

Sistemas de Ar Condicionado

Eng. Dr. Fúlvio Vittorino

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Eng. Dr. Fúlvio Vittorino - IPT

1

Objetivo

Processos e equipamentos mecânicos para:

- Resfriar ou Aquecer;
- Desumidificar ou Umidificar;
- Distribuir;
- Filtrar; e
- Renovar.

o ar de um ambiente seja para:

- ❖ conforto térmico;
- ❖ controle de um processo produtivo;
- ❖ preservação de produtos.

Eng. Dr. Fúlvio Vittorino - IPT

2

Exemplos de Adequação ao Processo:

- **Tecelagem:** umidade elevada
- **Armazenamento de Papel:** baixa umidade
- **Fábrica de sorvetes:** baixíssima temperatura
- **CPD:** baixas temperaturas



Eng. Dr. Fúlvio Vittorino - IPT

3

Preservação de Acervo



Em 1974, camponeses da região de Xi'an, primeira capital da China, descobriram as primeiras peças de que seria um dos mais importantes achados arqueológicos do Século XX: o Exército de Terracota de Xi'an. São cerca de 8.000 soldados, cavaleiros e armaduras em tamanho natural, enterrados junto ao túmulo do 1º imperador da China, há mais de 2.200 anos. A exposição desta magnífica descoberta ao ar, altas temperaturas, umidade e, provavelmente, à visitação pública, gerou a infestação das peças por diferentes espécies de fungos. Para solucionar o problema, o governo chinês firmou um acordo de cooperação com a Inovação Farmacêutica em Berne, Bélgica, para realizar uma pesquisa e desenvolvimento de antimicrobianos. Os cientistas da Inovação Farmacêutica identificaram os fungos e desenvolveram formulações adequadas para eliminá-los, sem alterar as características das esculturas.



Dr. Fúlvio Vittorino - IPT

4

Parâmetros Ambientais

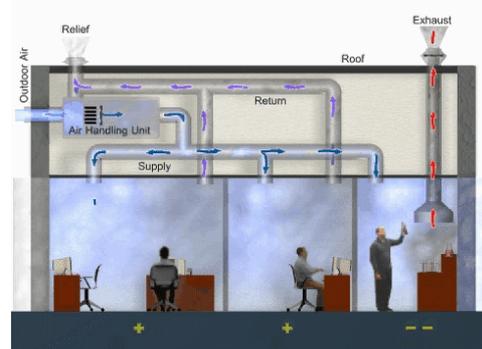
- Temperatura do ar → Termostatos;
- Umidade do ar → Umidostatos;
- Velocidade do ar → Difusores e "Dampers";
- Pureza do ar → Limpeza, Filtros e Renovação;
- Nível de Ruído → Difusores, Atenuadores, etc.

↓
Satisfação e Saúde dos Usuários

Eng. Dr. Fúlvio Vittorino - IPT

5

O Circuito do Ar



6

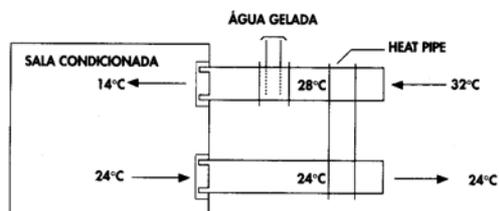
Princípio de Funcionamento

- É insuflado, no ambiente, ar em condições de temperatura, umidade e pureza em condições diferentes daquelas que se quer manter.
- Resfriamento: Para se remover o calor gerado no interior dos ambientes, somado àquele que penetra pela envoltória, é insuflado ar de 10°C a 12°C mais frio que a temperatura desejada. → Conceito de “diluir” o calor gerado.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

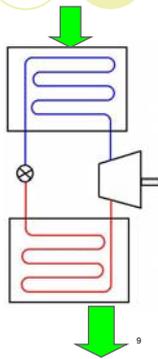
7

Recuperação de Calor no Ar de Retorno



Componentes do ar-condicionado

- **Evaporador:** Rouba o calor do ambiente pela evaporação de um fluido a baixas pressões;
- **Compressor:** Fornece energia mecânica para o sistema funcionar e eleva a pressão do gás para permitir sua condensação;
- **Condensador:** Rejeita, para o exterior, o calor retirado do ambiente condicionado, condensando o gás (volta para o estado líquido);
- **Válvula de expansão:** Reduz a pressão do líquido, deixando-o no estado adequado para recomençar o ciclo, ou seja, ser evaporado.

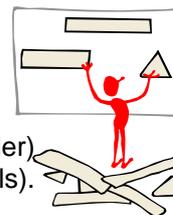


Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

9

Tipos de Condicionadores de Ar

- Janela;
- Sistema Mini-Split;
- Self Contained;
- Resfriadores de líquido (Chiller) com climatizadores (Fan-Coils).



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

10

Conversão de Unidades:

- 1 TR = 12.000 BTU/h
- 1 TR = 3.517 W
- 1 TR = 3.025 kcal/h
- 1000 BTU/h = 293 W
- 1 kcal/h = 1,163 W

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

11

Condicionador de Ar de Janela



- Com capacidades que variam entre 6.000 e 30.000 BTU/h.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

12

Sistema Mini-Split



- Vários Modelos.
- Modelos de parede (High Wall) com capacidades entre 9.000 e 24.000 BTU/h.
- Modelos de Teto: Até 60.000 BTU/h

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

13

Self Contained



- Com capacidades entre 5 e 40TR.
- 1TR = 12.000 BTU/h.
- Condensação:
 - Ar ou
 - Água.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

14

Chiller



- Com capacidades a partir de 5TR.
- Praticamente sem valor máximo.
- Resfriamento a:
 - Ar ou
 - Água.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

15

Equipamentos de Janela

- Equipamento de baixo custo;
- Instalação fácil;
 - Um ponto de energia elétrica;
 - Abertura na parede/janela voltada para o exterior;
 - Suporte, em geral metálico;
- Adequado para condicionamento de recintos individuais ou ambientes coletivos de pequeno porte.
- Rendimento energético baixo.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

16

Equipamento de Janela - Antigo



17

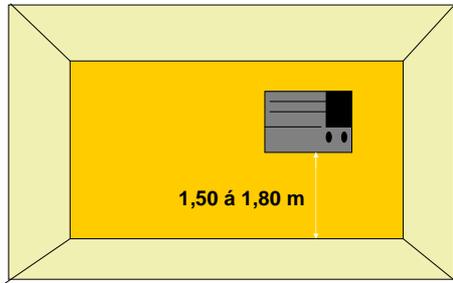
Aspectos relacionados à instalação

- Localização do aparelho no recinto.
- Descarga do ar de insuflamento.
- Espaço para circulação de ar na entrada e saída do condensador.
- Localização do ponto de força.
- Instalação de dreno.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

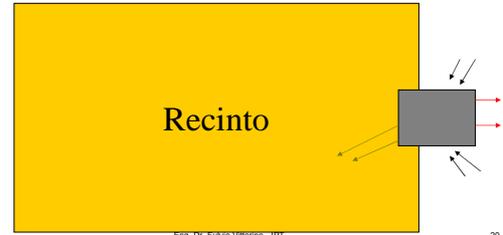
18

O condicionador deverá ser instalado com altura em relação ao piso entre 1,50 e 1,80m.



19

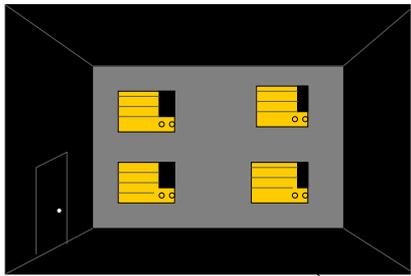
Instale sempre o condicionador insuflando na dimensão maior do recinto



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

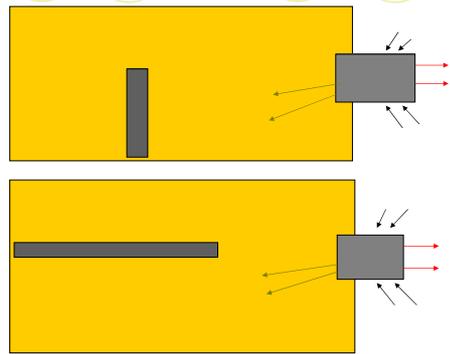
20

Instale o condicionador de ar, afastado 0,50m, nas laterais



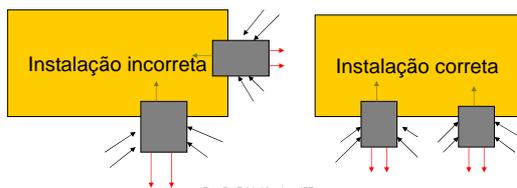
21

Evite qualquer tipo de obstrução no insuflamento do ar



22

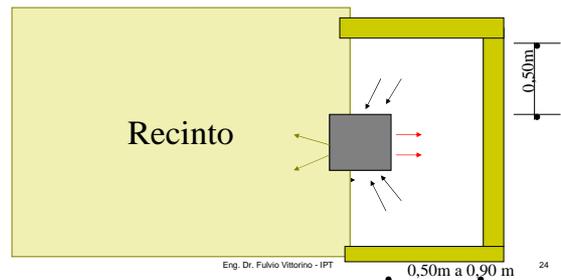
Evite curto circuito de ar entre os condicionadores



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

23

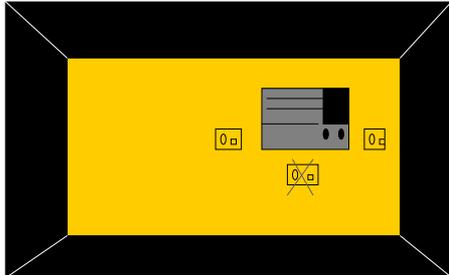
Deverá ser prevista distância mínima de 0,50m nas laterais e parte posterior do condicionador, para resfriamento do condensador



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

24

O ponto de força deverá ser posicionado na lateral esquerda ou direita, nunca sob o condicionador



25

Expansão direta



26

Equipamento de Janela Enclausurado



27

Equipamento de Janela Enclausurado



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

28

Equipamentos de Janela



29

Equipamentos de Janela



30

Equipamentos de Janela



31

Equipamentos de Janela



32

Equipamentos de Janela - Uso indiscriminado



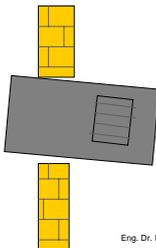
33

Equipamentos de Janela - Uso indiscriminado



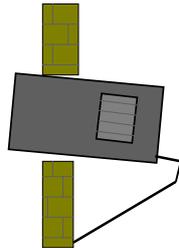
34

O condicionador deve ser instalado com uma inclinação para a parte posterior $\pm 10\%$ do comprimento do aparelho



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

Deve-se prever dreno para escoamento do condensado



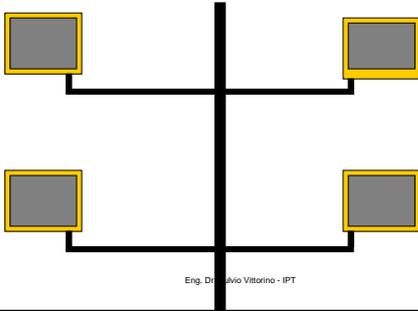
35

Dreno da água condensada

- Uma boa montagem de uma instalação de ar condicionado deve prever formas de coleta da água condensada, evitando que ela pingue sobre transeuntes ou se acumule na edificação.



No caso de edifícios, deve-se prever um ramal principal para interligar os diversos condicionadores



Eng. Dr. Fúlvio Vitorino - IPT

37

Dreno de Água Condensada



Eng. Dr. Fúlvio Vitorino - IPT

Dreno da água condensada

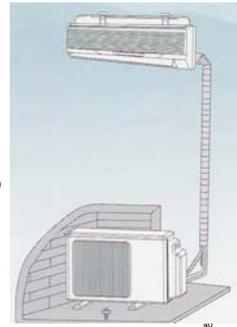
- Bandeja de coleta de água descarregando em tubo embutido



Eng. Dr. Fúlvio Vitorino - IPT

Sistemas "Split"

- São equipamentos onde os componentes não estão montados em um mesmo gabinete ou chassis.
- Normalmente os evaporadores ficam no ambiente a ser condicionado e os demais elementos do ciclo de refrigeração, (condensador, compressor e válvula de expansão) ficam fora do ambiente.



Eng. Dr. Fúlvio Vitorino - IPT

40

Tipos de Mini Splits



Split Casete



Split Teto
Saída - 4 lados



Split Wall



Split Vertical

Eng. Dr. Fúlvio Vitorino - IPT

Sistemas "Multi-Split"



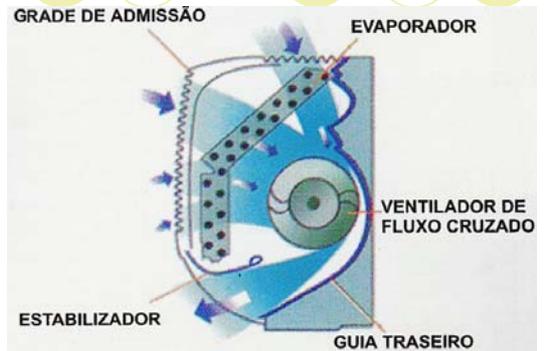
Sistemas "Mini Split"

Unidade Evaporadora



43

Interior da Evaporadora



Sistemas "Mini Split"

Unidade Evaporadora



45

Sistemas "Mini Split"

Unidade Condensadora



46

Sistemas "Mini Split"

Unidade Condensadora



47

Sistemas "Mini Split"

- Equipamento de custo relativamente baixo;
- Instalação fácil:
 - Pequena abertura na parede/janela para passagem de tubos de refrigerantes, dreno e alimentação elétrica → maior segurança contra invasões;
- Adequado para condicionamento de recintos individuais ou ambientes coletivos de pequeno porte.
- A maior parte dos equipamentos não renova o ar, só recircula o ar interno.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

48

Sistemas "Split"



- Não há tomada de ar externo.
- Abertura nos caixilhos (corte nos vidros) para a passagem de 4 tubos com diâmetro entre 3/4" e 1".

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

49

Sistemas "Split"



50

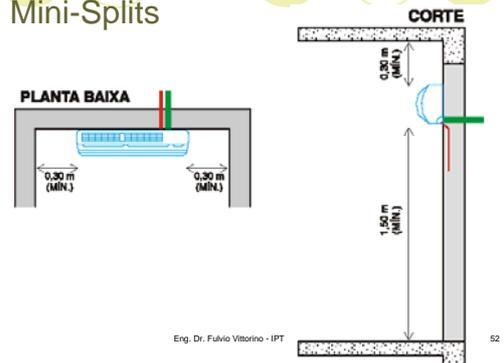
Cuidados que devem ser observados na localização de split

- Prever espaços para circulação de ar da unidade condensadora.
- Não observar as distâncias e os desníveis máximos permitidos entre as unidades, implica em perda da capacidade de refrigeração e possíveis danos ao equipamento.
- Em caso de dúvidas informe-se com o fabricante.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

51

Dimensões para Montagem de Mini-Splits

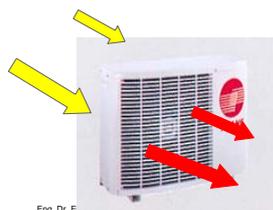


Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

52

Unidades condensadoras horizontal

- Estas unidades deverá ter espaço livre mínimo de 0,20m na entrada e 1,20m na descarga de ar.

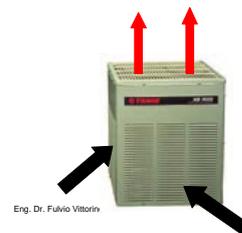


Eng. Dr. F

53

Unidades condensadora vertical

- Estas unidades deverá ter espaço livre mínimo de 0,20m na entrada de ar e de 1,50m na descarga de ar



Eng. Dr. Fulvio Vittorino

54

Termostato de Split



Instalação Aparente

Termostato Protegido

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

55

Sistemas Todo-Ar

- Quando a unidade de resfriamento de ar está situada distante dos ambientes condicionados (como uma pequena central) e o ar resfriado é conduzido a estes recintos por uma rede de dutos.
- Muitas vezes a configuração dos componentes do equipamento se assemelham à dos "splits", com o condensador distante do evaporador.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

56

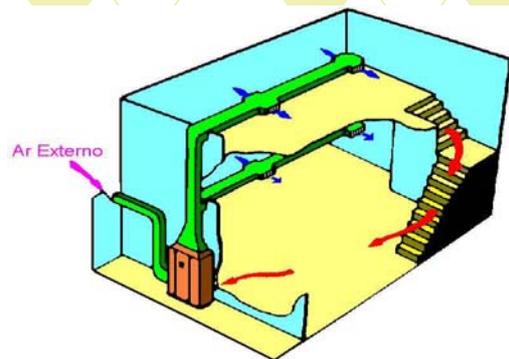
Self contained

- Sistema para aplicação em instalações de médio e grande porte.
- Capacidades que variam de 5 a 40 TR
- Com insuflamento direto ou através de dutos de ar
- Com condensador resfriado a ar, incorporado ou remoto.
- Com condensador resfriado a água.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

57

Sistemas Todo-Ar



58

Self contained condensador incorporado



Eng. Dr. Fulvio

Self com condensador remoto



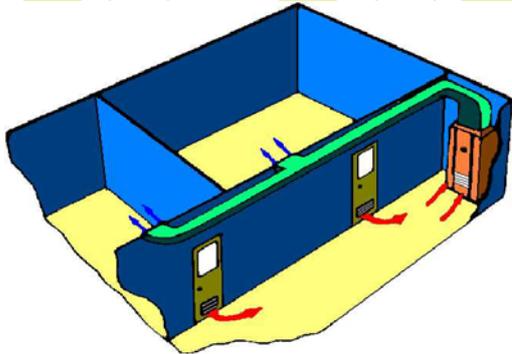
Tipos de condensadores a AR remotos



Eng. Dr. Fulvio Vittorino



Sistemas Todo-Ar



61

Sistema Todo-Ar (Self Contained)



62

Sistemas Todo-Ar



- Portas com venezianas para permitir a passagem de ar entre recintos. Em geral, possibilitando o retorno para o equipamento de condicionamento.

torino - IPT

63

Sistemas Todo-Ar



64

Sistemas Todo-Ar



65

Unidades Condensadoras



66

Cuidados a serem observados na instalação de self contained.

- Prever local para casa de máquina.
- A casa de máquina deverá ser provida de ponto de água, ponto elétrico, iluminação, dreno, tomada de ar exterior e retorno.
- A casa de máquina deverá ter espaço mínimo necessário para manutenção adequada do self, (ver catálogos).
- No caso de self incorporado observar espaço para captação e descarga de ar do condensador.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

67

Sistemas Ar-Água

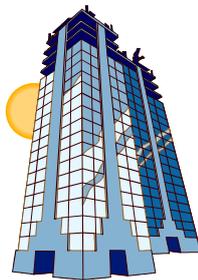
- O meio de resfriamento (água ou salmoura) é conduzida desde uma fonte de frio situada distante do ambiente até unidades terminais (serpentinas) situadas no ambiente e o ar a ser insuflado também vem de uma unidade central onde é feita a tomada de ar externo, mistura com o ar de retorno e a filtragem.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

68

Equipamentos Centrais

- Compressão a vapor;
 - "Chillers" resfriados a ar ou a água
- Absorção;
 - ↓
- Co-geração;
- Termo-acumulação:
 - Tanques de Gelo;
 - Tanques de Água Gelada.

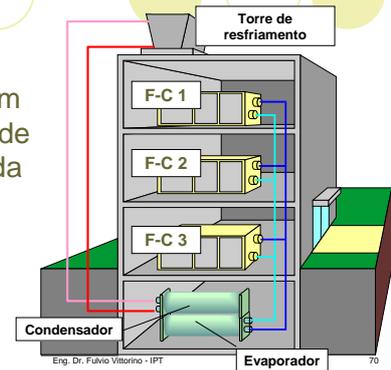


Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

69

Sistema com Circulação de Água Gelada

- TEACD 30°C
- TRACD 35°C
- TSAG 7°C
- TRAG 12°C



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

70

Bomba e Chiller



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

71

Casa de Máquinas – Chiller resfriado a ÁGUA

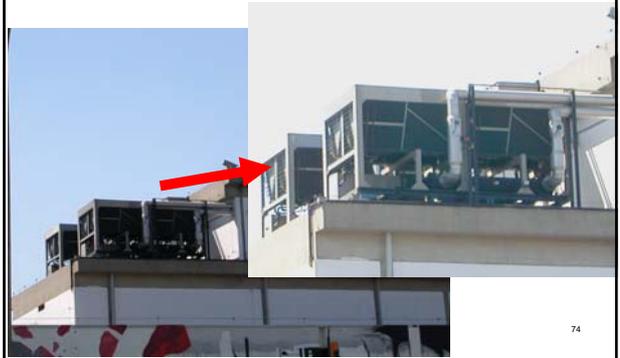


72

Chiller Resfriado a Ar



Chiller Resfriado a Ar



Bomba de Água Gelada



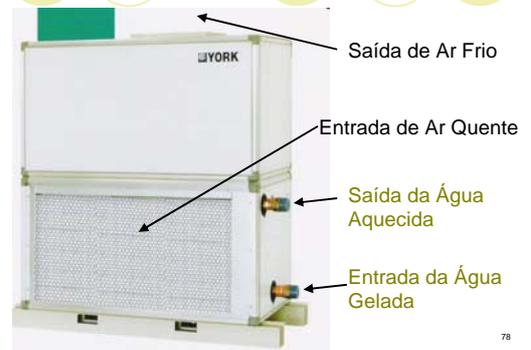
Casa de Máquinas



Fan-coil e dutos de água gelada



Fan-coil



Torre de Resfriamento



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

79

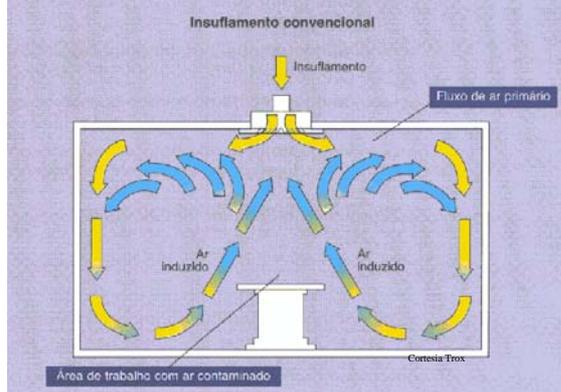
Torres de Resfriamento

Na grande maioria das situações é instalada na laje cobertura



80

Distribuição Convencional



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

82

Difusão de Ar por Mistura

- Em sistemas de difusão do ar ao ambiente por mistura, o ar condicionado é insuflado a uma velocidade muito maior do que a aceitável na zona ocupada
- A temperatura do ar primário poderá ser maior, igual ou menor que a do ar do ambiente

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

82

Exemplo de instalação tradicional duto rígido



83

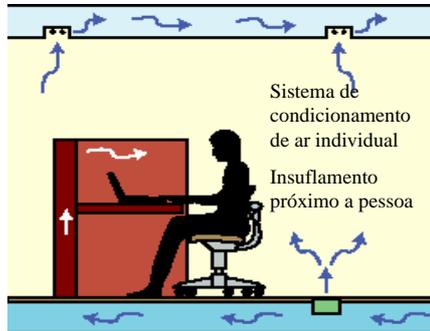
Difusão de Ar Deslocamento

- Em sistemas de difusão do ar ao ambiente por deslocamento, o ar condicionado é insuflado na zona ocupada a uma temperatura ligeiramente inferior a desejada no ambiente
- A velocidade é muito baixa em torno de 0,5 m/s ou menos
- Em torno dos corpos aquecidos será formado um fluxo de ar ascendente, que removerá o calor e os poluentes

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

84

Distribuição pelo Piso



85

Trajeto

- O trajeto será definido em função das características do local tais como:
 - Estética;
 - Posição das unidades externas e internas;
 - Como esconder ou disfarçar as linhas
- Posição do evaporador
 - Distribuição do ar;

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

86

Trajeto

- Drenagem da água de condensação;
- Dificuldades de passagem por paredes, pisos e tetos (vigas, colunas);
- Posição da unidade externa:
 - Estética;
 - Ruído;

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

87

Dutos de Distribuição de Ar

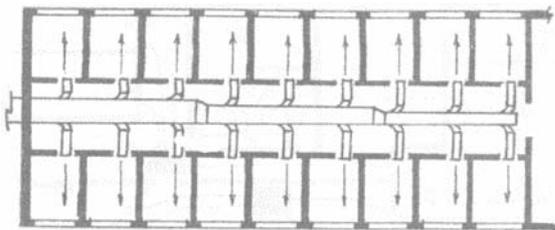
- Condutos de ar que interligam o condicionador às bocas de ar transportando o ar resfriado na máquina até os pontos das salas que ele atende. À medida que o ar vai sendo insuflado, a seção do duto diminui, pois a vazão a ser conduzida é sempre menor.
- **Material:**
 - ✦ chapa de aço galvanizado;
 - ✦ placas rígidas de lã de vidro;
 - ✦ fibra de vidro ou PVC;
 - ✦ chapa de aço preto soldado e flangeado;
 - ✦ outros dutos (alvenaria).

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

88

Exemplo de Rede de distribuição de ar

- Sistema tradicional com dutos rígidos



Parte da Rede de Distribuição



90

Dutos de Distribuição de Ar

- **Retangulares:** São os dutos mais comuns, utilizados em sistemas de ar condicionado e correspondem de 85% a 90% dos dutos existentes.
- **Giroval:** de secção oval construídos a partir do “achatamento” de duto circular; estes dutos são construídos a partir de tiras de chapas e com juntas espiraladas em toda a extensão, o que lhe confere resistência e aspecto estético característico.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

91

Dutos de Distribuição de Ar

- **Duto Flexível:** os dutos flexíveis são construídos com arame espiralado com alumínio reforçado com isolamento externo por manta de lã de vidro e revestimento externo; o projeto normal, feito no Brasil, não utiliza este tipo de duto por desconhecimento, preconceito e cultura. No entanto é uma ótima solução.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

92

Sistemas Sem Dutos Caixa Plenum de Insuflamento Direto

- O sistema que utiliza caixa Plenum de insuflamento é uma forma simplificada de condicionamento que tem características específicas e deve ter sua utilização criteriosamente estudada, pois não se aplica à maior parte das instalações.
- **Vantagens:**
 - custo zero de rede de dutos.
 - baixo custo inicial de instalação.
- **Desvantagens:**
 - distribuição de ar não é muito eficiente, e o alcance é limitado a mais ou menos 10 metros;
 - como os condicionadores estão nos ambientes, ocupam área útil e devem ser considerados no layout;
 - o nível de ruído é maior que nos sistemas tradicionais.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

Dutos Retangulares

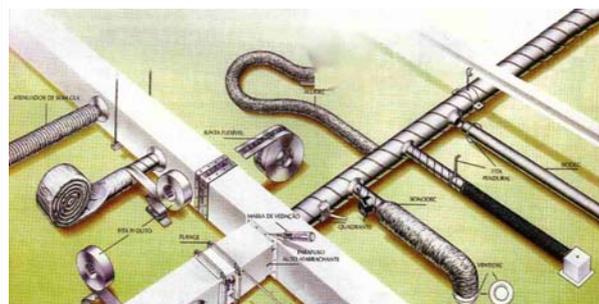


Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

Duto Giroval



Duto Flexível



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

96

Duto Circular



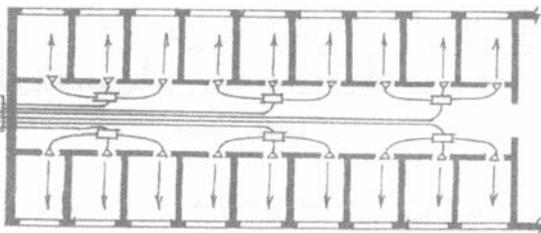
Exemplo alternativo

- Rede de Distribuição de ar usando Tronco rígido + ramais flexíveis



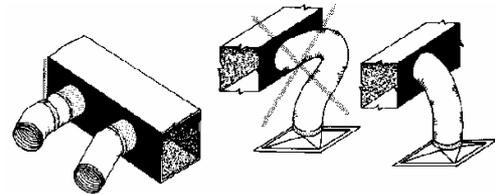
Exemplo de Rede de distribuição de ar

- Solução alternativa apenas flexíveis



Casos para analisar:

- Interligações corretamente elaboradas



INSTALAÇÃO

- Dutos rígidos x flexíveis
 - Qualificação da mão de obra
 - Tempo
 - Estrutura de suporte para a rede: função do peso próprio
 - Isolamento térmico: no local x de fábrica
 - Acabamento: qualidade na estanqueidade e vazamentos
 - Transporte do material

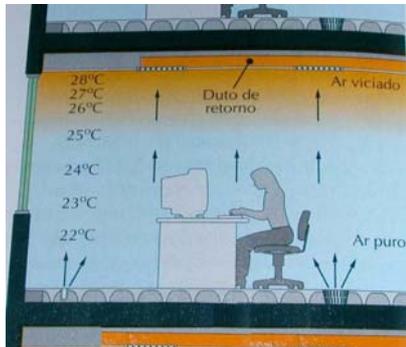
Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

101

Insuflação de Ar pelo Piso



Insuflação de Ar pelo Piso



103

Insuflação de Ar pelo Piso



104

Insuflação de Ar pelo Piso



105

Distribuição de Ar

- Em instalações de condicionamento de ar onde zonas de grande dimensões e/ou com elevadas cargas térmicas devem ser climatizadas, as dimensões dos dutos podem ser muito grandes, tomando boa parte do pé-direito.
 - Mall de shoppings;
 - Átrios de hotéis.
- Climatizar com distribuição de água gelada.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

106

Alimentação de Ar Frio em um Mall



107

Trajetória dos Dutos

- Da mesma forma que em distribuição de água, devem ser evitadas mudanças acentuadas de direções pois geram elevadas perdas de pressão e aumento de consumo de energia.



108

Isolamento Térmico de Instalações

- Todos os dutos de distribuição de ar frio que estejam fora dos ambientes climatizados devem estar isolados termicamente para evitar ganhos de calor no ar que está sendo transportado neles.
- Em geral, todos os tubos de distribuição de água gelada devem ser isolados, pois a temperatura da água gelada é muito inferior à dos ambientes, condicionados ou não.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

109

Isolamento Térmico de Dutos

- As lãs, tanto em formato de mantas como em placas, são largamente utilizadas para o isolamento térmico de dutos de ar frio.



Dutos e Sprinklers

- Os dutos de distribuição de ar não devem ficar posicionados sob os sprinklers que poderia resultar em:
 - obstrução do jato de água;
 - proteção dos detectores das emanções de um eventual incêndio.
- O ar frio não deve incidir diretamente sobre os sprinklers o que poderia resultar em seu resfriamento e retardar a sua ação.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

111

Sprinklers sob os dutos



112

Sprinklers sobre os Dutos



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

113

Dutos e Sistemas de Iluminação

- As luminárias não devem obstruir a saída do ar frio das bocas de insuflação;
- Os dutos não devem ficar posicionados sob as luminárias que poderia resultar em:
 - sombras no ambiente;
 - perda de eficiência luminosa;
 - aquecimento do ar no duto.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

114

Eletrocalha, Iluminação, Ar condicionado e Sprinklers



115

Dutos e Sistemas de Iluminação



116

Dutos e Sistemas de Iluminação



117

Iluminação



118

Corredor do Shopping



Fulvio Vittorino



Agência Bancária



Eng. Dr. F

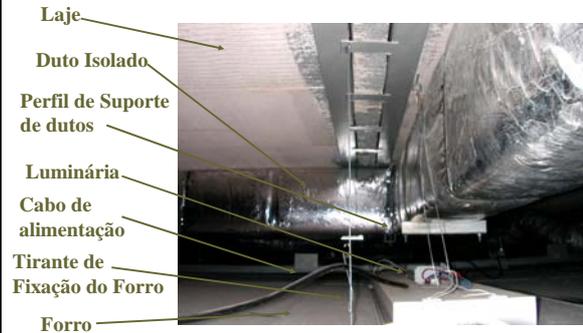


Integração de Sistemas

- Iluminação, dutos de distribuição de ar e detectores de fumaça.



Espaço entre Laje e Forro



Tomadas de ar

- As tomadas de ar devem estar posicionadas de modo a coletarem ar em posições que permitam a captação de ar limpo, devendo estar longe:
 - estacionamentos;
 - do nível da rua;
 - de torres de resfriamento;
 - chaminés;
 - fontes de calor.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

123

Tomadas de ar

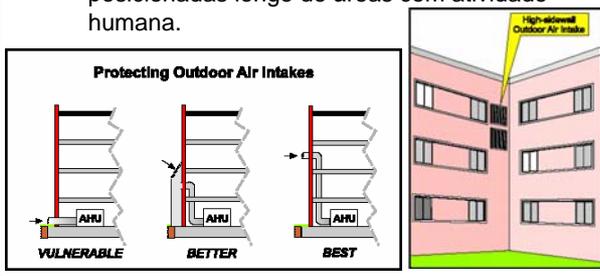
- As tomadas de ar devem estar protegidas:
 - da entrada de animais (insetos, ratos, pombos, etc.) por grelhas e telas;
 - da incidência direta da água de chuva;
 - do acesso de pessoas que possam contaminar o sistema de distribuição de ar.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

124

Tomadas de Ar

Para evitar contaminações do sistema de ar condicionado as tomadas de ar devem estar posicionadas longe de áreas com atividade humana.



Tomadas de ar

- Tomada de ar em posição elevada.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

125

Tomada de ar incorreta



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

- Tomada de ar realizada ao nível do piso, através de frestas pela porta.
- Dimensão insuficiente, exigindo o uso de abertura complementar.

Tomadas de ar



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

128

- Tomada de ar elevada protegida por telas metálicas para impedir o acesso de pessoas.

Tomada de Ar em Edifício de Grande Altura



Casa de Máquinas

- Uma boa casa de máquinas deve ser concebida de modo que haja espaço suficiente ao redor dos equipamentos de condicionamento para a sua adequada manutenção.
- Devem estar próximas aos ambientes as quais atendem para reduzir custos de dutos
- Desejável ter ponto de água fria e esgoto.
- Deve estar sempre limpa e com acesso controlado.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

130

Casa de Máquinas - Self Contained



● Frente



Fundo

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

131

Casa de Máquinas

- Drenos para coleta de água



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

132

Evitar Casa de Máquinas

- em locais de difícil acesso (dentro de telhados, fora do prédio, em plataformas e etc.); neste caso acaba-se por não fazer a manutenção adequada de filtros, etc.;
- fora do prédio ou distante das áreas a serem atendidas: o custo de dutos será muito alto e a opção acaba não sendo econômica;
- áreas de casa de máquinas insuficientes: a manutenção ficará prejudicada e comprometerá a eficiência do sistema.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

133

Casa de Máquinas

- Ponto de água fria;
- Tubulação para esgotamento de água;
- Drenos.



Eng. Dr. Fulvio Vit

Uso indevido de Casa de Máquinas



135

Uso indevido de Casa de Máquinas



Casa de Máquinas servindo de depósito e cabine de pintura

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

136

Dimensões

- Ao redor dos chillers e fan-coils devem ser deixadas folgas suficientes para a realização de manutenções.
- Estas folgas devem ser da ordem de 60 cm a 1 m, **quando não é necessário a desmontagem dos trocadores de calor** e da ordem do comprimento do chiller quando for preciso desmontar evaporador e o condensador.

Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

137

Apoio e Fixação de unidades Condensadoras

- Apoio sobre vigas metálicas ou de madeira.



Fixação do duto de distribuição de ar

- Em geral, os dutos de distribuição de ar frio são sustentados por perfis metálicos que são fixados às lajes por tirantes roscados.



139

Fixação do duto de distribuição de ar



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

140

Suporte de tubos de água para a torre de resfriamento

- Assentos semi-circulares em madeira apoiados em estrutura metálica fixada a lajes por parafusos e buchas.



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

141

Suporte de tubos de água para a torre de resfriamento



Eng. Dr.

Fixação de tubos de refrigerante e eletrodutos em sistema split.



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

143



Fixação de tubos de refrigerante e eletrodutos em sistema split.

- Perfil metálico duplo para distanciar os tubos da parede devido à existência de pilar ressaltado. Evitar curvar a tubulação para não causar perdas de carga.

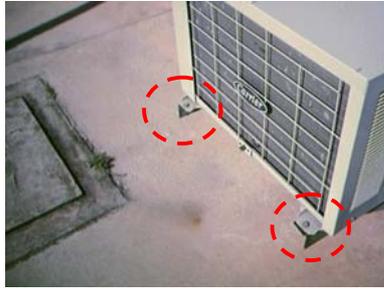


Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

144

Fixações

- Unidades compactas ou condensadores podem/devem ser fixadas em suportes metálicos usando parafusos.



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

145

Fixação de unidade condensadora



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

Eficiência Energética

Sistema	EER(kWt / kWe)
Aparelho de janela	2,1
Split System	2,7
Self a Ar	3,1
Self a Água	3,3
Chiller Alternativo+Fan Coil - Central	4,0
Centrífuga+Fan coil - Central	4,2

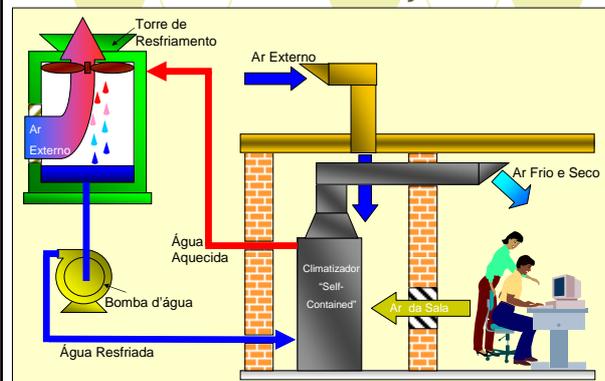
Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

147

Exemplo Global



Conceito Geral da Instalação



Tomadas de Ar

Vista Externa



Vista Interna



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

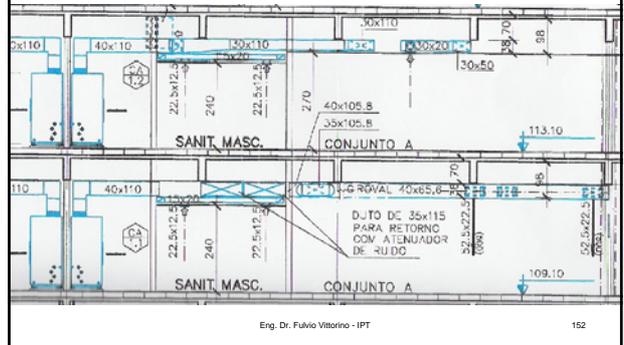
Filtros e Descidas de Ar Frio



Fulvio V

151

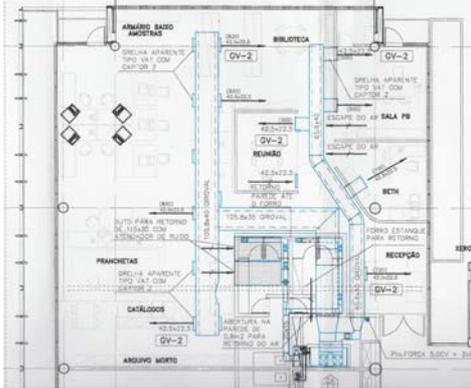
Vista em corte do Andar



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

152

Esquema Geral de uma Ala



153

Self-Contained



Fulvio Vitorino - IPT

154

Distribuição de Ar - Aparente



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

155

Distribuição de Ar - Aparente



Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

156

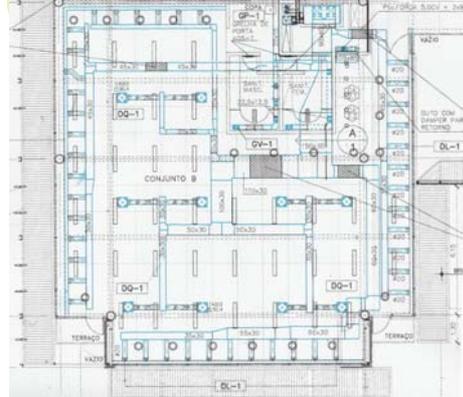
Distribuição de Ar - Aparente



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

157

Esquema Geral de outra Ala



158

Distribuição de Ar – Não Aparente



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

159

Distribuição de Ar – Não Aparente



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

160

Dutos Flexíveis



Eng. Dr. Fulvio Vittorino - IPT

161

Insuflamento de Ar Periférico



Vittorino

162

Distribuição de Ar - Difusores



Torre de Resfriamento



Bombas de Água de Resfriamento



Distribuição de Água de Resfriamento do Condensador



Exaustão em Banheiros



Agradeço a todos pela
Atenção.

Até a Próxima Oportunidade.

Eng. Dr. Fulvio Vitorino - IPT

168