Espessura do isolamento acústico (mm) . 50 ou 100 mm

Os ensaios foram levados a cabo nos laboratórios da TROX Technik utilizando o método **câmara de reverberação/condução** de acordo com as condições descritas na norma DIN EN ISO 7235. De acordo com a boa prática níveis de actuação superiores a 50dB não são considerados (por não serem credíveis utilizando os elementos de absorção nesta configuração).

As perdas de carga não foram consideradas uma vez que estas são equivalentes às que se observam em troços de condução normais com o mesmo tamanho (diâmetro x comprimento).

Nível de atenuação acústica $D_e$ /oitava em dB																	
MODELO CA050, espessura do isolamento 50 mm								MODELO CA100, espessura do isolamento 100 mm									
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm				$f_m$ em Hz				Tamanho nominal	Comprimento L=500mm				$f_m$ em Hz			
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
100	3	5	8	14	23	30	18	13	100	4	9	12	18	35	33	26	14
125	3	4	7	12	21	23	12	10	125	4	7	10	17	31	26	19	11
160	2	3	6	10	18	17	8	8	160	3	6	9	15	28	20	13	8
200	1	2	5	9	16	13	5	6	200	3	5	8	15	25	16	9	7
250	1	2	4	8	14	10	3	4	250	2	4	7	14	21	13	6	5
315	1	1	3	7	12	7	2	3	315	2	3	6	13	18	10	4	4
400	1	1	3	6	11	6	1	2	400	1	3	6	12	17	8	3	3
Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm				$f_m$ em Hz				Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm				$f_m$ em Hz			
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
100	4	9	15	27	42	50	43	25	100	5	17	24	35	50	50	47	25
125	4	7	12	23	38	42	29	20	125	5	14	21	32	48	44	33	20
160	3	5	9	19	34	30	18	15	160	5	11	18	30	42	33	22	15
200	2	4	8	16	31	22	12	11	200	4	9	16	28	38	26	16	12
250	2	3	6	14	28	17	8	9	250	3	8	14	26	33	21	11	9
315	1	2	5	12	25	13	5	6	315	3	6	12	24	29	16	8	7
400	1	2	4	10	22	10	3	5	400	2	5	11	23	25	12	5	5
									450	2	5	10	22	23	11	4	5
									500	2	4	10	21	22	10	4	4
Tamanho nominal	Comprimento L=1500mm				$f_m$ em Hz				Tamanho nominal	Comprimento L=1500mm				$f_m$ em Hz			
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
250	2	4	8	19	39	23	13	12	250	4	11	21	37	41	27	15	12
315	2	3	7	17	35	17	9	9	315	3	9	18	34	35	21	10	9
400	1	2	6	14	31	13	6	7	400	3	7	16	32	31	16	7	7
									450	2	6	15	31	29	14	6	6
									500	2	6	14	30	27	13	5	6
									560	2	5	13	29	25	11	4	5
									630	2	5	12	28	23	10	4	4
									710	2	5	11	27	22	9	3	4
									800	2	4	11	26	20	8	2	3

**TABELAS DE ATENUAÇÃO ACÚSTICA**

**ATENUADORES DE SOM CIRCULARES - Séries CAK (AMBIENTE LABORATORIAL)**

Nas tabelas abaixo encontra o nível de atenuação acústica espectral desta série de atenuadores circulares de acordo com:

Tamanho nominal (mm) . . . . . Ø 110 a Ø 400

Comprimento (mm) . . . . . L=500, 1000 e 1500

Espessura do isolamento acústico (mm) . . . . . 50

Os ensaios foram levados a cabo nos laboratórios da TROX Technik utilizando o método **câmara de reverberação/conduto** de acordo com as condições descritas na norma DIN EN ISO 7235. De acordo com a boa prática níveis de actuação superiores a 50dB não são considerados (por não serem credíveis utilizando os elementos de absorção nesta configuração).

As perdas de carga não foram consideradas uma vez que estas são equivalentes às que se observam em troços de conduta normais com o mesmo tamanho (diâmetro x comprimento).

Nível de atenuação acústica $D_e$ /oitava em dB								
MODELO CAK, espessura do isolamento 50 mm								
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm $f_m$ em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
110	1	6	7	14	26	27	16	12
125	1	6	7	14	25	23	14	12
160	0	3	5	11	22	21	12	10
200	0	2	4	10	21	17	10	8
250	0	2	4	9	19	13	9	8
315	0	2	3	8	18	12	7	6
400	0	2	3	6	14	8	6	4
Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm $f_m$ em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
110	2	9	14	23	34	38	26	16
125	2	9	13	22	34	35	24	16
160	1	4	9	18	30	31	19	13
200	1	4	9	15	29	25	16	11
250	0	4	8	14	26	22	15	11
315	0	4	6	14	26	17	11	8
400	0	3	6	11	25	13	10	7
Tamanho nominal	Comprimento L=1500mm $f_m$ em Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
110	3	12	20	32	44	44	34	21
125	3	12	19	31	42	43	33	20
160	2	7	13	25	38	41	27	17
200	1	6	12	21	36	33	20	14
250	1	6	11	20	35	30	20	15
315	1	6	9	19	34	23	15	10
400	1	4	8	16	29	15	11	8



**TABELAS DE ATENUAÇÃO ACÚSTICA**

**ATENUADORES DE SOM CIRCULARES - Séries CB COM NÚCLEO CENTRAL**

Nas tabelas abaixo encontra o nível de atenuação acústica espectral desta série de atenuadores circulares de acordo com:

Tamanho nominal (mm) . . . . . Ø 250 a Ø 1000

Comprimento (mm) . . . . . L=500, 1000 e 1500

Espessura do isolamento acústico (mm) . . . . . 50 ou 100

Os ensaios foram levados a cabo nos laboratórios da TROX Technik utilizando o método **câmara de reverberação/condução** de acordo com as condições descritas na norma DIN EN ISO 7235. De acordo com a boa prática níveis de actuação superiores a 50dB não são considerados (por não serem credíveis utilizando os elementos de absorção nesta configuração).

Nível de atenuação acústica D <sub>e</sub> /oitava em dB																					
MODELO CB050, espessura do isolamento 50 mm									MODELO CB100, espessura do isolamento 100 mm												
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz											
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k				
250	1	3	6	11	17	20	23	23	250	2	5	10	17	24	23	26	24				
315	1	3	5	10	15	17	18	18	315	2	5	9	16	21	20	21	18				
400	1	2	5	8	13	15	14	13	400	1	4	8	14	18	17	16	14				
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz											
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k				
250	3	5	9	18	42	48	47	35	450	1	4	7	14	16	16	14	12				
315	2	5	8	15	40	42	36	27	500	1	3	7	13	16	15	13	11				
400	2	4	6	12	38	35	28	30	560	1	3	6	13	15	14	11	10				
Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=500mm f <sub>m</sub> em Hz											
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k				
250	5	7	10	23	50	50	50	44	630	1	3	6	12	15	13	10	9				
315	5	6	8	19	50	50	50	34	710	1	3	6	12	14	12	9	8				
400	5	5	9	25	50	50	39	25	800	1	2	5	11	13	11	8	7				
Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm f <sub>m</sub> em Hz								Tamanho nominal	Comprimento L=1000mm f <sub>m</sub> em Hz											
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k				
250	5	10	17	30	47	50	50	36	900	1	2	5	10	13	10	7	6				
315	4	9	15	27	44	45	39	27	1000	1	2	5	10	12	10	6	5				
400	3	7	13	25	40	38	29	21	<th rowspan="2">Tamanho nominal</th>	Tamanho nominal	<th rowspan="2">Comprimento L=1500mm f<sub>m</sub> em Hz</th>								Comprimento L=1500mm f <sub>m</sub> em Hz		
450	3	7	12	24	39	35	26	18	63		125	250	500	1k	2k	4k	8k				
500	2	6	12	23	38	33	24	17	250	7	14	22	41	50	50	50	44				
560	2	6	11	22	36	31	21	15	315	7	12	20	37	50	50	50	34				
630	2	5	11	21	34	29	19	13	400	6	10	17	33	50	50	40	26				
710	2	5	10	20	33	27	17	12	450	5	9	16	31	50	50	36	23				
800	2	5	9	19	31	25	14	10	500	5	9	16	30	50	50	33	21				
900	2	4	9	18	30	23	13	9	560	4	8	15	30	50	48	29	19				
1000	2	4	8	17	29	22	12	8	630	4	8	14	29	50	44	26	16				
<th rowspan="2">Tamanho nominal</th>	Tamanho nominal	<th rowspan="2">Comprimento L=1500mm f<sub>m</sub> em Hz</th>								Comprimento L=1500mm f <sub>m</sub> em Hz	<th rowspan="2">Tamanho nominal</th>	Tamanho nominal	<th rowspan="2">Comprimento L=1500mm f<sub>m</sub> em Hz</th>								Comprimento L=1500mm f <sub>m</sub> em Hz
63		125	250	500	1k	2k	4k	8k	63		125		250	500	1k	2k	4k	8k			
250	7	14	22	41	50	50	50	44	710	4	7	13	28	50	41	23	14				
315	7	12	20	37	50	50	50	34	800	3	6	13	26	49	37	20	12				
400	6	10	17	33	50	50	40	26	900	3	6	12	24	47	34	17	11				
450	5	9	16	31	50	50	36	23	1000	3	6	11	23	45	33	16	10				
500	5	9	16	30	50	50	33	21													
560	4	8	15	30	50	48	29	19													
630	4	8	14	29	50	44	26	16													
710	4	7	13	28	50	41	23	14													
800	3	6	13	26	49	37	20	12													
900	3	6	12	24	47	34	17	11													
1000	3	6	11	23	45	33	16	10													

PERDA DE CARGA		
Caudal máximo recomendado considerando uma perda de carga de aprox. 50 Pa <sup>(1)</sup>		
Tam. nominal	Velocidade <sup>(1)</sup> m/s	Caudal m <sup>3</sup> /h
250	6,5	1100
315	7	1900
400	7	3200
450	7,2	4000
500	7,5	4900
560	7,8	7000
630	8	8800
710	8	11300
800	8	14400
900	8,2	18500
1000	8,5	22600

(1) Este valor varia entre 45 a 66 Pa para os caudais indicados considerando os comprimentos 500, 1000 e 1500.

ver.1 /CATALOGOS/.../CAERNO\_TECNICO\_ATENUADORES\_SOM

TABELAS DE SELECÇÃO RÁPIDA ATENUADORES DE SOM RECTANGULARES

Série XSA200

Série XSA300

Recomendado para caudais de ar entre 1000 e 65000 m³/h Recomendado para caudais de ar entre 1800 e 60000 m³/h

Caudal de ar $\dot{V}$ (m³/h) máx. para uma perda de carga 50 Pa								Caudal de ar $\dot{V}$ (m³/h) máx. para uma perda de carga 50 Pa									
n (nº de septos)	Atenuador		Atenuação $D_e$ em dB à frequência de 250 Hz						n (nº de septos)	Atenuador		Atenuação $D_e$ em dB à frequência de 250 Hz					
	Largura B (mm)	Altura H* (mm)	9	15	21	28	33	39		Largura B (mm)	Altura H* (mm)	11	18	25	32	39	47
			Comprimento L em mm									Comprimento L em mm					
			500	1000	1500	2000	2500	3000				500	1000	1500	2000	2500	3000
Caudal de ar $\dot{V}$ em m³/h								Caudal de ar $\dot{V}$ em m³/h									
1	300	300	1354	1255	1175	1109	1052	1004	1	450	300	1989	1960	1933	1906	1881	1856
		600	2736	2555	2406	2281	2173	2079			600	3988	3940	3893	3848	3804	3762
		900	4118	3856	3639	3454	3296	3157			900	5987	5919	5853	5789	5727	5668
2	600	300	2707	2510	2350	2217	2105	2008	2	900	300	3978	3921	3865	3812	3762	3713
		600	5471	5110	4812	4561	4346	4158			600	7977	7879	7786	7695	7608	7523
		900	8235	7712	7277	6909	6591	6314			900	11975	11838	11706	11578	11455	11335
		1200	11000	10315	9743	9258	8838	8471			1200	15966	15784	15608	15438	15273	15113
		1500	13764	12917	12210	11607	11085	10628			1500	19971	19756	19548	19345	19150	18960
1800	16529	15520	14676	13956	13333	12786	1800	23970	23715	23468	23229	22997	22772				
3	900	300	4061	3765	3525	3326	3157	3011	3	1350	300	5968	5881	5798	5719	5642	5569
		600	8207	7665	72180	6842	6518	6237			600	11695	11819	11678	11543	11412	11285
		900	12353	11568	10916	10363	9887	9470			900	17962	17757	17559	17368	17182	17003
		1200	16499	15472	14615	13887	13257	12706			1200	23950	23676	23412	23157	22910	22670
		1500	20646	19376	18314	17410	16628	15943			1500	29957	29634	29321	29018	28724	28439
		1800	24793	23280	22014	20934	20000	19180			1800	35954	35572	35202	34844	34496	34158
4	1200	300	5415	5019	4700	4434	4209	4015	4	1800	300	7957	7841	7731	7625	7523	7426
		600	10942	10220	9625	9122	8691	8316			600	15953	15797	15571	15390	15216	15047
		900	16471	15424	14555	13818	13182	12627			900	23950	23676	23412	23157	22910	22670
		1200	21999	20629	19478	18515	17676	16941			1200	31933	31569	31217	30876	30546	30227
		1500	27528	25834	24419	23214	22171	21257			1500	39943	39512	39095	38691	38299	37919
		1800	33057	31040	29352	27913	26666	25573			1800	47939	47430	46936	46458	45994	45544
5	1500	300	6768	6274	5875	5543	5261	5019	5	2250	300	9946	9802	9664	9531	9404	9282
		600	13678	12775	12031	11403	10864	10395			600	19942	19698	19464	19238	19019	18808
		900	20588	19280	18194	17272	16478	15784			900	29937	29596	29265	28946	28637	28338
		1200	27499	25786	24359	23144	22095	21177			1200	39916	39461	39021	38595	38183	37784
		1500	34410	32293	30524	29017	27713	26571			1500	49928	49390	48869	48364	47874	47399
		1800	41321	38800	36690	34891	33333	31966			1800	59924	59287	58671	58073	57493	56930
6	1800	300	8122	7529	7049	6651	6314	6023	$v_s$ (aprox.) m/s			12,3	12,2	12,1	11,9	11,8	11,7
		600	16413	15330	14437	13683	13037	12474									
		900	24706	23136	21832	20727	19774	18941									
		1200	32999	30944	29230	27773	26514	25412									
		1500	41292	38752	36629	34821	33256	31885									
		1800	49586	46560	44028	41869	39999	38359									
7	2100	300	9476	8784	8224	7760	7366	7027	<p><b>Legenda:</b> <math>v_s</math> - Velocidade do ar entre septos (m/s)  n - Número de septos  (*) - Disponíveis em alturas com passos de 500 mm</p>								
		600	19149	17885	16843	15964	15210	14553									
		900	28823	26992	25471	24181	23069	22098									
		1200	38499	36101	34102	32402	30933	29648									
		1500	48174	45210	42734	40624	38799	37199									
		1800	57850	54320	51366	48847	46666	44752									
8	2400	300	10829	10039	9399	8868	84718	8030									
		600	21884	20440	19249	18245	17382	16632									
		900	32941	30848	29110	27636	26365	25255									
		1200	43999	41258	38974	37031	35352	33883									
		1500	55056	51669	48839	46427	44342	42514									
		1800	66114	62080	58704	55825	53332	51146									
$v_s$ (aprox.) m/s			12,8	12	11,3	10,8	10,3	9,9									

TABELAS DE SELECÇÃO RÁPIDA ATENUADORES DE SOM RECTANGULARES

**Série MSA100**

Recomendado para caudais de ar entre 400 e 17000 m³/h

**Série MSA200**

Recomendado para caudais de ar entre 1000 e 65000 m³/h

Caudal de ar V̇ (m³/h) máx. para uma perda de carga 50 Pa								Caudal de ar V̇ (m³/h) máx. para uma perda de carga 50 Pa									
n (nº de septos)	Atenuador		Atenuação De em dB à frequência de 250 Hz						n (nº de septos)	Atenuador		Atenuação De em dB à frequência de 250 Hz					
			10	18	26	34	43	50				12	22	31	41	49	50
	Largura B (mm)	Altura H* (mm)	Comprimento L em mm							Largura B (mm)	Altura H* (mm)	Comprimento L em mm					
			500	1000	1500	2000	2500	3000				500	1000	1500	2000	2500	3000
Caudal de ar V̇ em m³/h								Caudal de ar V̇ em m³/h									
1	150	300	696	610	549	504	468	439	1	300	300	1354	1255	1175	1109	1052	1004
		600	1408	1241	1122	1032	960	902			600	2736	2555	2406	2281	2173	2079
		900	2120	1872	1695	1560	1453	1365			900	4118	3856	3639	3454	3296	3157
2	300	300	1393	1220	1099	1008	936	878	2	600	300	2707	2510	2350	2217	2105	2008
		600	2816	2482	2244	2063	1920	1803			600	5471	5110	4812	4561	4346	4158
		900	4240	3744	3389	3119	2905	2730			900	8235	7712	7277	6909	6591	6314
3	450	300	2089	1830	1648	1512	1404	1317	3	900	300	4061	3765	3525	3326	3157	3011
		600	4224	3722	3365	3095	2880	2705			600	8207	7665	72180	6842	6518	6237
		900	6360	5616	5084	4679	4358	4095			900	12353	11568	10916	10363	9887	9470
4	600	300	2785	2440	2198	2016	1872	1756	4	1200	300	5415	5019	4700	4434	4209	4015
		600	5632	4963	4487	4126	3840	3606			600	10942	10220	9625	9122	8691	8316
		900	8479	7488	6778	6239	5810	5459			900	16471	15424	14555	13818	13182	12627
5	750	300	3482	3050	2747	2520	2341	2195	5	1500	300	6768	6274	5875	5543	5261	5019
		600	7040	6204	5609	5158	4800	4508			600	13678	12775	12031	11403	10864	10395
		900	10599	9360	8473	7798	7263	6824			900	20588	19280	18194	17272	16478	15784
6	900	300	4178	3660	3297	3024	2809	2634	6	1800	300	8122	7529	7049	6651	6314	6023
		600	8448	7445	6731	6189	5760	5410			600	16413	15330	14437	13683	13037	12474
		900	12719	11232	10167	9358	8715	8189			900	24706	23136	21832	20727	19774	18941
7	1050	300	4874	4270	3846	3527	3277	3073	7	2100	300	9476	8784	8224	7760	7366	7027
		600	9856	8685	7852	7221	6720	6311			600	19149	17885	16843	15964	15210	14553
		900	14839	13103	11862	10918	10168	9554			900	28823	26992	25471	24181	23069	22098
8	1200	300	5571	4880	4395	4031	3745	3512	8	2400	300	10829	10039	9399	8868	84718	8030
		600	11264	9926	8974	8252	7680	7213			600	21884	20440	19249	18245	17382	16632
		900	16959	14975	13557	12477	11620	10919			900	32941	30848	29110	27636	26365	25255
v <sub>s</sub> (aprox.) m/s		13,0	11,5	10,4	9,6	8,9	8,3	v <sub>s</sub> (aprox.) m/s		12,8	12	11,3	10,8	10,3	9,9		

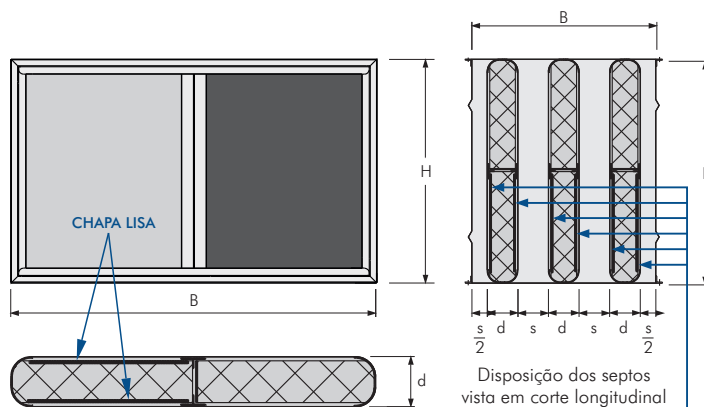
**Legenda:** v<sub>s</sub> - Velocidade do ar entre septos (m/s)  
n - Número de septos  
(\*) - Disponíveis em alturas com passos de 100 mm

## DISPOSIÇÃO DOS SEPTOS

Atenuadores de som  
**Série MSA 100**

Septos  
**Série MKA 100**

Espessura dos septos  $d = 100 \text{ mm}$   
Espaço entre septos  $s = 40 \text{ a } 100 \text{ mm}$



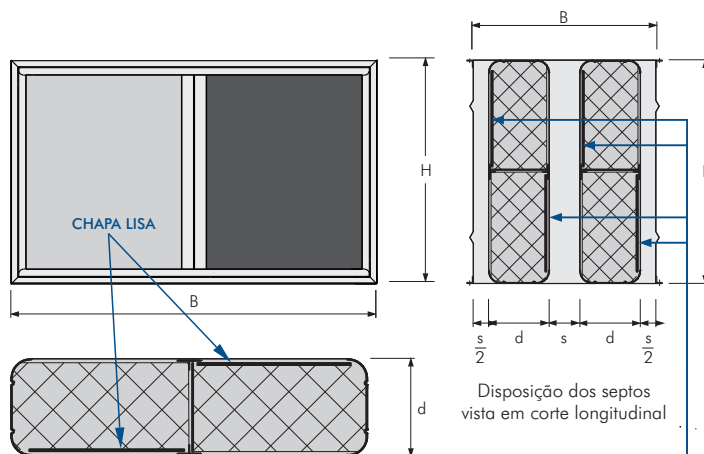
**Chapas lisas**

A montagem dos septos deve ser feita com as chapas lisas todas do mesmo lado

Atenuadores de som  
**Série MSA 200**

Septos  
**Série MKA 200**

Espessura dos septos  $d = 200 \text{ mm}$   
Espaço entre septos  $s = 60 \text{ a } 200 \text{ mm}$



**Chapas lisas**

A montagem dos septos deve ser feita com as chapas lisas dos septos contíguos, alternadas

Atenuadores de som  
**Série XSA 100**  
**Série XSA 200**  
**Série XSA 300**

Septos  
**Série XKA 100**

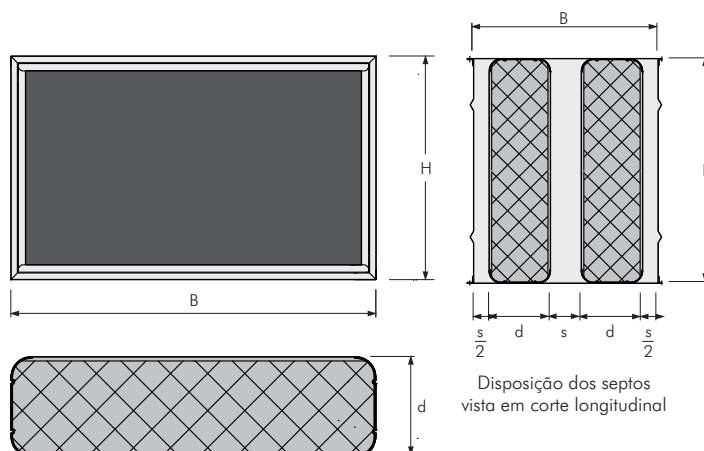
Espessura dos septos  $d = 100 \text{ mm}$   
Espaço entre septos  $s = 40 \text{ a } 100 \text{ mm}$

**Série XKA 200**

Espessura dos septos  $d = 200 \text{ mm}$   
Espaço entre septos  $s = 60 \text{ a } 200 \text{ mm}$

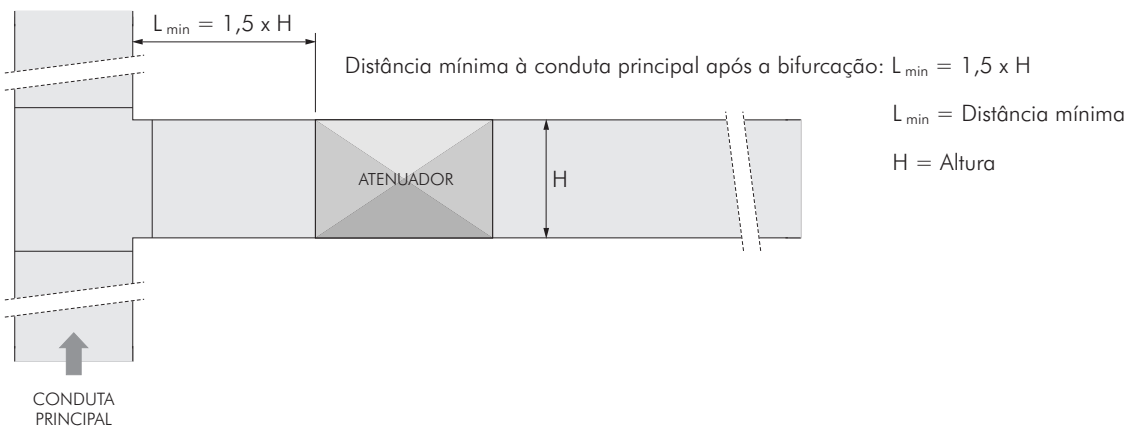
**Série XKA 300**

Espessura dos septos  $d = 300 \text{ mm}$   
Espaço entre septos  $s = 100 \text{ a } 300 \text{ mm}$

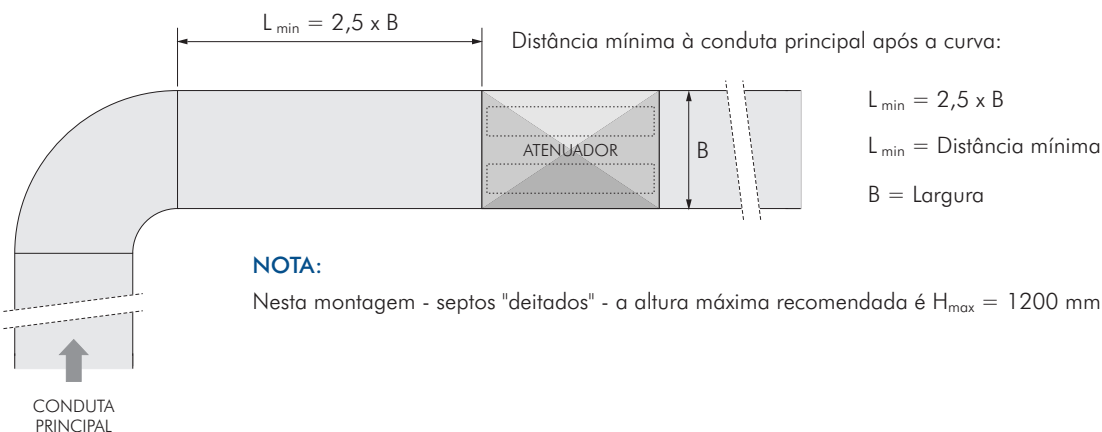


**MONTAGEM - ATENUADORES DE SOM RECTANGULARES - Séries MSA e XSA**

**MONTAGEM EM CONDOTA COM SEPTOS NA VERTICAL**



**MONTAGEM EM CONDOTA COM SEPTOS NA HORIZONTAL**

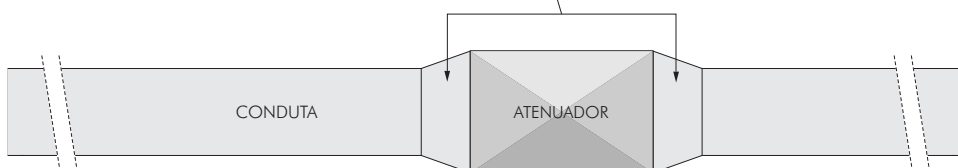


**NOTA:**

Nesta montagem - septos "deitados" - a altura máxima recomendada é  $H_{max} = 1200$  mm

**IMPORTANTE:**

Na maior parte das situações reais a secção do atenuador de som é superior à secção da conduta onde irá ser inserido. É necessário prever adaptações cónicas ou trapezoidais para evitar **perdas de carga exageradas e ruído regenerado superior ao expectável.**



**POUPANÇA ENERGÉTICA**



Os atenuadores de som TROX Technik foram aperfeiçoados no que diz respeito ao seu perfil aerodinâmico de modo a reduzirem significativamente a perda de carga nas mesmas condições de caudal e tamanho.

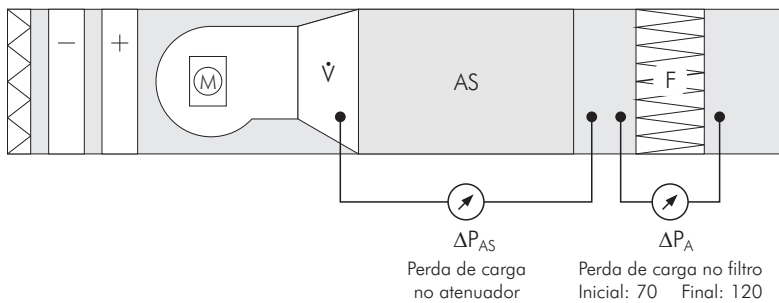
A nova geração de atenuadores rectangulares incorpora elementos atenuadores (septos) com esquinas arredondadas e superfície metálica ondeada de modo a diminuir significativamente a turbulência do ar.

Outra importante característica, que contribui para uma redução significativa da energia eléctrica de alimentação dos ventiladores, é a sua certificação higiénica: não liberta quaisquer partículas nem gera culturas de micro organismos nefastos para a saúde.

Não é necessário o recomendado filtro de bolsas F5 a F7 para eliminar estes agentes que poderiam afectar a qualidade do ar da instalação e do ambiente que serve.

**EXEMPLO DE QUANTO SE PODE POUPAR COM OS ATENUADORES DE SOM TROX Technik**

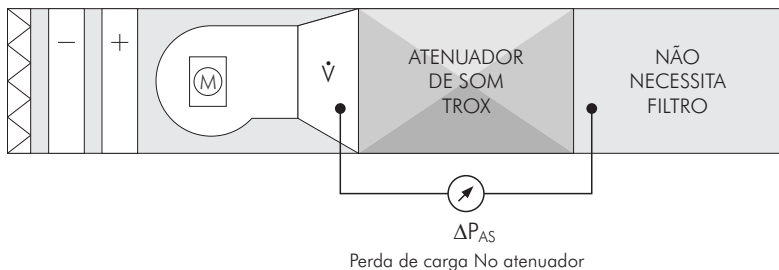
**A - Instalação standard - ATENUADOR DE SOM COMUM**



$\dot{V}$  = Caudal de ar  
AS = Atenuador de som com septos sem perfil aerodinâmico, septos com esquina a 90° com chapa lisa

Perda de carga no atenuador  $\Delta P_{AS}$   
Perda de carga no filtro Inicial: 70 Final: 120

**B - Instalação com atenuador de som TROX Technik - SEPTOS HIGIÉNICOS**



M = Motor eléctrico de acoplamento directo  
AS = Atenuador de som com septos aerodinâmicos

**EXEMPLO:**  
 $\dot{V}$  = 10.000 m<sup>3</sup>/h  
Perdas de carga | AS NORMAL = 70Pa  
AS TROX = 60Pa  
F (Limpo) = 70Pa - 30% = 42Pa  
= 70Pa

Perda de carga No atenuador  $\Delta P_{AS}$

O consumo energético - i.e. a energia eléctrica poupada pela redução desta perda de carga é dada pela equação:  $E = \frac{\dot{V} \times \Delta P_{red} \times t}{\eta \times 3600 \times 1000}$  kWh

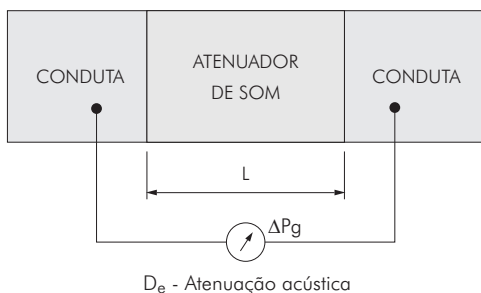
Considerando:

- $\dot{V}$  = 10.000 m<sup>3</sup>/h
- $\Delta P_{red}$  = Redução da perda de carga (Pa)
- t = Tempo de funcionamento (h)
- $\eta$  = Rendimento do ventilador

Perda de carga na instalação	Atenuador comum 60 Pa + 70 Pa = 130 Pa	Atenuador TROX 42 Pa	<b>DIFERENÇA 88 Pa</b>	<b>POUPANÇA ENERGÉTICA NESTE EXEMPLO SERÁ: E = 730 Kwh</b>
------------------------------	---	-------------------------	----------------------------	--



**COMPARAÇÃO DE VÁRIOS ATENUADORES DE SOM RECTANGULARES E CIRCULARES**



DADOS:

Caudal  $\dot{V}$  = 10.000 m<sup>3</sup>/h

Velocidade  $v$  = 6 m/s

Área conduta = 0,46 m<sup>2</sup>

MODELO	Dimensões		Atenuação $D_e$ (dB)								Perda de carga $\Delta P_g$	Peso Kg
	DN x L	B x H x L	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
CA100	Ø 800 x 1500		2	4	11	26	20	8	2	3	~0	76
CB100	Ø 800 x 1500		3	6	13	26	49	37	20	12	27 Pa	86
XSA300-PF n=2		900 x 900 x 1500	3	14	25	37	45	39	21	13	41 Pa	94
MSA200-PF n=3		900 x 900 x 1500	5	15	32	33	36	25	16	14	43 Pa	109

**COMENTÁRIO**

1. Os atenuadores de som circulares CA100 sem núcleo central apresentam uma atenuação acústica fraca em todo o espectro em especial às baixas frequências 63 a 250 e nas altas frequências 4k a 8k. - A perda de carga é desprezável.
2. Os atenuadores de som circulares CB100 com núcleo central apresentam uma atenuação acústica fraca a baixas frequências e tem um preço elevado quando comparado com os atenuadores, do tipo septos, rectangulares. A perda de carga é baixa.
3. Os atenuadores de som da série XSA (tipo septos, rectangulares) são os que apresentam melhor nível de atenuação em todo espectro em especial nas frequências médias e altas (500 Hz ou superiores) e apresentam o preço mais baixo. A perda de carga depende fortemente da configuração seleccionada: pode ser baixa (<20 Pa) ou elevada (> 100 Pa).
4. Os atenuadores de som da série MSA, tipo septos, rectangulares, apresentam um nível de atenuação médio/elevado em todo o espectro em especial nas frequências entre 125 a 500 Hz.

O seu preço é equivalente ao da solução XSA e muito inferior ao circular CB100. A perda de carga depende fortemente da configuração seleccionada: pode ser baixa (<20 Pa) ou elevada (> 100 Pa).

**CONCLUSÃO**

Os atenuadores de som rectangulares podem ser construídos à medida, o que lhes confere uma flexibilidade muito vantajosa para os casos "reais" do dia a dia. Nível de atenuação acústica, tamanho e perda de carga normalmente entram em "conflito", é necessária esta flexibilidade para se encontrar uma solução de consenso.

## ESTUDO ACÚSTICO NUMA INSTALAÇÃO AVAC

Na fase do estudo acústico da instalação devem-se ter em consideração os seguintes pontos:

- Níveis sonoros a manter nas zonas climatizadas.
- Possibilidade de alcançar estes níveis sem a necessidade de recurso a elementos de atenuação acústica.
- Realizar, sempre que necessário, o controlo sonoro. Prever no desenho de condutas espaço suficiente em especial nos troços rectos.
- Comprovar se as fontes sonoras podem afectar vizinhos ou se é necessário efectuar controlo de ruído na zona exterior.
- Se as fontes sonoras estão em locais fechados ou em tectos falsos, têm de ser tomadas precauções adicionais na selecção dos equipamentos do ponto de vista acústico.

Durante o estudo acústico os pontos que regularmente podem ser mais conflituosos são os seguintes:

- Curvas, derivações, transformações mal desenhadas.
- Situação deficiente de registos e baterias de aquecimento ou refrigeração.
- Ventiladores situados em tectos falsos ligeiros em cima ou em baixo de locais com isolamento acústico deficiente.

## DEFINIÇÕES

### Comprimento de onda:

Distância entre contracções ou expansões sucessivas: o comprimento, a velocidade e a frequência estão relacionados pela seguinte fórmula:

$$\lambda = C/f$$

C = Velocidade do Som;  
f = Frequência

### Frequência:

O número de flutuações ou períodos por segundo define a frequência ou a altura do som.

### Potência Sonora:

Energia sonora libertada por unidade de tempo. Expressa-se em décibéis através da fórmula:

$$L_W \text{ (dB)} = 10 \log (P_1/P_2)$$

P<sub>1</sub> = Potência sonora da fonte expressa em Watt

P<sub>0</sub> = Potência sonora de referência igual a 10<sup>-12</sup> Watt

O nível de potência sonora de uma fonte caracteriza o ruído emitido pela mesma.

### Pressão Sonora:

O som define-se como uma vibração de um meio elástico, o que produz uma variação de pressão do meio em que ele se propaga, pelo que se pode avaliar de uma maneira geral o nível sonoro em função da pressão sonora.

Para expressar o nível de pressão sonora utiliza-se o décibel, que se define pela fórmula:

$$L_p \text{ (dB)} = 10 \log (P/P_0)^2 = 20 \log (P/P_0)$$

P = Pressão da onda sonora expressa em Pascal

P<sub>0</sub> = Pressão sonora de referência igual 2x10<sup>-5</sup> Pascal

O nível de pressão sonora caracteriza o ruído percebido pelo ouvido.

### Décibel:

É a unidade utilizada na medição do som, é a relação logarítmica entre duas pressões sonoras ou duas potências sonoras, sendo uma delas o nível de referência.

### Nível sonoro transmitido através de condutas

Potência sonora que se transmite ao longo de uma conduta, tanto através da aspiração como da impulsão dos ventiladores.

### Nível sonoro radiado

Potência sonora que se transmite através de uma barreira como por exemplo condutas, painéis das unidades de tratamento de ar, paredes etc.

### Reverberação

Ruído que se transmite por reflexão nas superfícies dos locais.

### Tempo de reverberação

É o tempo que corresponde a um decréscimo de 60 dB do nível de intensidade acústica.

### Intensidade acústica

Intensidade acústica é a energia por unidade de superfície de onda.

A intensidade acústica é proporcional ao quadrado da pressão acústica.

$$I = P^2 / \rho C$$

ρ = Massa específica do ar  
C = Velocidade do som no ar

O nível de intensidade acústica expressa-se pela fórmula:

$$L_I = 10 \log I_1/I_0$$

I<sub>1</sub> = Intensidade acústica do som  
I<sub>0</sub> = Intensidade acústica de referência igual a 10<sup>-12</sup> w/m<sup>2</sup>

Esta intensidade de referência corresponde à pressão sonora de referência 2x10<sup>-5</sup> quando a onda se propaga no ar.

## ESTUDO ACÚSTICO NUMA INSTALAÇÃO AVAC

### Curvas de ponderação

Curvas de ponderação são as curvas que representam as correcções efectuadas pelos filtros, em função das frequências, com o fim de reproduzir sensivelmente as curvas do ouvido.

#### FILTRO A:

- Representa o comportamento do ouvido para os níveis de pressão sonora baixos, utiliza-se para níveis compreendidos entre 0 e 55 dB.

#### FILTRO B:

- Representa o comportamento do ouvido para os níveis de pressão sonora médios entre 55 e 85 dB.

#### FILTRO C:

- Utiliza-se acima de 85 dB.

Os resultados expressam-se em dB(A), dB(B) ou dB(C).

### EXEMPLO

Espectro da potência sonora de um ventilador centrífugo de pás recuadas.

$f_m$ (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_w$ (dB)	86	85	84	82	78	74	69	63
Correcção (curva A)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
$L_{WA}$ (dB(A))	60	69	75	79	78	75	70	62

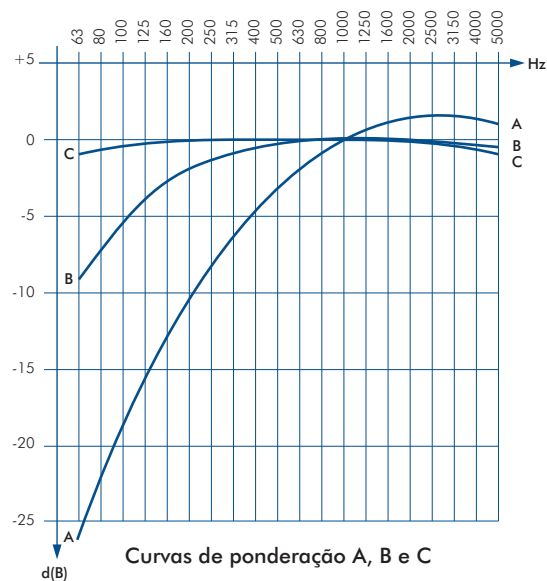
**$f_m$  (Hz)** Frequência média numa gama de frequência em análise - representação em oitavas.

**$L_w$  (dB)** Potência sonora a cada frequência média

#### Correcção (curva A)

Filtro do tipo A que representa uma uniformização da sensação produzida no ouvido humano da mesma fonte sonora às diversas frequências médias.

**$L_{WA}$  (dB(A))** Potência sonora "pesada" 2º a curva A em cada oitava



### MEDIDA DOS RUIDOS

Um ruído pode ser composto por múltiplos sons de frequências diferentes, pelo que uma análise detalhada pode ser muito trabalhosa, pelo que nos limitamos a separar o ruído em zonas, que correspondem a intervalos de frequências medindo o nível sonoro em cada uma delas, introduzindo para este fim no sonómetro filtros que apenas deixam passar a energia acústica contida numa banda de frequência.

A banda de frequência normalmente utilizada é a que corresponde a intervalos de oitava que corresponde ao intervalo entre dois sons puros, cujas frequências estejam entre si na relação 2/1, estando representadas pelas suas frequências médias (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz).

VALORES MÁXIMOS DA PRESSÃO SONORA EM AMBIENTE SEGUNDO O RITE		Dia dB(A)	Noite dB(A)
Administrativos e de escritórios		45	
Comercial		55	
Cultural e religioso		40	
Escolar		45	
Hospital		40	30
Lazer		50	
Residencial		40	30
Vivenda	Zonas habitáveis excepto cozinha	35	30
	Corredores, casas de banho e cozinhas	40	35
	Zonas de acesso comum	50	40
	Espaços comuns: vestiários, corredores	50	
	Espaços de serviço: casas de banho, cozinhas, lavabos.	55	

## ANÁLISE ACÚSTICA DE UMA INSTALAÇÃO AVAC SEGUNDO A NORMA VDI 2081

Sendo o ruído um dos factores importantes de desconforto é crucial uma análise ao comportamento acústico da sua instalação AVAC por modo a evitar níveis de pressão sonora acima dos recomendados para o(s) espaço(s) a condicionar.

A TROX disponibiliza, em tempo real um programa de cálculo acústico (segundo a norma VDI 2081) que lhe permite de uma forma simples e rápida avaliar esse nível de pressão sonora no espaço ambiente gerado e transmitido por todo o sistema eólico desde o ventilador seguindo pela rede de condutas - incluindo acessórios tais como: registos corta-fogo, reguladores de caudal VAC ou VAV - e os elementos terminais de difusão (grelhas e difusores) até à sala (ambiente) em análise. Não permite o estudo acústico gerado e transmitido por radiação através dos painéis dos ventiladores, paredes, etc.

O programa permite, de uma forma simplificada, avaliar a necessidade de incluir num troço recto da(s) conduta(s) de insuflação e retorno um atenuador de som, qual o valor da absorção de modo a eliminar o excesso de ruído que a instalação eólica provoca em relação ao nível de pressão sonora pretendido.

Caso não sejam conhecidos alguns dos parâmetros a seguir referidos, o programa toma como valores de cálculo os que correspondem ao valor médio mais habitual.

É necessário conhecer as características físicas e o traçado correcto desde a fonte sonora (ventilador) até, pelo menos, à sala mais próxima dos seguintes elementos:

- Ventilador (tipo, caudal, rotações, secção de saída)
- Troços de conduta rectos (tipo, secção, comprimento)
- Curvas (tipo e secção)
- Caudal em cada troço
- Registos de caudal (VAC, VAV) registos corta fogo (espectro do ruído provocado)
- Grelhas e difusores (área efectiva de cada e número total)
- Volume da sala, pé-direito, tempo de reverberação.

O programa permite inserir passo a passo a instalação eólica em termos de espectro da potência sonora numa folha de cálculo - folha esta criada automaticamente desde o 1º componente em análise e actualizada logo que se considere válido qualquer componente posterior.

Abaixo encontra o "caminho", dentro do site da TROX ([www.troxtechnik.com](http://www.troxtechnik.com)), para chegar ao programa da "Análise Acústica":

## EXEMPLO DE APLICAÇÃO - FAZENDO USO DO PROGRAMA DE SELECÇÃO

1º PASSO No site da TROX Technik [www.troxtechnik.com](http://www.troxtechnik.com) seguir os seguintes passos:

→ **A** Products → **B** Selection Programs → **C** Acoustic calculation

([http://www.troxtechnik.com/en/products/selection\\_programs/index.html](http://www.troxtechnik.com/en/products/selection_programs/index.html))

2º PASSO (Exemplo)

→ **D** Acede à página WELCOME click em **START**

The image shows a sequence of three website panels illustrating the navigation path:

- Panel A:** The 'Products' menu is highlighted. A red circle 'A' is in the top left corner.
- Panel B:** The 'Selection Programs' menu is highlighted. A red circle 'B' is in the top left corner.
- Panel C:** The 'Acoustic calculation' program is highlighted. A red circle 'C' is in the top left corner.

Below these panels is a screenshot of the 'Welcome to the acoustique calculation according VDI 2081' page. A red circle 'D' is placed on the 'Start' button in the bottom left corner of the page.

■ VENTILADOR

Home Contact Help deutsch english

Fan

Air flow rate m³/h 10000

Pressure rise Pa 1000

Cross-section m² 1

Fan speed n/min 1000

1 Calculate

Fan assembly type RR Radial rearwards

Octave f <sub>m</sub>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Noise level L <sub>w</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB
Insertion loss D <sub>E</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB

2 Collect

→ PRESSÃO ESTÁTICA

→ CAUDAL

→ VENTILADOR

FAN  
AIR CONDITIONNING COMPONENTS  
AIR OPENINGS (VDI)  
ROOM

→ CAMPO ONDE DEVE SER INSCRITO O NOME DO VENTILADOR

RR RADIAL REARWARDS  
T CYLINDRICAL, RADIAL FORWARDS  
AM AXIAL WITH DIFFUSER

TIPO DE VENTILADOR  
RR CENTRÍFUGO / PÁS RECUADA  
T CENTRÍFUGO / PÁS AVANÇADAS  
AM AXIAL COM GRELHA

→ VELOCIDADE DE ROTAÇÃO (rot./min)

→ SECÇÃO DA SAÍDA OU ENTRADA DO VENTILADOR

VALORES DA POTÊNCIA SONORA POR OITAVAS A INSCREVER UM A UM (DADOS DO FABRICANTE), CASO NÃO SE CONHEÇAM OS VALORES O PROGRAMA TOMARÁ POR DEFEITO OS CORRESPONDENTES AO VENTILADOR NAS CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO ACIMA INSCRITAS

■ COMPONENTES AVAC (\*)

Home Contact Help deutsch english

Air-conditioning components

Air flow rate m³/h 10000

Fan assembly type Bend, radius

Cross-section m² 1

Length m (only at straight duct) 1

1 Calculate

Octave f <sub>m</sub>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Noise level L <sub>w</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB
Insertion loss D <sub>E</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB

2 Collect

→ CAMPO ONDE DEVE SER INSCRITO O NOME DO COMPONENTE

BEND, SHARP EDGE (1) CURVA EM ÂNGULO RECTO SEM DEFLECTORES  
BEND, RADIUS CURVA RADIAL COM DEFLECTORES  
CIRCULAR DUCT TROÇO DE CONDOTA CIRCULAR  
RECTANGULAR DUCT TROÇO DE CONDOTA RECTANGULAR

CAUDAL

COMPONENTE EM ANÁLISE

VALORES DA POTÊNCIA SONORA POR OITAVAS A INSCREVER UM A UM (DADOS DO FABRICANTE), CASO DE COMPONENTES COMO:  
- REGISTOS MULTILÂMINAS;  
- REGULADORES DE CAUDAL VAC OU VAV;  
- REGISTOS CORTA-FOGO E OUTROS

(\*) ALÉM DOS INDICADOS NESTE QUADRO - CUJO CÁLCULO O PROGRAMA EXECUTA - PODEM SER INSERIDOS OUTROS COMPONENTES DESDE QUE SE CONHEÇA O ESPECTRO DA POTÊNCIA SONORA

- 1 CLICAR EM  APÓS TER INSERIDO TODOS OS PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS
- 2 CLICAR EM  PARA INSERIR ESTE COMPONENTE NA LISTA (TABELA DE CÁLCULO) - APÓS ANÁLISE DOS VALORES DE POTÊNCIA SONORA (INSERIDA OU CALCULADA) - PODE ALTERAR PARÂMETROS E RECALCULAR CASO SEJA NECESSÁRIO ANTES DE CLICAR EM "COLLECT"

■ GRELHAS E DIFUSORES (UNIDADES TERMINAIS)

**1** > Calculate

**2** > Collect

CAMPO ONDE DEVE SER INSCRITO O NOME DA GRELHA OU DIFUSOR EM ANÁLISE

WALL GRID	GRELHA NA PAREDE	CENTER OF ROOM	NO CENTRO DA SALA (TECTO)
GRID	GRELHA	CENTER OF WALL	NO CENTRO DA PAREDE (TECTO)
CEILING AIR OPENING	DIFUSOR RADIAL	CENTER OF ROOM EDGE	A MEIO DA SALA PERTO DUMA PAREDE (TECTO)
CEILING AIR SWIRL OPENING	DIFUSOR ROTACIONAL	CORNER OF ROOM	NUM CANTO DA SALA (TECTO)
WEATHER PROOF GRILLE	GRELHA DE EXTERIOR		

100% PERCENTAGEM DE ABERTURA DO REGISTO DE REGULACÃO DE CAUDAL

ÁREA EFECTIVA DO ELEMENTO TERMINAL (Grelha, difusor ...)

SECÇÃO DA CONDUTA DE ADMISSÃO DO AR AO COMPONENTE TERMINAL

■ ESPAÇO AMBIENTE

**1** > Calculate

**2** > Collect

TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Nº DE ABERTURAS IGUAIS (DIFUSORES OU GRELHAS)

VOLUME DA SALA

LOCALIZAÇÃO DA ABERTURA (DIFUSOR OU GRELHA)

CAUDAL

CAMPO ONDE DEVE SER INSCRITO O NOME DO ESPAÇO AMBIENTE (SALA) EM ANÁLISE

CRITÉRIO dB(A) NR NC

DISTÂNCIA DA ABERTURA (DIFUSOR OU GRELHA) AO OCUPANTE

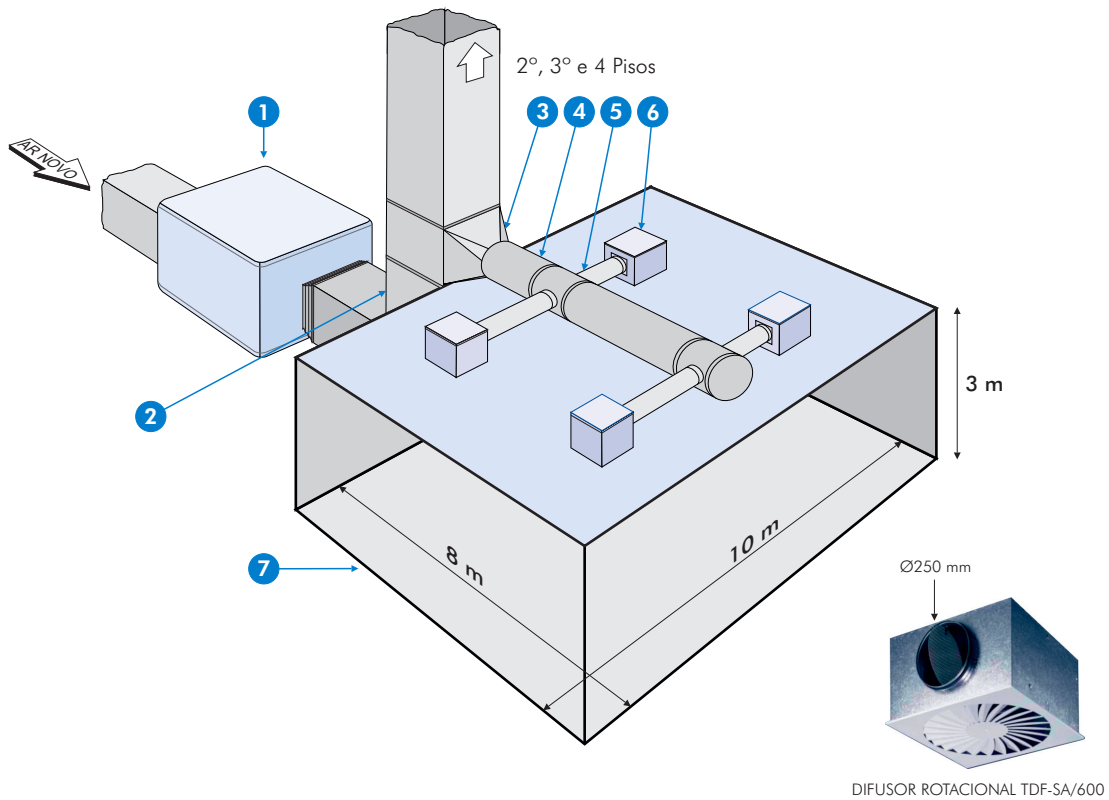
0° 45° ÂNGULO EM RELAÇÃO AO OCUPANTE

ÁREA EFECTIVA DO ELEMENTO TERMINAL (Grelha, difusor ...)

- CLICAR EM > Calculate APÓS TER INSERIDO TODOS OS PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS
- CLICAR EM > Collect PARA INSERIR ESTE COMPONENTE NA LISTA (TABELA DE CÁLCULO) - APÓS ANÁLISE DOS VALORES DE POTÊNCIA SONORA (INSERIDA OU CALCULADA) - PODE ALTERAR PARÂMETROS E RECALCULAR CASO SEJA NECESSÁRIO ANTES DE CLICAR EM 'COLLECT'



## EXEMPLO DE APLICAÇÃO



### LEGENDA

**1** UTAN

Marca: TROX Technik

Modelo: TKM-50/Tam3

Ventilador: TPF 50C-4-4000W; Caudal: 10000 m<sup>3</sup>/h;  
Pressão estática: 813 Pa; Velocidade de rotação: 1886 rpm

Secção de saída do ar: 395 x 342 mm (0,135 m<sup>2</sup>)

Motor: 4 Kw

Potência absorvida: 3,13 Kw

**2** Conduta rectangular:

700 x 500 mm (0,35 m<sup>2</sup>); comprimento: 4 m; caudal 10000 m<sup>3</sup>/h

**3** Curva (bifurcação) arredondada: Ø400 (0,126 m<sup>2</sup>); caudal: 2800 m<sup>3</sup>/h

**4** Conduta redonda: Ø400 (0,126 m<sup>2</sup>); comprimento 5m; caudal 2800 m<sup>3</sup>/h

**5** Curva (bifurcação) arredondada:

Ø250 mm (0,049 m<sup>2</sup>); caudal 700 m<sup>3</sup>/h

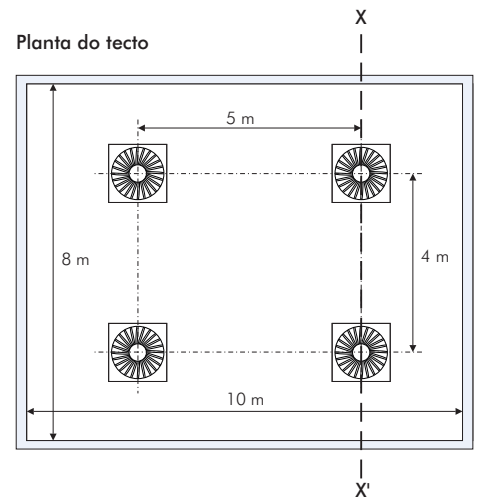
**6** 4 x difusores rotacionais série TDF-SA-Q-S-H-M/600:

A<sub>eff</sub> = 0,04 (m<sup>2</sup>) com pleno com entrada lateral Ø250mm (0,049 m<sup>2</sup>)  
caudal 700 m<sup>3</sup>/h

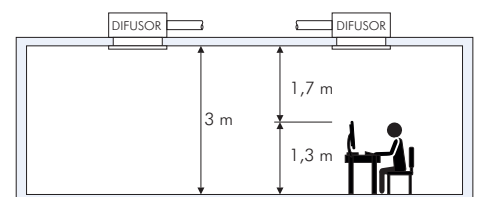
**7** Espaço ambiente: Volume 8 x 10 x 3 = 240 m<sup>3</sup>

Tempo de reverberação: 1 seg (por defeito)

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA MÉDIA MÁX. 40 dB(A)



Corte X X'



FOLHA DE CÁLCULO APÓS INSERÇÃO E VALIDAÇÃO DOS COMPONENTES DE 1 A 7

TROX® TECHNIK  
The art of handling air

home
contact
Help
deutsch
english

Room

m³/h flow rate  Cross section(eff) m²

Location  radiation angle  Distância (média) mínima de saída mais próxima do ocupante do espaço

Room volume m³  Distance m

No. off eq. sources  Allowed sound level La in dB  dB(A) (1)

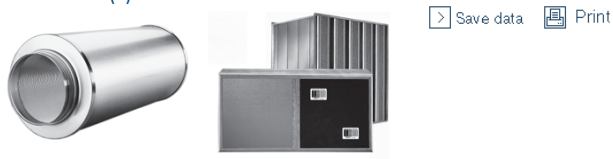
Reverberation time s

[> Calculate](#)

f <sub>m</sub>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L <sub>W</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB
D <sub>E</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB

[> Collect](#)

Please notice This program does not replace adept knowledge Please check the results!										
-----Part of system-----	f <sub>m</sub>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
1 Ventilador TPF50C-4-4000W, 10000 m³/h, 813 Pa, 0,35 m²	D <sub>E</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB
	L <sub>W</sub>	80,4	84,7	89	89,1	85,4	81,2	76,8	72,4	dB
	-----Calculated(90dB(A))	L <sub>W</sub>	80	85	89	89	85	81	77	72
2 Conduita rectangular, 10000m³/h, 0,35m², 4m	D <sub>E</sub>	2	2	1	1	1	1	1	1	dB
	L <sub>W</sub>	42	41	39	36	31	25	18	11	dB
	-----Calculated(89dB(A))	L <sub>W</sub>	78	83	88	88	84	80	76	71
3 Curva: 2800m³/h, 0,126m²	D <sub>E</sub>	6	6	9	13	12	9	9	9	dB
	L <sub>W</sub>	51	45	39	33	26	18	11	2	dB
	-----Calculated(78dB(A))	L <sub>W</sub>	72	77	79	75	72	71	67	62
4 Conduita circular, 2800m³/h, 0,126m², 4m	D <sub>E</sub>	0	0	0	0	1	1	1	1	dB
	L <sub>W</sub>	32	31	28	24	19	13	6	0	dB
	-----Calculated(78dB(A))	L <sub>W</sub>	72	77	79	75	71	70	66	61
5 Curva: 700m³/h, 0,049m²	D <sub>E</sub>	6	6	9	13	12	9	9	9	dB
	L <sub>W</sub>	35	30	24	17	10	3	0	0	dB
	-----Calculated(68dB(A))	L <sub>W</sub>	66	71	70	62	59	61	57	52
6 Difusor rotacional, 700m³/h, 0,049m², Meio da sala	D <sub>E</sub>	15	11	6	3	1	0	0	0	dB
	L <sub>W</sub>	45	46	48	48	48	45	39	29	dB
	-----Calculated(66dB(A))	L <sub>W</sub>	52	60	64	59	59	61	57	52
sugg. attenuator position										
7 Room: 240 m³, 0,040m², 1,5m, 0°	D <sub>E</sub>	4	4	4	4	4	4	4	4	dB
	L <sub>W</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	dB
	-----Calculated(62dB(A))	L <sub>P</sub>	48	56	60	55	55	57	53	48
-----add. req. De to	D <sub>E</sub>	0	5	17	17	20	24	19	12	dB (3)

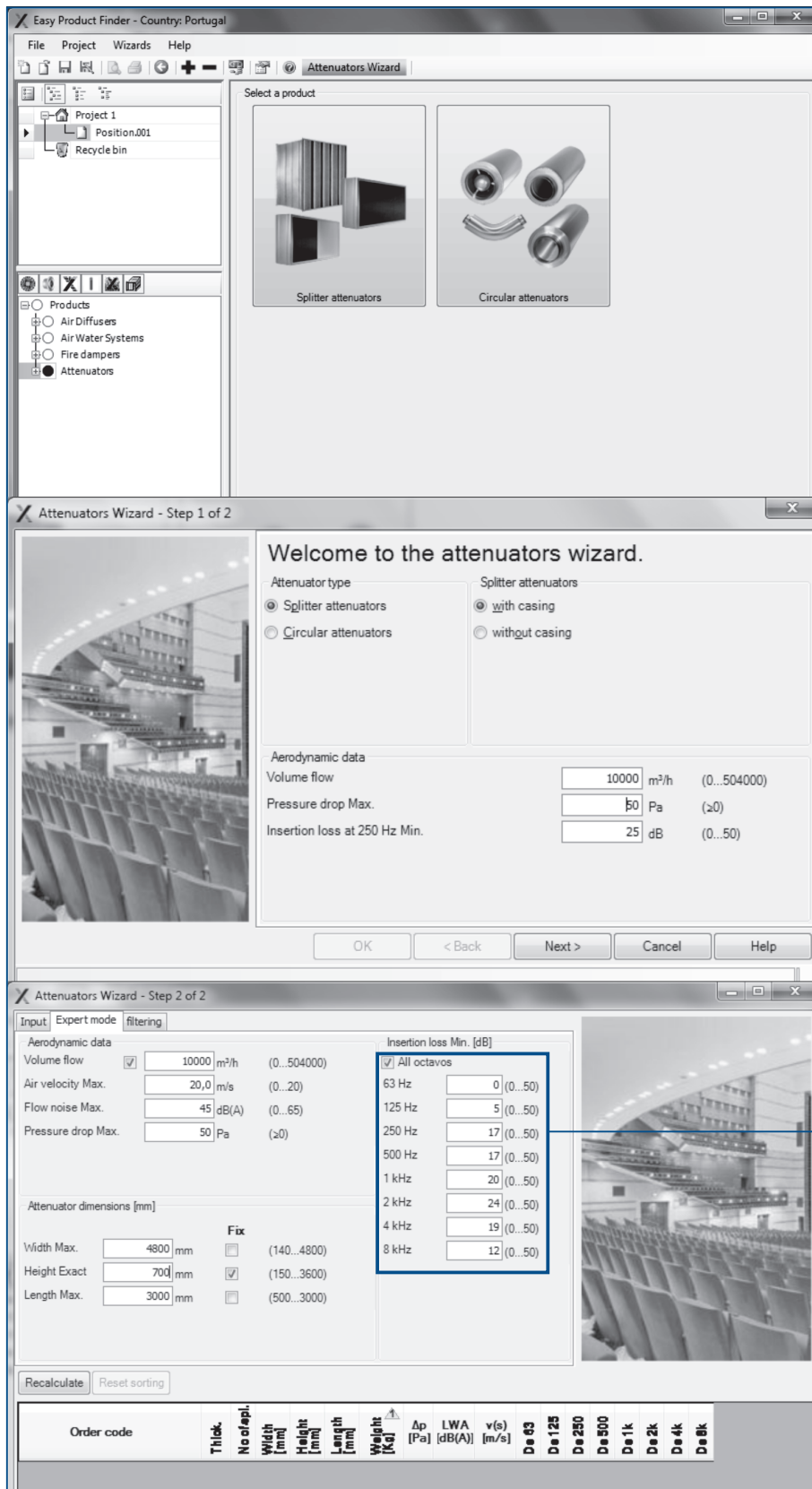


- 1º Inserir sequencialmente os componentes 1 a 7 após preenchimento dos campos acima (para cada componente) clicar em [> Calculate](#).
- 2º Se o componente é válido - após análise cuidadosa de cada passo do ponto 1º clicar [> Collect](#) para inserir nova linha na folha de cálculo.
- 3º Após inserir todos os componentes - desde o ventilador até à abertura da sala mais próxima - clicar na foto dos atenuadores, rectangular ou circular - para seleccionar o atenuador a inserir, por exemplo, no troço da conduita 2.

Estes valores resultantes do estudo acústico deverão ser inscritos em local apropriado no programa de selecção Easy Product Finder, tal como descrito nas páginas seguintes.

- (1) Critério de avaliação do ruído: o programa oferece duas hipóteses.  
dB(A) - Método mais usual actualmente (está de acordo com os regulamentos da legislação Portuguesa em vigor)  
NC - "Noise Criterium" (ver gráficos na página 54)
- (2) Espectro do ruído. Nível de pressão sonora expectável na sala.
- (3) Atenuação sonora necessária para se cumprir o critério de ruído exigido para o espaço em análise.  
Nota: se for outro o critério, que não o dBA ou o NC, pode utilizar o espectro de ruído expectável na sala e compará-lo com espectro "exigido" por ele. (ver gráficos dos critérios aceites pela ASHRAE)

SELECÇÃO DE ATENUADORES - SOFTWARE Easy Product Finder (EPF)



Para seleccionar atenuadores com o Easy Product Finder (EPF)

clique em "attenuators" na divisória dos produtos e depois em "Attenuators Wizard".

Na primeira janela do "Wizard", escolha o tipo de atenuador (circular ou rectangular) e também deve especificar se quer seleccionar o atenuador rectangular com ou sem caixa.

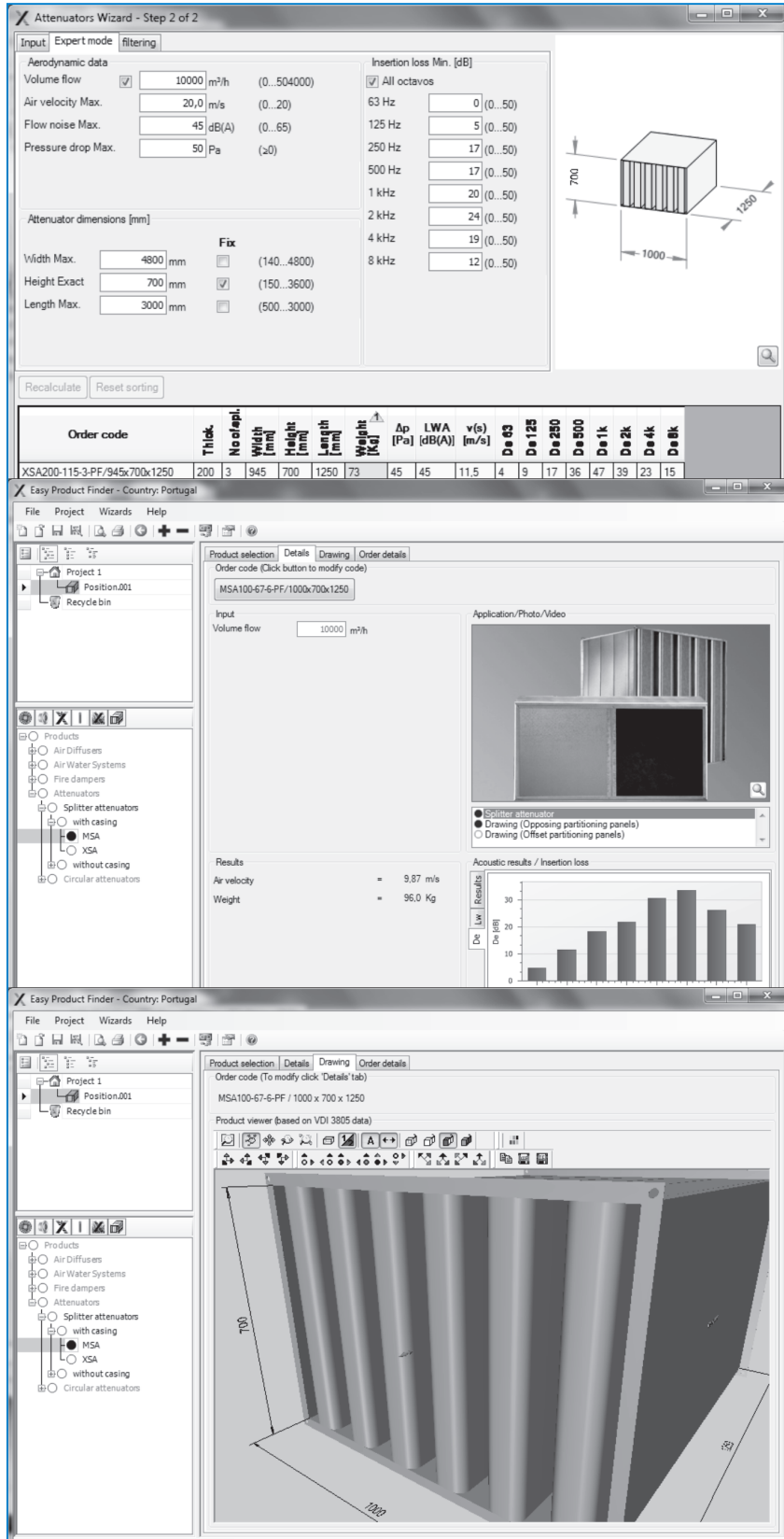
Para o caso em questão, pretende-se seleccionar um atenuador rectangular, com caixa, para um caudal de 10.000 m<sup>3</sup>/h.

Para evitar opções com uma perda de carga exagerada, limita-se esse valor a 50 Pa e estabelece-se como mínima uma atenuação de 25 dB a 250 Hz.

No passo seguinte da selecção, é possível estreitar mais um pouco os critérios de selecção, inserindo a potência sonora gerada pelo fluxo do ar através do atenuador, as dimensões máximas ou exactas e também a atenuação mínima desejada por banda de frequência.

Espectro de atenuação sonora para seu caso (estes valores correspondem aos níveis resultantes do estudo acústico ilustrado na página anterior)

SELECÇÃO DE ATENUADORES - SOFTWARE Easy Product Finder (EPF)



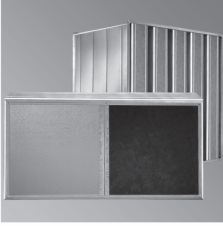
Inserindo os dados e clicando em "Recalculate", obtém-se uma lista de resultados, dentro dos quais é possível escolher o atenuador.

Clicando em "OK", passará directamente a uma página com informação específica do atenuador que seleccionou. Terá disponível a especificação completa, a potência sonora gerada no próprio atenuador por banda de frequência e a atenuação na forma de um gráfico.

Tal como nos restantes equipamentos seleccionáveis no EPF, é possível verificar o desenho em 3D, bem como exportá-lo em formato .dxf 2D e 3D.

Torna-se assim possível também gerar os relatórios característicos do EPF, juntando várias categorias de equipamentos, guardando e documentando o seu projecto.

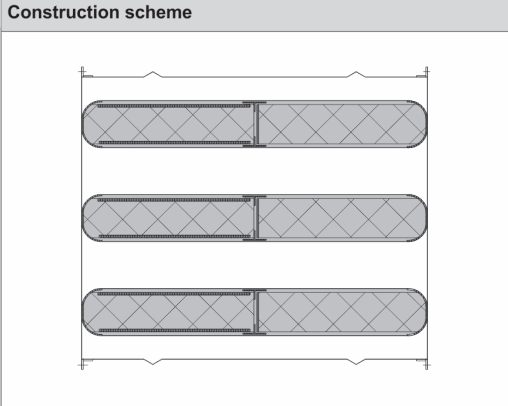
SELECÇÃO DE ATENUADORES - SOFTWARE Easy Product Finder - RELATÓRIO



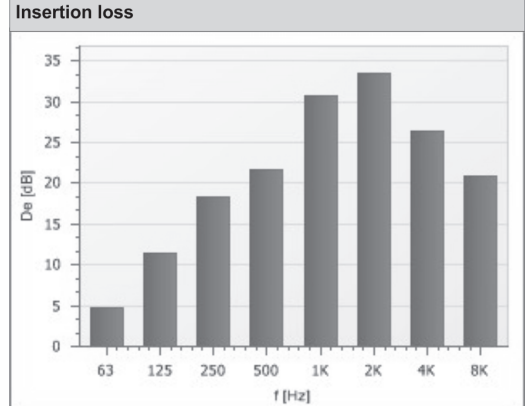
### MSA100-67-6-PF/1000x700x1250

Splitter thickness [mm]	100	
Airway width [mm]	67	
Number of splitters	6	
Connecting flange	P	Air duct profile
Splitter surface	F	Glass fabric
Width [mm]	1000	
Height [mm]	700	
Length [mm]	1250	
Total amount	1	

#### Construction scheme

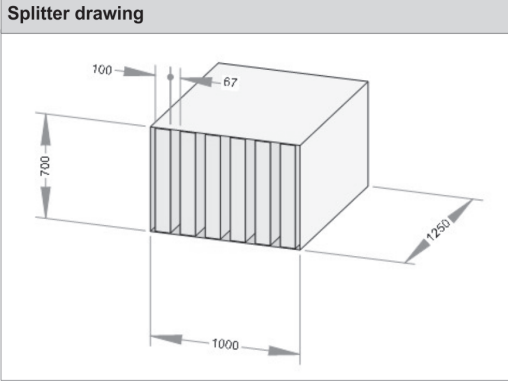


#### Insertion loss



f [Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
$L_W$	56	52	47	43	39	35	31	28
$D_E$	5	11	18	22	31	33	26	21

#### Splitter drawing



f [Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
$L_W$	56	52	47	43	39	35	31	28
$D_E$	5	11	18	22	31	33	26	21

Volume flow (V) 10000 m³/h  
Air velocity (v<sub>S</sub>) 9,87 m/s  
Weight 96,0 Kg

Pressure drop (ΔP)	34	Pa
Sound power level (L <sub>WA</sub> )	45	dB(A)

↳ Este parâmetro refere-se à potência sonora média gerada no próprio atenuador de som. É normalmente desprezável face à potencia sonora gerada no ventilador para velocidades v<sub>S</sub> (velocidade de passagem do ar entre os septos) até 15 m/s

**CÓDIGO DE ENCOMENDA**

**MSA 100 - 67 - 6 - P F - 1000 x 700 x 1250**

Tipo de atenuador			Dimensões
Espessura dos septos (d)	←	100	Comprimento (L)
Espaço entre septos (s)	←	67	Altura (H)
Número de septos	←	6	Largura (B)
Perfil da flange - Standard 30 mm	←	P	<b>Protecção mecânica</b>
- Angular 35 x 3 mm	←	W	F - Standard (sem protecção)
			L - Com chapa perfurada

**COMENTÁRIO:**

- D<sub>e</sub>** Espectro de atenuação acústica conseguido
- L<sub>W</sub>** em dB Ruído regenerado no próprio atenuador (Este ruído regenerado é normalmente desprezável face ao ruído a atenuar)
- L<sub>WA</sub>** em dB(A) Ruído regenerado no próprio atenuador pesado segundo a curva "A" <sup>(2)</sup>
- NC** Índice de nível de potência sonora<sup>(2)</sup> avaliada segundo a curva NC - "Noise Criteria Method"
- NR** Índice de nível de potência sonora<sup>(2)</sup> avaliada segundo a curva NR - "Noise Rating"

<sup>(2)</sup>(Consultar "Métodos de Avaliação do Ruído Ambiente" pág.53)

ver.1 /CATALOGOS/.../CAERNO\_TECNICO\_ATENUADORES\_SOM

CONTIMETRA

LISBOA Tel. 214 203 900 arcondicionado@contimetra.com www.contimetra.com

SISTIMETRA

PORTO Tel. 229 774 470 sistimetra@sistimetra.pt www.sistimetra.pt

23

## CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM ESPAÇOS SERVIDOS POR UM EQUIPAMENTO DE AVAC

### O que diz a lei:

O ruído não é uma variável de fácil definição em termos regulamentares. Os regulamentos que mais directamente se aplicam a espaços servidos por sistemas centralizados de ventilação e ar-condicionado são os seguintes (disponíveis para consulta na nossa página [www.contimetra.com](http://www.contimetra.com)):

#### Regulamento Geral de Ruído (RGR) Decreto Lei nº9/2007 de 17 de Janeiro → Artigo 13º → Anexo I

Aplica-se fundamentalmente a ruído intrusivo provocado no exterior dos espaços ambiente em análise.

#### Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) Decreto Lei nº96/2008 de 9 de Junho Artigo 13º

Estabelece critérios a cumprir para avaliação das condições ambientais acústicas estabelecidas no interior dos espaços ocupados, quando em presença de ruídos de natureza intrusiva originadas a partir de instalações técnicas associadas aos usos do próprio edifício.

EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES (RRAE) COM INTERESSE	
Locais	Nível de avaliação padronizado, $L_{A,r,nT}$
Alínea h) Artigo 5º - Edifícios habitacionais e mistos, e unidades hoteleiras	
Quartos e zonas de estar dos fogos	$L_{A,r,nT} \leq 32$ dB(A) se o funcionamento do equipamento for intermitente
	$L_{A,r,nT} \leq 27$ dB(A) se o funcionamento do equipamento for contínuo
	$L_{A,r,nT} \leq 40$ dB(A) se o equipamento for um grupo gerador eléctrico de emergência
Alínea d) Artigo 6º - Edifícios comerciais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais	
Locais no interior do edifício, onde se exerçam actividades que requeiram concentração e sossego	$L_{A,r,nT} \leq 42$ dB(A) se o funcionamento do equipamento for intermitente
	$L_{A,r,nT} \leq 37$ dB(A) se o funcionamento do equipamento for contínuo

O critério para avaliar o conforto em termos acústicos de um espaço servido por um sistema AVAC tem evoluído ao longo dos anos sendo o método mais utilizado o nível de pressão sonora médio expresso em dB(A).

É aquele que segundo a legislação Portuguesa deverá ser avaliado quanto à conformidade ou não de um espaço em relação ao nível de ruído máximo a observar - ver tabela em anexo.

Há no entanto vários outros critérios - alguns bastante recentes - desenvolvidos por investigadores patrocinados pela ASHRAE que podem ser usados se tal for exigido pelos responsáveis do projecto (ou obra).

Qualquer que seja o método o procedimento para o dimensionamento dos atenuadores de som é o mesmo ou seja:

Frequência média de cada oitava do espectro audível	$f_m$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nível de pressão sonora estimada (ou medida) no ambiente	$L_{Pm}$	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Nível de pressão sonora exigida (conforme o método utilizado)	$L_{Pc}$	(Y)	(Y)	(Y)	(Y)	(Y)	(Y)	(Y)	(Y)
Atenuação necessária a cada $f_m$	$D_e$	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)	(X-Y)



#### Textos de interesse onde se desenvolve esta temática:

- ASHRAE Handbook - HVAC Applications, chapter 47/2007
- Regulamento Geral de Ruído (RGR) / Decreto-Lei Nº 9/2007 17 de Janeiro
- Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAES) / Decreto-Lei Nº 96/2008 de 9 de Junho
- Ruído de equipamentos electromecânicos em espaços ocupados - autor Carlos Penedos
- Certiprojecto (1)

(1) O autor faz uma síntese dos textos dos três documentos acima, desenvolvendo com muita clareza esta temática no contexto do nosso país.

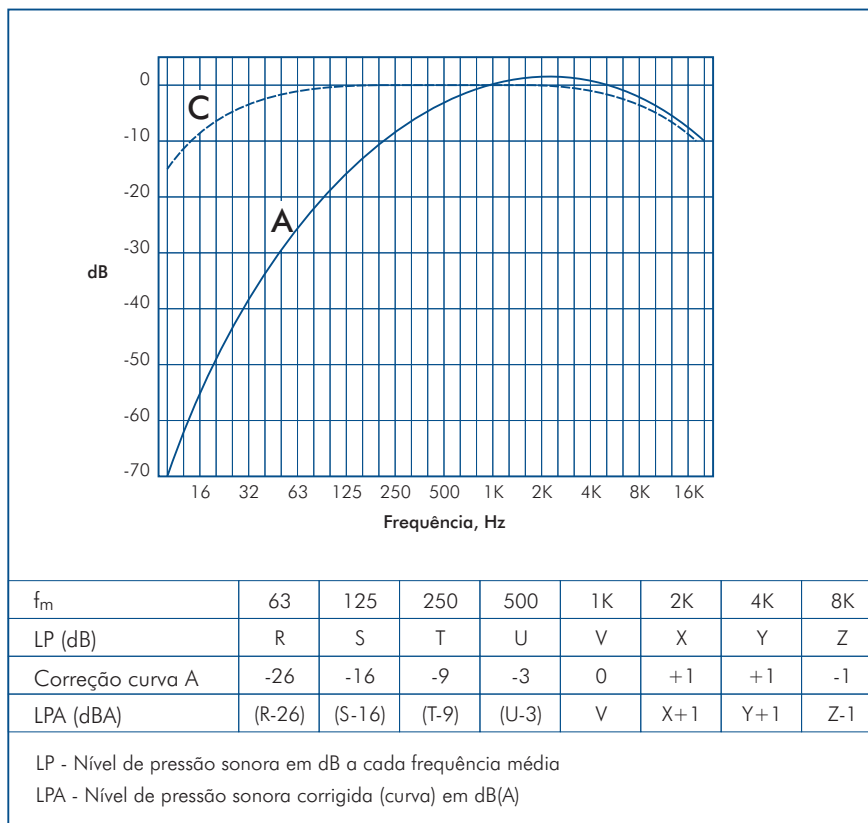
Os textos podem ser consultados na nossa página: [www.contimetra.com](http://www.contimetra.com)



## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

### Método - Nível de pressão sonora corrigida segunda a curva "A"

Aplica-se ao espectro de ruído a compensação da curva "A" descrita no preâmbulo deste capítulo de modo a equiparar a intensidade sonora em todo espectro de frequências audíveis (de 63 a 800Hz) de modo a traduzir a percepção do ouvido humano.



#### NOTA:

Normalmente apresenta-se o ruído LPeq (dBA) que se obtém pela "soma" dos ruídos tonais (LP a cada frequência fm). Ou seja refere-se somente um número que corresponde ao nível de pressão sonora médio.

#### EXEMPLO:

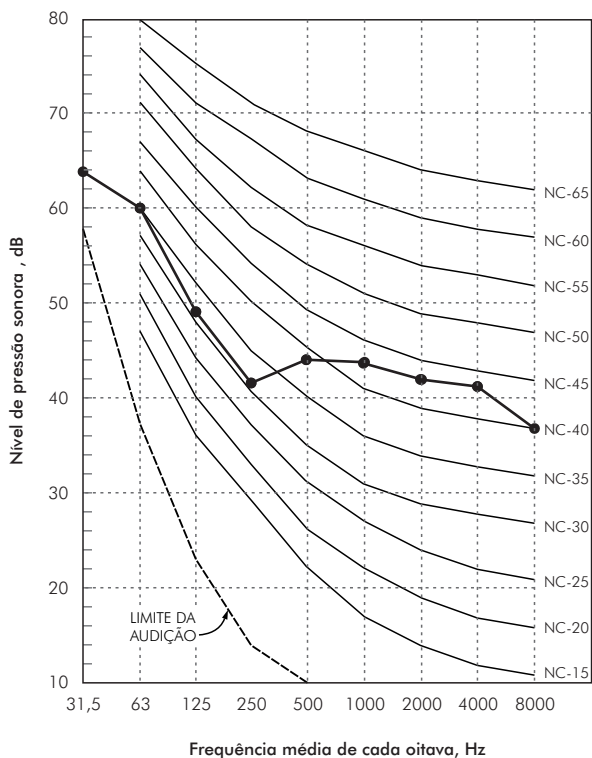
Ruído máximo no espaço de 45 dB(A) - significa que LPeq ≤ 45dBA

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

### MÉTODO: NC - Noise Criteria

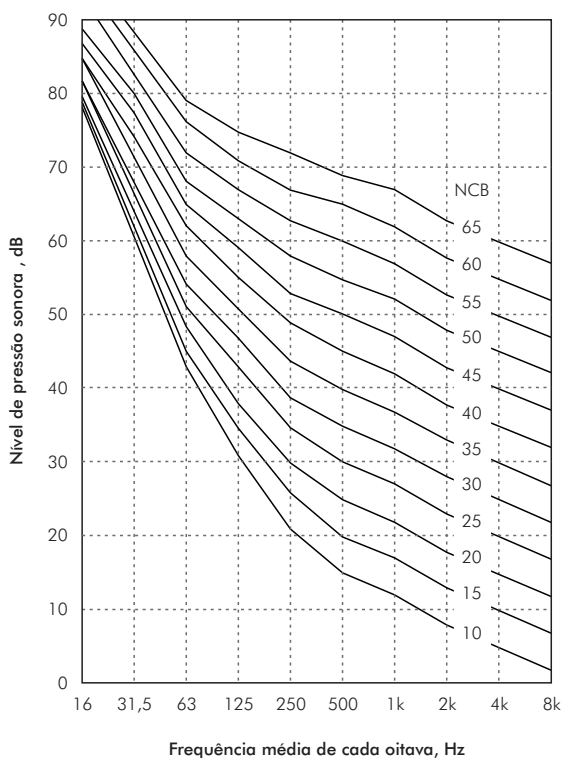
É definido também com um só número e representa o nível de pressão sonora máxima a cada frequência média (fm) conforme se mostra nos gráficos abaixo.

Por exemplo representa-se a cheio no gráfico o ruído medido numa determinada situação. No espaço em questão o nível de ruído está conforme a curva **NC45**.



### MÉTODO: NCB - Balanced Noise Criteria

É idêntico ao método NC mas "corrigido" a algumas frequências.



### MÉTODO: NR - Noise Rating

É muito parecido com o método NC descrito atrás. Podem ser considerados equivalentes do ponto de vista prático, i.e. um espaço onde se cumpre a curva **NR40** é equivalente a **NC40** como se pode constatar na tabela ao lado.

### MÉTODO: RC Mark II - Room Criteria (revisão)

É um método onde introduz uma componentes qualitativa de ruído. É bastante complexa a sua análise e cai fora do âmbito deste caderno a sua explicação e uso - aconselha-se a leitura da publicação "ASHRAE Handbook - HVAC Applications", chapter 47 - disponível em [www.contimetra.com](http://www.contimetra.com) para quem queira aprofundar esta temática.

F <sub>m</sub> (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
NC55	74	67	62	58	56	54	53	52
NR55	79	70	63	58	55	52	50	59
NC50	71	64	58	54	51	49	48	47
NR50	75	65	59	53	50	47	45	43
NC45	67	60	54	49	46	44	43	42
NR45	71	61	54	48	45	42	40	38
NC40	64	57	50	45	41	39	38	37
NR40	67	57	49	44	40	37	35	33
NC35	60	52	45	40	36	34	33	32
NR35	63	52	45	39	35	32	30	28
NC30	57	48	41	35	31	29	28	27
NR30	59	48	40	34	30	27	25	23
NC25	54	44	37	31	27	24	22	21
NR25	55	44	35	29	25	22	20	18
NC20	51	40	33	26	22	19	17	16
NR20	51	39	31	24	20	17	14	13