

TUBOS ALETADOS



Os **Tubos Aletados TroCalor**, redondos ou elípticos, com vários tipos de aletas (Fitas Laminadas “HELICOIDAIS”, conformadas no próprio tubo “INTEGRAIS” e estampadas “RETANGULARES”), são normalmente utilizados em aplicações diversas em Aquecedores e Resfriadores de Gases e Ar, Aero condensadores de vapor, pré-aquecedores de ar através de vapor, óleo termico ou água quente, etc.

Porque usar tubo aletado?

A velocidade a qual se pode transferir calor de um fluido quente para um fluido frio através da parede de um tubo depende do coeficiente de transferência de calor entre os fluidos e a parede do tubo, assim como a área pela qual se encontra exposto cada fluido. Quando se utilizam tubos sem aletas, o fluido que tem o menor coeficiente de transferência de calor controla a transferência de calor total. Em casos que o coeficiente de transferência de calor do fluido dentro do tubo seja maior que a do fluido no exterior, é conveniente na maioria dos casos, aumentar a superfície externa dos tubos com a utilização de aletas, afim de aumentar a velocidade de transferência de calor. Compensando assim as diferenças significativas dos coeficientes de transferência de calor, aletando-se o lado de menor coeficiente. Caso contrário, o efeito em redução do comprimento total exigido será pouco ou nenhum, e o custo, consequentemente, será muito maior. Só se deve pensar em aletar tubos externamente, a partir de uma relação maior que 3 entre os coeficientes interno e externo.

MODELOS

TIPO	ALETAS	MATERIAL DAS ALETAS (**)	MATERIAL DOS TUBOS (**)
I-FIN	Helicoidais	Aço Carbono, Cobre, Latão, Alumínio ou Aço inox	Aço Carbono, Alumínio, Aço Inox Cobre e suas ligas (latão, Cu-Ni), e outros.
G-FIN	Helicoidais		
CORRUGADO	Helicoidais		
L-FIN	Helicoidais		
ESPIRALADO	Integrais	Conformação no próprio tubo	Cobre e suas ligas (latão, Cu-Ni)
TRUFFIN	Integrais	Conformação no próprio tubo	
ELÍPTICO	Retangulares	Cobre ou Alumínio	

TUBOS COM ALETAS HELICOIDAIS

Tipo I – FIN

São utilizados em resfriadores e aquecedores onde existem problemas de incrustação do lado externo dos tubos, por terem sua superfície das aletas lisas garantindo assim uma passagem sem obstrução para os fluidos externos, o que acarreta em uma perda de carga muito inferior ao tubo do tipo corrugado.

Neste procedimento de aletagem, o material das aletas é submetido a uma deformação controlada, resultando em bom contato sob pressão entre a base das aletas e o tubo, obtendo-se desta forma boa transferência de calor.

As aletas são fixadas nas extremidades dos tubos por pontos de solda (quando tubo e aletas são de materiais compatíveis - ex : aço/aço) ou anéis de trava (quando os materiais dos tubos e aletas não são compatíveis para solda - ex : aço carbono/alumínio).

Os tubos aletados do tipo I-FIN são recomendados para trabalhos em temperaturas máximas de 120°C.

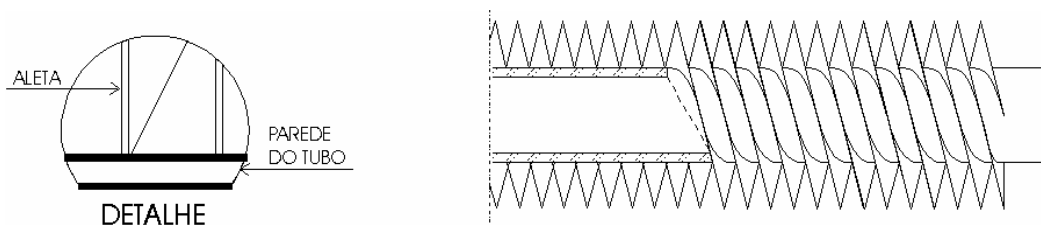


Tabela orientativa de tubos aletados

DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO (mm)	DIÂMETRO EXTERNO ALETADO (mm)	QUANTIDADE ALETAS / METRO	ESPESSURA ALETAS (mm)	SUPERFÍCIE DE TROCA DE CALOR EXTERNA m ² / m
15,87 (5/8")	32	330	0,5	0,448
15,87 (5/8")	32	350	0,5	0,472
15,87 (5/8")	32	360	0,5	0,484
15,87 (5/8")	32	400	0,5	0,533
19,05 (3/4")	39	330	0,5	0,660
19,05 (3/4")	39	350	0,5	0,695
19,05 (3/4")	39	360	0,5	0,710
19,05 (3/4")	39	400	0,5	0,780
25,40 (1")	50	330	0,6	1,040
25,40 (1")	50	200	0,6	1,245
25,40 (1")	52	200	0,6	0,720
25,40 (1")	52	300	0,6	1,021
31,75 (1.1/4")	64	200	0,6	1,066
31,75 (1.1/4")	64	250	0,6	1,307

Diâmetro Externo do Tubo: min.: 12,7 (1/2") / máx.: 31,75 (1.1/4").

Altura da Aleta: min.: 4,0 / máx.: metade do diâmetro externo do tubo utilizado.

passo (Aletas/metro): min. 150 / máx. 500.

Comprimento do tubo: min. 300 mm / máx. 6.000 mm.

Tipo L- FIN

São utilizadas em equipamentos para refrigeração e aquecimento, com baixa perda de carga e ótima transferência de calor, é o tipo de tubo mais usado pelas usinas hidro elétricas.

Neste tipo de aletamento, o material das aletas é submetido a uma deformação controlada, resultando em um ótimo contato sob pressão entre a base das aletas e o tubo, maximizando desta forma as propriedades de transferência de calor.

Além da vantagem acima, a base em forma de "L" das aletas ajuda a aumentar a proteção do tubo contra desgastes externos.

Neste procedimento, as aletas são fixadas nas extremidades dos tubos por ponto de solda (quando tubo e aletas são materiais compatíveis – ex : cobre/cobre) ou anéis de trava (quando os materiais dos tubos a aletas não são compatíveis para solda – ex : cobre/alumínio).

Os tubos aletados do tipo L-FIN são recomendados para trabalhos em temperaturas máximas de 150°C.

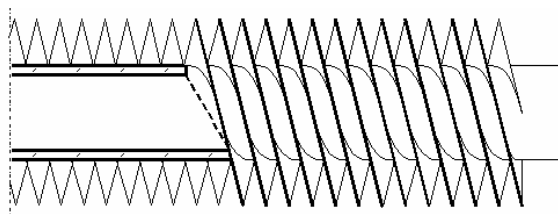
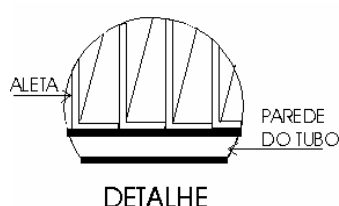


Tabela orientativa de tubos aletados

DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO (mm)	DIÂMETRO EXTERNO ALETADO (mm)	QUANTIDADE ALETAS / METRO	ESPESSURA ALETAS Cobre / alumínio (mm)	SUPERFÍCIE DE TROCA DE CALOR EXTERNA m ² / m
15,87 (5/8")	32	330	0,25 / 0,45	0,448
15,87 (5/8")	32	350	0,25 / 0,45	0,472
15,87 (5/8")	32	360	0,25 / 0,45	0,484
15,87 (5/8")	32	400	0,25 / 0,45	0,533
19,05 (3/4")	39	330	0,30 / 0,45	0,660
19,05 (3/4")	39	350	0,30 / 0,45	0,695
19,05 (3/4")	39	360	0,30 / 0,45	0,710
19,05 (3/4")	39	400	0,30 / 0,45	0,780
25,40 (1")	50	330	0,30 / 0,45	1,040
25,40 (1")	50	200	0,30 / 0,45	1,245
25,40 (1")	52	200	0,30 / 0,45	0,720
25,40 (1")	52	300	0,30 / 0,45	1,021
31,75 (1.1/4")	64	200	0,30 / 0,45	1,066
31,75 (1.1/4")	64	250	0,30 / 0,45	1,307

Diâmetro Externo do Tubo: min.: 12,7 (1/2") / máx.: 31,75 (1.1/4").

Altura da Aleta: min.: 4,0 / máx.: metade do diâmetro externo do tubo utilizado.

passo (Aletas/metro): min. 150 / máx. 500.

Comprimento do tubo: min. 300 mm / máx. 6.000 mm.

Tipo G – FIN (FIN IN GROOVE / ALETAS ENCRAVADAS)

Usado largamente em refinarias este tipo de aletamento é confeccionado em um dispositivo especial, onde um pequeno canal (groove) é aberto na superfície do tubo com uma ferramenta especial, as aletas são firmemente travadas nesse canal.

Tal procedimento assegura sempre em contato com a superfície do tubo mesmo em temperaturas elevadas, fazendo com que o equipamento não diminua a sua eficiência.

Os tubos aletados do tipo G-FIN são recomendados para trabalhos em temperaturas máximas de 350°C.

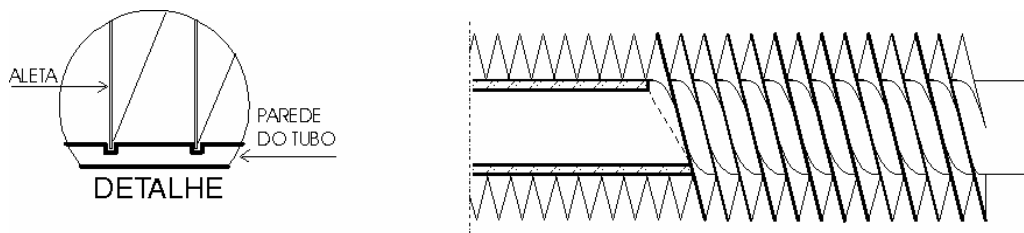


Tabela orientativa de tubos aletados

DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO (mm)	DIÂMETRO EXTERNO ALETADO (mm)	QUANTIDADE ALETAS / METRO	ESPESSURA ALETAS Cobre / alumínio (mm)	SUPERFÍCIE DE TROCA DE CALOR EXTERNA m ² / m
15,87 (5/8")	32	330	0,25 / 0,45	0,448
15,87 (5/8")	32	350	0,25 / 0,45	0,472
15,87 (5/8")	32	360	0,25 / 0,45	0,484
15,87 (5/8")	32	400	0,25 / 0,45	0,533
19,05 (3/4")	39	330	0,30 / 0,45	0,660
19,05 (3/4")	39	350	0,30 / 0,45	0,695
19,05 (3/4")	39	360	0,30 / 0,45	0,710
19,05 (3/4")	39	400	0,30 / 0,45	0,780
25,40 (1")	50	330	0,30 / 0,45	1,040
25,40 (1")	50	200	0,30 / 0,45	1,245
25,40 (1")	52	200	0,30 / 0,45	0,720
25,40 (1")	52	300	0,30 / 0,45	1,021
31,75 (1.1/4")	64	200	0,30 / 0,45	1,066
31,75 (1.1/4")	64	250	0,30 / 0,45	1,307

Diâmetro Externo do Tubo: min.: 12,7 (1/2") / máx.: 31,75 (1.1/4").

Altura da Aleta: min.: 4,0 / máx.: metade do diâmetro externo do tubo utilizado.

passo (Aletas/metro): min. 150 / máx. 500.

Comprimento do tubo: min. 300 mm / máx. 6.000 mm.

Tipo CORRUGADA

Neste caso, o material das aletas é conformado em um dispositivo apropriado, criando as rugas e sendo “ enrolados” sob forte pressão no tubo. Este processo resulta em aletas com formato ondulado, podendo ainda ser em toda sua altura ou apenas na base das aletas, que são firmemente fixadas aos tubos por meio de ponto de solda. Para otimizar a performance e conseguir melhores resultados, pode-se galvanizar os tubos depois de aletados pelo processo de galvanização à fogo.

Os tubos aletados do tipo CORRUGADO são recomendados para trabalhos em temperaturas máximas de 120°C.

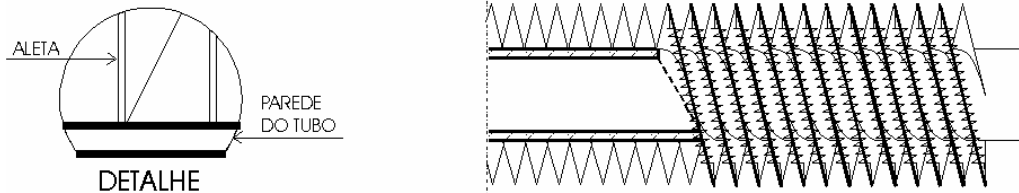


Tabela orientativa de tubos aletados

DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO (mm)	DIÂMETRO EXTERNO ALETADO (mm)	QUANTIDADE ALETAS / METRO	ESPESSURA ALETAS Cobre / alumínio (mm)	SUPERFÍCIE DE TROCA DE CALOR EXTERNA m ² / m
15,87	36	200	0,45	0,85
15,87	36	200	0,45	0,50
19,05	39	315	0,45	0,85
19,05	39	330	0,45	0,89
19,05	51	200	0,45	1,34
22,22	59	200	0,60	1,60
25,40	65	150	0,60	1,30
31,75	79	150	0,60	1,75

Diâmetro Externo do Tubo: min.: 10,0 / máx.: 60,0.

Altura da Aleta: min.: 5,0 / máx.: 30,0.

passo (Aletas/m): min. 150 / máx. 350.

Comprimento do tubo: min. 300 / máx. 12.000 mm.

Tipo ESPIRALADO

São normalmente usados em compressores de ar e máquinas de pasteurização.

O tubo espiralado consiste basicamente em um tubo torcido, isto faz com que o fluido interno crie uma turbulência aumentando a sua capacidade de troca de calor.

A máxima temperatura de operação recomendada para este tipo de tubo varia de acordo com a liga do material utilizado. (ver recomendação em tabelas de material do fabricante).



Tabela orientativa de tubos aletados

TUBO	MÍNIMO	MÁXIMO
DIÂMETRO EXTERNO	1/2"	1.1/4"
ESPESSURA DA PAREDE	1,00 mm	1,59 mm
Nº ALETAS / POLEGADA	4	8

Comprimento do tubo: min. 300 / máx. 6.000 mm.

Tipo TRUFFIN (aletas baixas)

Possuem pontas lisas de acordo com a necessidade do cliente, podendo ter o seu aletamento contínuo ou interrompido, sem limites de comprimento e com o diâmetro aletado nunca excedendo o diâmetro original do tubo, facilitando a troca dos tubos no equipamento sem a necessidade da remoção do espelho.

Neste caso, as aletas são conformadas no próprio tubo. Sendo a principal aplicação para este tipo de tubos os condensadores, evaporadores, aquecedores e resfriadores de água.

A máxima temperatura de operação recomendada para este tipo de tubo varia de acordo com a liga do material utilizado. (ver recomendação em tabelas de material do fabricante).

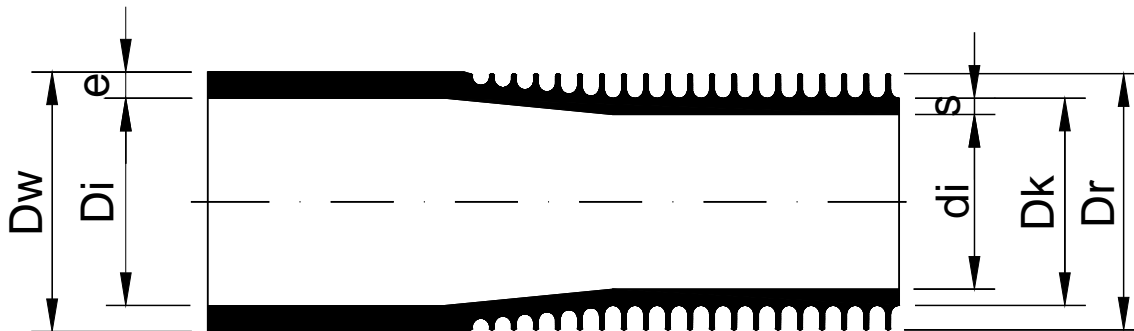


Tabela orientativa de tubos aletados

19 FPI

Passo: 1,35 mm		altura da aleta: 1,5 mm		espessura da aleta: 0,4 mm		740 aletas/metro (19 al/pol)			
Dw Diâmetro externo na parte não eletada (mm)	e espessura da perede parte não aletada (mm)	Di diâmetro interno na parte não eletada (mm)	Dr diâmetro aletado (mm)	Dk Diâmetro da raiz (mm)	s espessura da parede na parte aletada (mm)	di diâmetro interno na parte eletada (mm)	Fa Área externa m ² /m	Relação da área externa / interna Fa / Fi	Peso teórico Cobre Kg/m
5/8" (15,87)	1,59	12,70	15,70	12,70	1,25	10,70	0,128	3,6	0,51
3/4" (19,05)	1,59	15,87	18,90	15,90	1,25	13,40	0,159	3,6	0,67
7/8" (22,22)	1,59	19,05	21,90	18,90	1,25	16,40	0,186	3,6	0,91
1" (25,40)	1,59	22,22	25,20	22,20	1,25	19,70	0,217	3,5	1,08

Tabela orientativa de tubos aletados

26 FPI

Passo: 1,00 mm		altura da aleta: 1,5 mm		espessura da aleta: 0,3 mm		1000 aletas/metro (26 al/pol)			
Dw Diâmetro externo na parte não eletada (mm)	e espessura da perede parte não aletada (mm)	Di diâmetro interno na parte não eletada (mm)	Dr diâmetro aletado (mm)	Dk Diâmetro da raiz (mm)	s espessura da parede na parte aletada (mm)	di diâmetro interno na parte eletada (mm)	Fa Área externa m ² /m	Relação da área externa / interna Fa / Fi	Peso teórico Cobre Kg/m
5/8" (15,87)	1,59	12,70	15,70	12,70	1,25	10,70	0,157	4,7	0,51
3/4" (19,05)	1,59	15,87	18,90	15,90	1,25	13,40	0,194	4,6	0,67
7/8" (22,22)	1,59	19,05	21,90	18,90	1,25	16,40	0,227	4,5	0,91
1" (25,40)	1,59	22,22	25,20	22,20	1,25	19,70	0,264	4,4	1,04

Diâmetro Externo do Tubo: min.: 15,87 (5/8") / máx.: 19,05 mm (3/4").

Espessura da parede do tubo: min.: 1,59 mm (1/16").

passo (aletas/polegadas): 19 ou 26.

Altura da Aleta: 1,5 mm.

Comprimento do tubo: min. 300 / máx. 6.000 mm.

Nota: Raio mínimo de curvatura = 2,5 x Dk

Tipo ELÍPTICO

São geralmente usados em resfriadores de gases, tem maior eficiência por metro linear em comparação com os de seção circular, garantindo uma maior capacidade de troca de calor em espaços restritos.

O tubo aletado elíptico causa menos perda de pressão por ter menor turbulência. A sua superfície externa é 15% maior do que a do redondo correspondente, possui altos coeficientes de transmissão de calor por menores diâmetros hidráulicos.

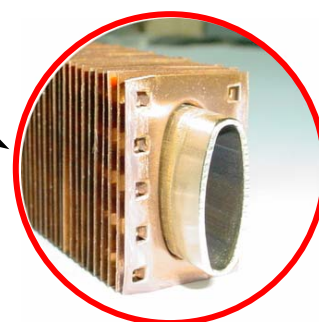
É apropriado para fins aerodinâmicos, de pequena resistência ao fluxo de ar, comparando-se a um tubo redondo, a resistência é de 3 a 10 vezes menor.

Os tubos elípticos tem ótimo aproveitamento no dimensional do equipamento em relação aos tubos redondos, pelo fato das aletas serem retangulares ocupam menos espaço com a mesma quantidade de tubos.

Tubo Seção elíptica (mm)	Tubo diâmetro da extremidade (mm)	Tubo Pontas livres standard (mm)	Quantidade Aletas / metro (Aletas / pol)	Aleta retangular (mm)	Espessura da aleta	Superfície de troca de calor externa m ² / m
28,0 x 10,5	23,0	50	393 (10 app)	40 x 26	0,15 a 0,25	
36,0 X 14,0	27,0	60	393 (10 app)	55 x 26	0,15 a 0,25	0,884

Aplicação de Tubo Aletado em trocadores de calor

RESFRIADOR DE AR DOS GERADORES DE FORÇA DE USINAS HIDRO ELÉTRICAS



Tubo elíptico com aleta retangular

DATA SHEET - DS.001

(folha de dados para orçamento)

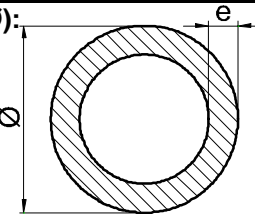
TUBO CIRCULAR COM ALETAS HELICOIDAIS
A. Solicitante * Preenchimento cliente

* Empresa:	
* Nome:	
Cargo:	* Deptº.:
* Fone: ()	* Fax: ()
Email:	
Cidade:	

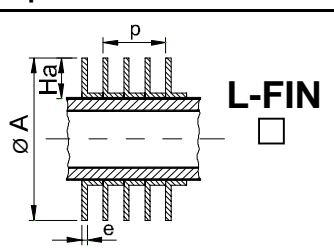
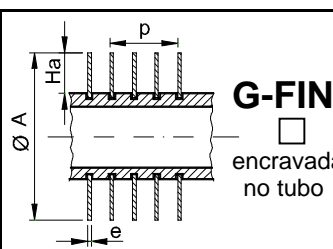
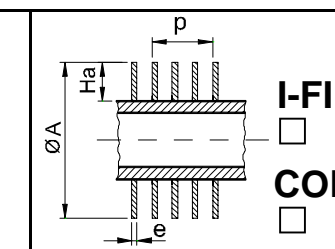
B. Dados da Proposta * Preenchimento trocalor

* Data de solicitação:	* Número da proposta:
* Funcionário responsável pela coleta das informações:	

C. Dados do Tubo com seção CIRCULAR

Material do tubo: <input type="checkbox"/> aço carbono <input type="checkbox"/> aço inox tipo: <input type="checkbox"/> latão naval <input type="checkbox"/> latão aluminado <input type="checkbox"/> cobre <input type="checkbox"/> cupro-níquel 90/10 <input type="checkbox"/> outro : () s/costura () c/costura	Diâmetro externo do tubo (Ø): _____ mm 
Quantidade de tubos:	Espessura da parede (e) (mm):
Fornecimento dos tubos: <input type="checkbox"/> TroCalor <input type="checkbox"/> Cliente	Comprimento total do tubo(mm):
Observações:	

D. Dados das Aletas Helicoidais

Tipo de Aletamento:		
 <p>L-FIN</p> <input type="checkbox"/>	 <p>G-FIN</p> <input type="checkbox"/> encravada no tubo	 <p>I-FIN</p> <input type="checkbox"/>
CORRUGADA		
Material das Aletas: <input type="checkbox"/> cobre <input type="checkbox"/> alumínio <input type="checkbox"/> aço carbono <input type="checkbox"/> outros:		
Ø aletado (ØA), ou altura aletada (Ha) (mm):	quantidade de aletas por metro (p):	
Pontas livres (mm): Lado esquerdo: lado direito:	Espessura da aleta (e) (mm):	
Observações:		