

PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO



ETAPAS DO PROJETO



- ⌘ Levantamento de dados
- ⌘ Realização de esboço
- ⌘ Cálculo de carga térmica
- ⌘ Escolha de equipamentos
- ⌘ Escolha da distribuição de ar
- ⌘ Projeto de dutos
- ⌘ Escolha de acessórios - retorno, bocas de insuflamento, tomadas de ar externo, etc
- ⌘ Memorial descritivo

PRINCÍPIOS BÁSICOS



- # 1 TR = 3,517 kW
- # 1 TR = 12000 Btu/h
- # 1 kcal/h = 4 Btu/h
- # carga térmica ..

- # conforto térmico ..

- # temperatura de conforto ..

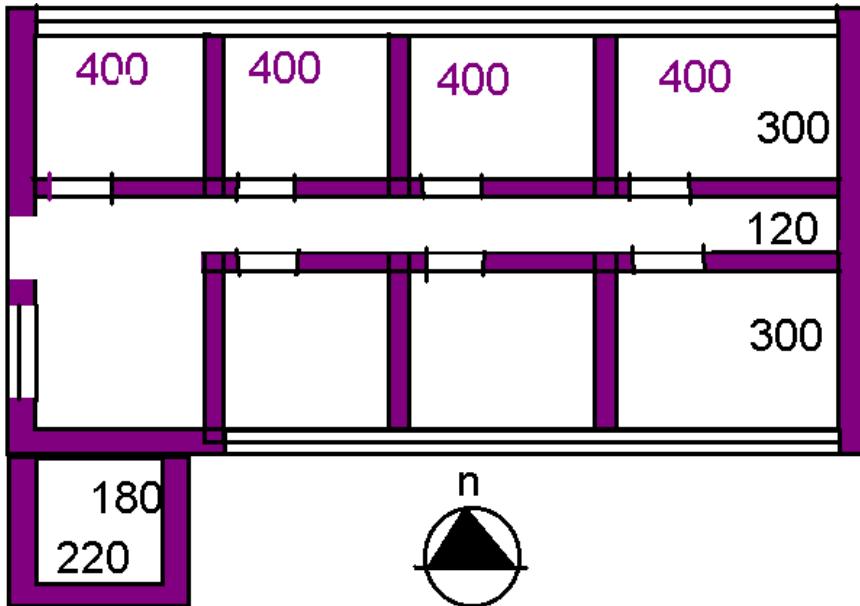
- # Normas NBR 6401
- # Portaria 3523 / 98 ..

AVALIAÇÃO INICIAL



- # Fazer esboço da obra
- # Medir paredes, janelas, portas
- # Contar equipamentos, verificar consumo
- # Verificar tipo e número luminárias
- # Observar orientação solar
- # Proteção nas janelas
- # Tipo de tijolo e de cobertura

LEVANTAMENTO DE DADOS



- ⌘ 2 pessoas por sala
- ⌘ 360 W iluminação fluoresc. por sala
- ⌘ 120 W de equipamentos / sala
- ⌘ cobertura de laje com telha de barro arejado
- ⌘ janela de 16m x 2m
- ⌘ janela de 1mx2m
- ⌘ pé direito de 3,00m
- ⌘ paredes de 15cm
- ⌘ proteção externa

ESTIMATIVA CARGA TÉRMICA



- ⌘ Condução pelas paredes, vidros, cobertura e piso;
- ⌘ calor latente e sensível pelas pessoas
- ⌘ calor latente e sensível do ar externo
- ⌘ equipamentos
- ⌘ iluminação
- ⌘ insolação solar

PLANILHA DE CÁLCULO



⌘ Exemplo:

⌘ $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$

⌘ $FATOR = U \cdot \Delta T$

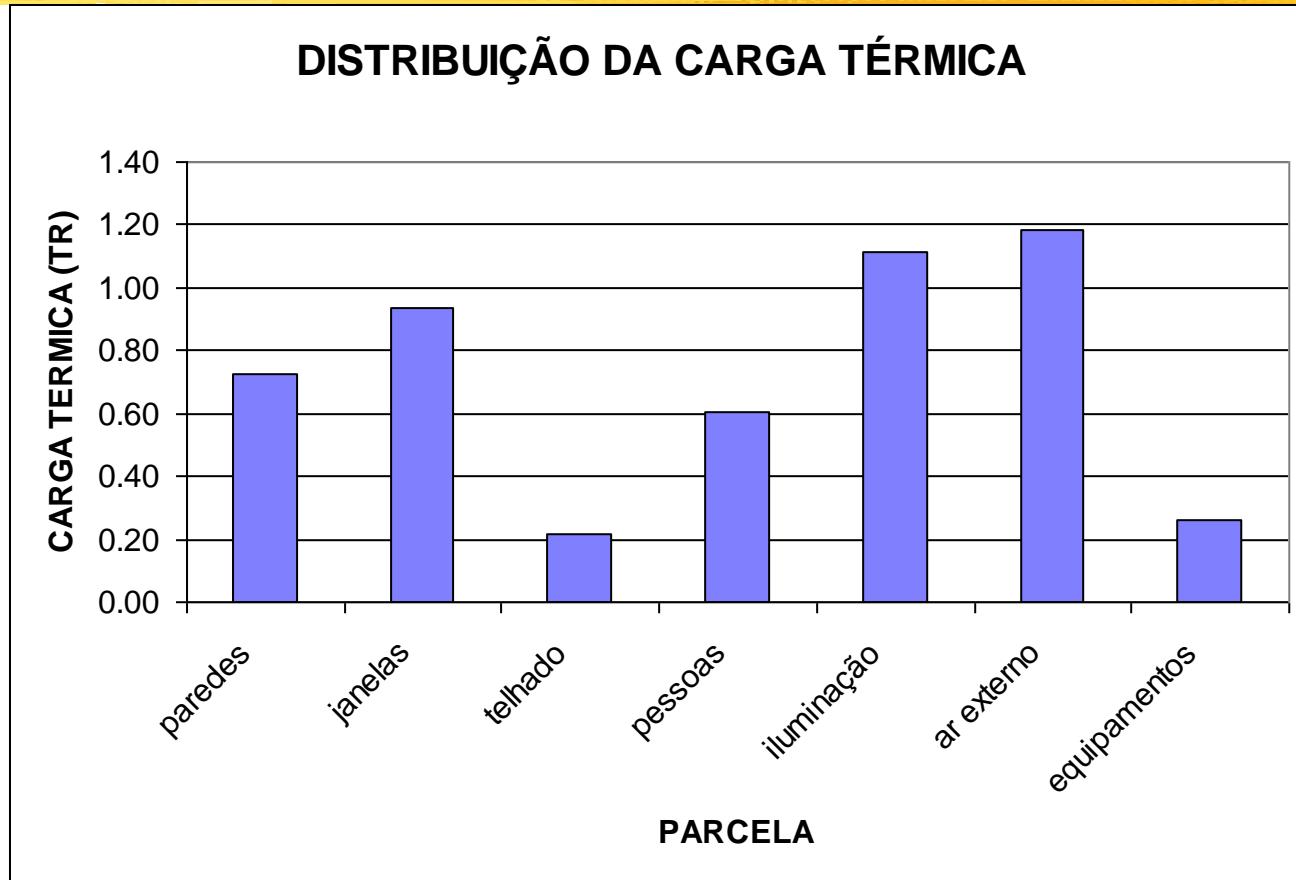
⌘ $Q = FATOR \times AREA$

⌘ cuidar com fatores para janelas com e sem proteção

CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

PLANILHA SIMPLIFICADA PARA CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA						
1	JANELAS	Fator ¹	Área ¹	Q (2)	Fator ²	Fator ³
1.1	Janela ao sol E ou O	520	2	706	353	109
1.4	Janelas ao sol N	223	16	1072	160	67
1.5	Janelas a sombra	42	24.6	1033.2		
CROQUI						
2	CONSTRUÇÃO	Fator	Área	Q (2)		
2.2	Parede mais insolada leve (15 cm)	43	36	1548		
2.4	Paredes leves (15 cm)	18	35	630		
2.8	Forro de telhado arejado c/ isolamento	5	131	655		
3	ILUMINAÇÃO E EQUIPAMENTOS	Fator	Potencia ³	Q (2)		
3.2	Iluminação fluorescente	1.032	3240	3343.68		
3.3	Equipamentos	0.86	900	774		
4	ATIVIDADE	Fator	Pessoas	Q (2) sensí ve	Fator	Q (2) latente
4.3	Trabalho de escritório	54	16	864	59	944
5	VENTILAÇÃO	Fator	Vazão*	Q (2) sensí ve	Fator	Q (2) latente
5.2	Ventilação	2	432	864	6.2	2678.4
		Fator	Área ¹	Q (2)		
CARGA TOTAL				Qsensí vel		Qlatente
				11,489.88		3622.4
CARGA TÉRMICA DE REFRIGERAÇÃO				Q (sensí vel+latente)		
				15,112.28		
CARGA TERMICA DE REFRIGERACÃO				[TR]		
				5.00		

AVALIAÇÃO DO RESULTADO



CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO SISTEMA



- ⌘ Flexibilidade
- ⌘ Qualidade do ar
- ⌘ Custo inicial
- ⌘ Custo de operação
- ⌘ Estética
- ⌘ Facilidade de manutenção
- ⌘ Eficiência energética
- ⌘ $(E.E.R = Q/P) [(Btu/h)/W]$

CUSTOS TÍPICOS

Modelo	MARCA / TIPO	R\$ Total	Custo por TR (R\$)
50BR006	Carrier, Self New Generation 6 TR, Trocador de calor em placas	6.453,00	1068,83
50BR012	Carrier, Self New Generation 11.8 TR, Trocador de calor em placas	9.634,00	816,44
50BR006	Carrier, Self New Generation 15 TR, Trocador de calor em placas	11.356,00	757,06

Marca	Modelo / versão	Custo	Custo por TR EM R\$
Springer	7500 Btu/h	R\$ 450,00	720
Springer	10500 Btu/h	R\$ 700,00	800
Springer	12300 Btu/h	R\$ 750,00	731
Springer	30000 Btu/h	R\$ 1650,00	660

um custo médio de R\$ 800,00 por TR = self

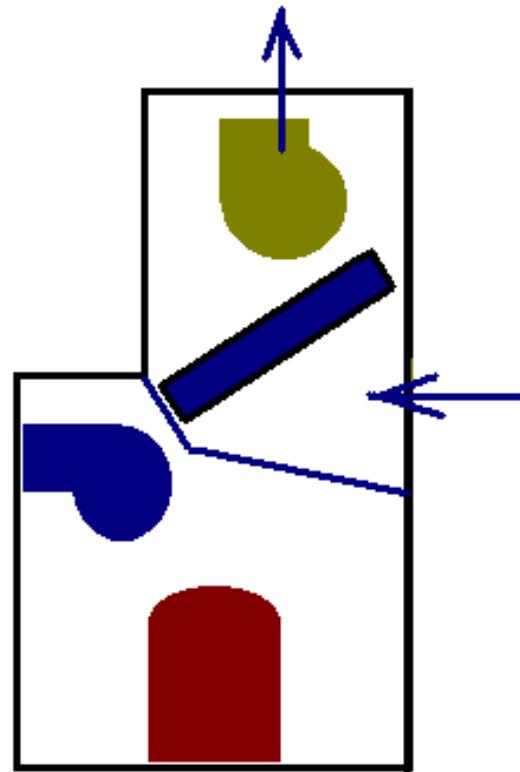
custo médio de R\$ 725,00 por TR = janela.

Comparação de 2 sistemas

- # Ar de janela
- # Total de carga térmica = 5TR=6000Btu/h
==> 7500 Btu/h por sala
- # 8 aparelhos de janela de 7500 Btu/h a um custo de R\$ 500,00 cada totalizando R\$ 4000,00 reais de custo inicial.
- # Custo de instalação de R\$ 80,00 por aparelho totalizando R\$ 640,00.
- # E.E.R. típico de 7,5 o que resulta numa demanda de 1,0 kW por aparelho totalizando 8,0 kW de demanda instalada.
- # Custo de 1 ano operando 4 horas por dia em 22 dias por mês = 8846 kWh a um custo de R\$ 1689,00 por ano
- # Não há renovação do ar
- # Custo aproximado de R\$ 80,00 por mês de manutenção, o que totaliza R\$ 960,00 num ano.
- # Total=4000+640+1689+960=R\$ 7289,00
- # Self-contained
- # Total de carga térmica = 5TR
- # 1 aparelho tipo self-contained por R\$ 4500,00 reais de custo inicial.
- # Custo de instalação de R\$ 500,00
- # E.E.R. típico de 7,1 o que resulta numa demanda de 8,37 kW instalada.
- # Custo de 1 ano operando 4 horas por dia em 22 dias por mês = 8838 kWh a um custo de R\$ 1767,00 por ano
- # Não há renovação do ar
- # Custo aproximado de R\$ 100,00 por mês o que totaliza R\$ 1200,00 num ano.
- # Total=4500+500+1667+1200=R\$ 7867,00
- # Há ainda custo de sistema de dutos
- # 1 chapa 1,2 x 2,1 = 20 reais
- # Renovação de ar garantida de acordo com Portaria 3253 / 98
- # Não permite controle individual das temperaturas sem automação e sistema VAV

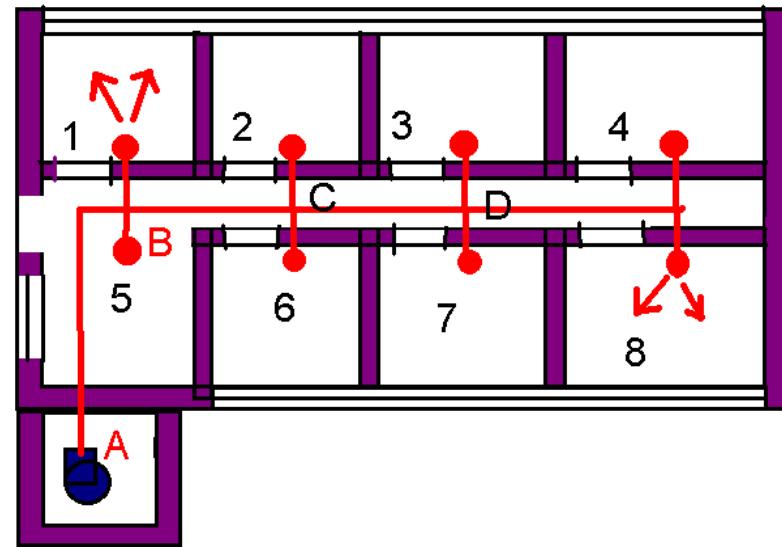
EQUIPAMENTO ADOTADO

- ⌘ Self-contained com condensação a ar acoplado de 5 TR - modelo BX 006 15399 kcal/h SPRINGER
- ⌘ Vazão do aparelho de 3400 m³/h



DISTRIBUIÇÃO DE AR

- ⌘ Esboço do traçado de dutos
- ⌘ Caixas de inspeção para limpeza
- ⌘ menor traçado
- ⌘ poucas curvas
- ⌘ distribuição uniforme
- ⌘ Tamanhos mínimos



CÁLCULO DOS DUTOS

- ⌘ 8 bocas de insuflamento
- ⌘ 425 m³ por hora por boca de insuf.
- ⌘ método da velocidade ou igual atrito
- ⌘ insuflamento na parede
- ⌘ trechos AB, BC, CD e DE

TRECHO	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	A (m ²)	L (m)	H (m)
AB	3400	0.94	5	0.189	0.94	0.2
BC	2550	0.71	5	0.142	0.71	0.2
CD	1700	0.47	5	0.094	0.47	0.2
DE	850	0.24	5	0.047	0.24	0.2

MÉTODO DO IGUAL ATRITO

TRECHO	Q (m ³ /h)	%Q	%A	A (m ²)	L (m)	H (m)
AB	3400	100	100	0.189	0.94	0.2
BC	2550	75.0	80.5	0.152	0.76	0.2
CD	1700	66.7	72.8	0.111	0.55	0.2
DE	850	50.0	58	0.064	0.32	0.2

AB 5 m (95 x 20) #22 ~ 13m² CD 4m (55 x 20) #24 ~ 6m²

BC 4m (75 x 20) #24 ~ 10 m² DE 4m (30 x 20) #24 ~ 5m²

20% de perdas ‘ peso de 15kg #22, 12kg#24 ~ maoobra de R\$2,5 por kg para dobrar

RETORNO DO AR



⌘ Retorno pelo corredor

⌘ Grelha de retorno por $Q = V \cdot A$

$$V = 2 \text{ m/s, e } Q_r = Q_i - Q_e$$

$$Q_r = 3400 - 432 = 2968 \text{ m}^3/\text{h}$$

⌘ $A_{\text{efetiva}} = 0,41 \text{ m}^2 \rightarrow$ catálogo

⌘ custo de 60,00 por GRELHA



CATÁLOGO TÍPICO

**TABELA DE DESEMPENHO DE
GRELHAS DE RETORNO "R H N"**

Tropi

Velocidade Efetiva (m/s)	1,52	2,03	2,54	3,05	3,55	4,06	4,57
Pressão (mmCA)	0,51	0,76	1,02	1,52	2,03	2,79	3,30
Dimensões (mm x mm)	Área Efetiva (m ²)	Vazão de Ar (m ³ /h)					
200x100	0,007	38	51	64	77	89	102
300x100	0,011	60	80	101	121	141	161
400x100	0,015	82	110	137	165	192	219
200x200	0,018	98	132	165	198	230	263
500x100	0,019	104	139	174	209	243	277
600x100	0,023	126	168	210	253	294	336
300x200	0,028	153	205	256	307	358	409
800x100	0,031	170	227	283	340	396	453
900x100	0,035	192	256	320	384	447	512
400x200	0,037	202	270	338	406	473	541
1.000x100	0,039	213	285	357	428	498	570
300x300	0,044	241	322	402	483	562	643
1.200x100	0,047	257	343	429	516	601	687
500x200	0,048	263	351	439	527	613	702
600x200	0,056	306	409	512	615	716	818
400x300	0,059	323	431	539	648	754	862
500x300	0,074	405	541	677	813	946	1081
800x200	0,075	410	548	686	824	959	1096
400x400	0,081	443	592	741	889	1035	1164
900x200	0,085	465	621	777	933	1086	1242
600x300	0,089	487	650	814	977	1137	1301
1.000x200	0,095	520	694	769	1043	1214	1389
500x400	0,101	553	738	924	1109	1291	1476
1.200x200	0,114	624	833	1042	1252	1457	1666
800x300	0,120	657	877	1097	1318	1534	1754
600x400	0,122	668	892	1116	1340	1559	1783
500x500	0,129	706	943	1180	1416	1649	1885
900x300	0,135	739	987	1234	1482	1725	1973
1.000x300	0,150	821	1096	1372	1647	1917	2192
600x500	0,155	848	1133	1417	1702	1981	2265
800x400	0,164	897	1199	1500	1801	2096	2397
1.200x300	0,180	985	1316	1646	1976	2300	2631
1.000x400	0,205	1122	1498	1875	2251	2620	2996
800x500	0,208	1138	1520	1902	2284	2658	3040
1.200x400	0,247	1352	1805	2259	2712	3157	3610
1.000x500	0,261	1428	1907	2387	2866	3336	3815
1.200x500	0,313	1713	2287	2862	3437	4000	4575
							5149

NÍVEL SONORO NC	< 20	20 A 30	30 A 35	35 A 40	40 A 50
FAIXAS					

TOMADA DE AR EXTERNO



- ⌘ Q = 432 m³ por hora
- ⌘ TAE calculada por Q=V.A
V=2 m/s
- ⌘ A efetiva=0,06 m² -----> catálogo
- ⌘ CUSTO DE 100 REAIS COMPLETA COM FILTRO REGISTRO E VENEZIANA

CATÁLOGO TÍPICO

TABELA DE DESEMPENHO VENEZIANA - TAE

Velocidade Efetiva do Ar (m/s)	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	
Perda de Pressão (mmCA)	1,2	2,0	2,8	3,7	4,8	7,3	11,0	
Dimens. (mm) Larg. x Altura	Área Efetiva (m ²)	Vazão de Ar (m ³ /h)						
200 X 200	0,013	95	143	191	238	286	381	476
400 X 200	0,027	197	295	393	492	590	787	983
300 X 300	0,036	260	390	520	650	780	1.040	1.300
600 X 200	0,041	298	447	596	745	894	1.192	1.490
400 X 300	0,049	350	525	701	876	1.051	1.401	1.752
750 X 200	0,052	374	561	748	935	1.122	1.496	1.870
900 X 200	0,063	450	675	900	1.125	1.350	1.800	2.251
400 X 400	0,070	504	756	1.008	1.260	1.512	2.016	2.520
600 X 300	0,074	531	796	1.062	1.327	1.593	2.124	2.654
750 X 350	0,093	666	999	1.333	1.666	1.999	2.665	3.332
600 X 400	0,106	764	1.146	1.527	1.909	2.291	3.055	3.819
900 X 300	0,111	802	1.203	1.604	2.004	2.405	3.207	4.009
500 X 500	0,115	827	1.241	1.654	2.068	2.481	3.308	4.136
1.000 X 300	0,124	892	1.338	1.784	2.230	2.676	3.568	4.460
750 X 400	0,133	959	1.438	1.917	2.396	2.876	3.834	4.793
600 X 500	0,138	997	1.495	1.993	2.491	2.990	3.986	4.983
900 X 400	0,160	1.153	1.730	2.307	2.884	3.460	4.614	5.767
600 X 600	0,171	1.229	1.844	2.459	3.074	3.688	4.918	6.147
750 X 500	0,174	1.251	1.876	2.502	3.127	3.752	5.003	6.254
1.000 X 400	0,178	1.283	1.925	2.567	3.208	3.850	5.133	6.416
900 X 500	0,209	1.505	2.258	3.010	3.763	4.515	6.020	7.525
750 X 600	0,214	1.543	2.315	3.086	3.858	4.629	6.172	7.715
1.200 X 400	0,215	1.548	2.322	3.096	3.870	4.644	6.192	7.740
1.000 X 500	0,233	1.675	2.512	3.349	4.186	5.024	6.698	8.373
900 X 600	0,258	1.857	2.785	3.713	4.642	5.570	7.427	9.284
1.200 X 500	0,280	2.014	3.020	4.027	5.034	6.041	8.054	10.068
1.000 X 600	0,287	2.066	3.099	4.132	5.164	6.197	8.263	10.329
800 X 800	0,316	2.272	3.408	4.543	5.679	6.815	9.087	11.359
1.200 X 600	0,345	2.484	3.726	4.968	6.210	7.452	9.936	12.420
1.500 X 500	0,350	2.522	3.783	5.044	6.305	7.566	10.088	12.610
1.000 X 800	0,396	2.848	4.272	5.697	7.121	8.545	11.393	14.241
1.500 X 600	0,432	3.111	4.667	6.222	7.778	9.334	12.445	15.556
2.000 X 500	0,468	3.369	5.054	6.739	8.424	10.108	13.478	16.847
1.200 X 800	0,476	3.425	5.137	6.850	8.562	10.275	13.699	17.124
1.000 X 1.000	0,504	3.631	5.446	7.262	9.077	10.892	14.523	18.154
2.000 X 600	0,577	4.157	6.235	8.313	10.392	12.470	16.627	20.783
1.500 X 800	0,596	4.290	6.435	8.579	10.724	12.869	17.159	21.449
1.200 X 1.000	0,606	4.366	6.549	8.732	10.914	13.097	17.463	21.829
1.800 X 800	0,716	5.155	7.732	10.309	12.886	15.464	20.618	25.773
1.200 X 1.200	0,737	5.307	7.960	10.613	13.267	15.920	21.227	26.533
1.500 X 1.000	0,759	5.468	8.202	10.936	13.671	16.405	21.873	27.341
2.000 X 800	0,796	5.731	8.597	11.462	14.328	17.193	22.925	28.656
1.800 X 1.000	0,913	6.571	9.856	13.141	16.427	19.712	26.283	32.853
1.500 X 1.200	0,923	6.647	9.970	13.293	16.617	19.940	26.587	33.234
2.000 X 1.000	1,015	7.306	10.958	14.611	18.264	21.917	29.233	36.528
1.800 X 1.200	1,109	7.987	11.980	15.974	19.967	23.960	31.947	39.934
1.500 X 1.500	1,169	8.414	12.622	16.829	21.036	25.243	33.658	42.072
2.000 X 1.200	1,233	8.880	13.320	17.760	22.200	26.640	35.521	44.401
1.800 X 1.500	1,404	10.111	15.166	20.222	25.277	30.333	40.444	50.555
2.000 X 1.500	1,561	11.242	16.863	22.484	28.105	33.726	44.968	56.210

FILTRO DE AR



- # Portaria 3253 / 98
- # Filtros G3 no mínimo limpos mensalmente - eficiência de 85% e acima segundo a NB 10 - boa eficiência contra fração grossa (partículas acima de 5 micro-metros)
- # Limpeza mensal
- # MAQUINA VEM COM FILTRO GO ... G3 DA NORMA DEVE SER COMPRADO A PARTE...

GRELHA DE INSUFLAMENTO

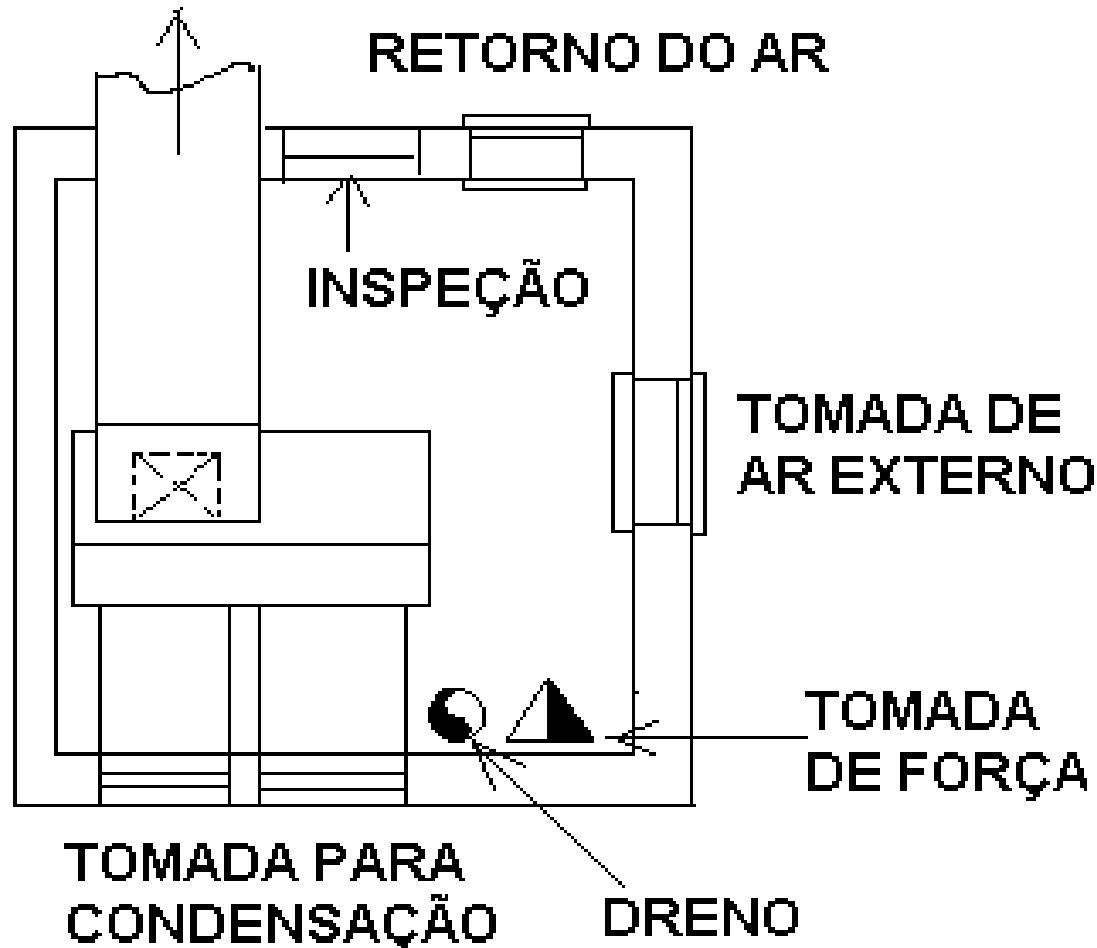


- ⌘ Q da boca
- ⌘ alcance exigido = 3 m
- ⌘ NC da NB10 `
- ⌘ grelha lateral 50X15
- ⌘ Δp da grelha == 1 mmca

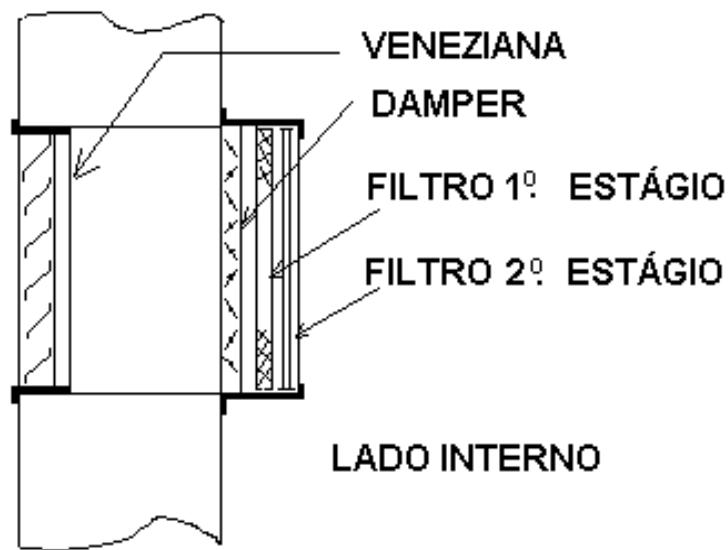
AVALIAÇÃO DA Ap

- ⌘ $\Delta p_{total} = \Delta p_{trecho\ reto} + \Delta p_{curva} + \Delta p_{boca\ insuflam} + \Delta p_{redução}$
- ⌘ $\Delta p_{trecho\ reto}$ ----ábaco
- ⌘ Δp_{curva}
- ⌘ $\Delta p_{boca\ insuflam}$
- ⌘ $\Delta p_{redução}$
- ⌘ Se $\Delta p_{total} < \Delta p$ oferecida pelo self OK

CASA DE MÁQUINAS



TOMADA DE AR EXTERNO



ESQUEMA ELÉTRICO

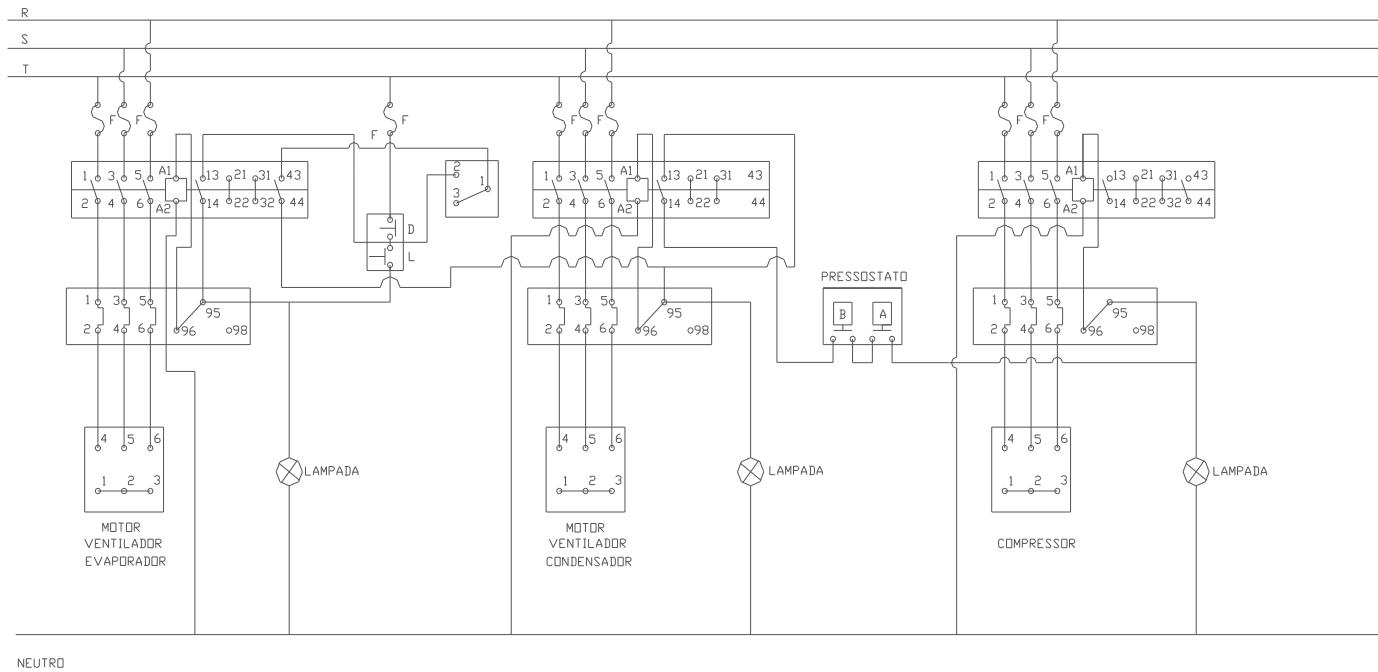


DIAGRAMA DE FORÇA E COMANDO

ORÇAMENTO



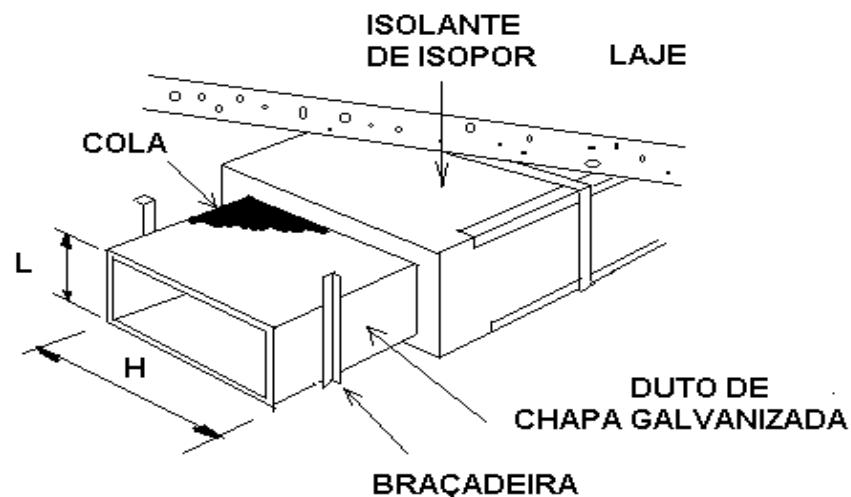
- ⌘ SELF-CONTAINED - 5 TR ===== R\$ 6453,00
- ⌘ CHAPAS ===
- ⌘ BOCAS DE INSUFLAMENTO ==~30 cada
- ⌘ GRELHA DE RETORNO ==~=60 cada
- ⌘ TOMADA DE AR EXTERNO == ~30 cada
- ⌘ MAO DE OBRA INSTALAÇÃO ==

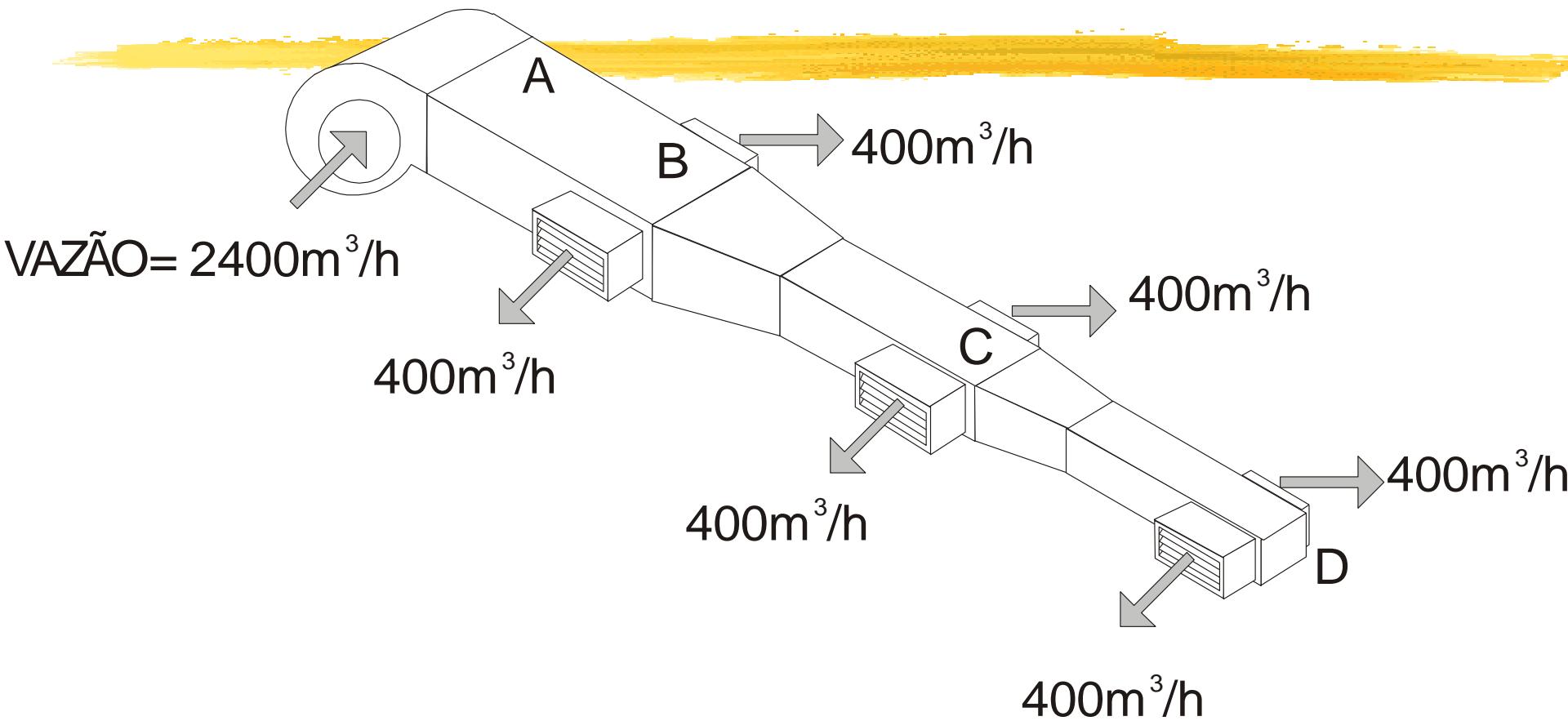
MEMORIAL DESCRIPTIVO



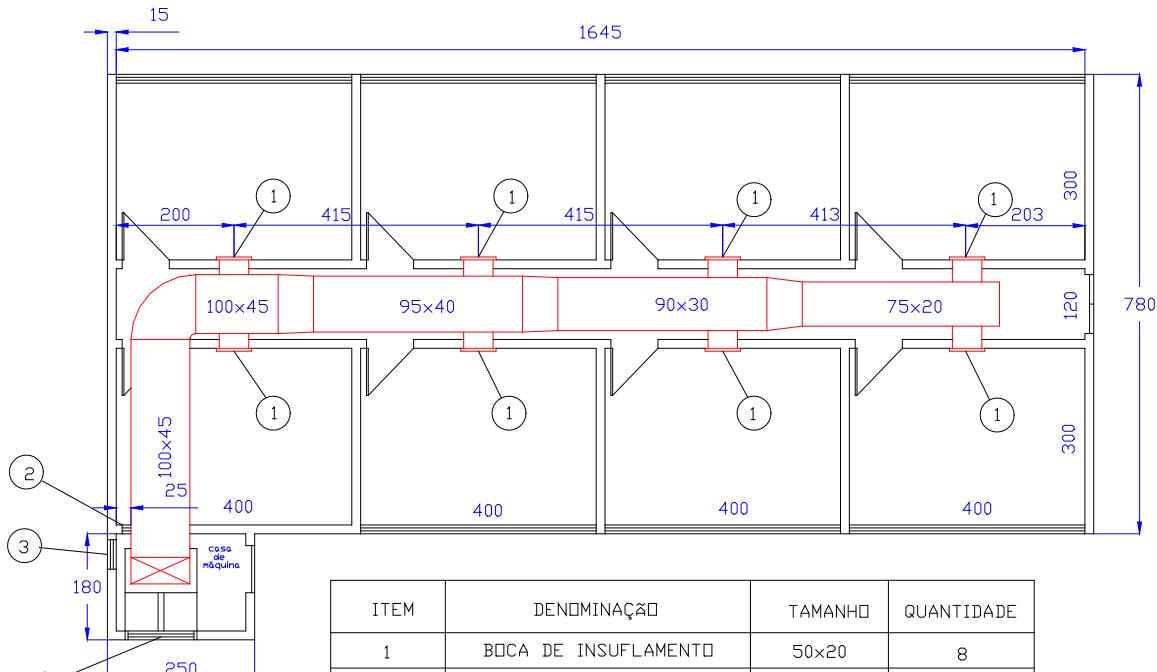
- ⌘ Condições do projeto 25 graus C
- ⌘ dados da obra
- ⌘ descrição do projeto
- ⌘ desenhos
- ⌘ anexos
- ⌘ tabelas utilizadas

DETALHES COMUNS





DESENHO DO SISTEMA



ITEM	DENOMINAÇÃO	TAMANHO	QUANTIDADE
1	BÔCA DE INSUFLAMENTO	50x20	8
2	GRELHAS DE RETORNO	50x30	1
3	TOMADA DE AR EXTERNO	50x40	1
4	TOMADA AR CONDENSADO	105x110x200	1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- # Stoecker W.
- # Clezar, C.A.
- # Revista do Frio
- # Silva, A. Jr
- # Silva, J.G.

SIMULAÇÃO NO VISUAL DOE

