

III EXPOQUALINDOOR

QUALIDADE DO AR INTERNO

07 DE NOVEMBRO DE 2018

QUALIDADE DO AR X ENERGIA

Edison Tito Guimarães



Datum Consultoria e Projetos Ltda



Fundada em 1978 (40 anos)

Liderança tecnológica e inovações no Brasil em Projetos de Ar Condicionado / Conservação de Energia / Cogeração

Pioneira no Brasil no Mercado de Eficiência Energética (desde 1978), com vários projetos importantes nesta área

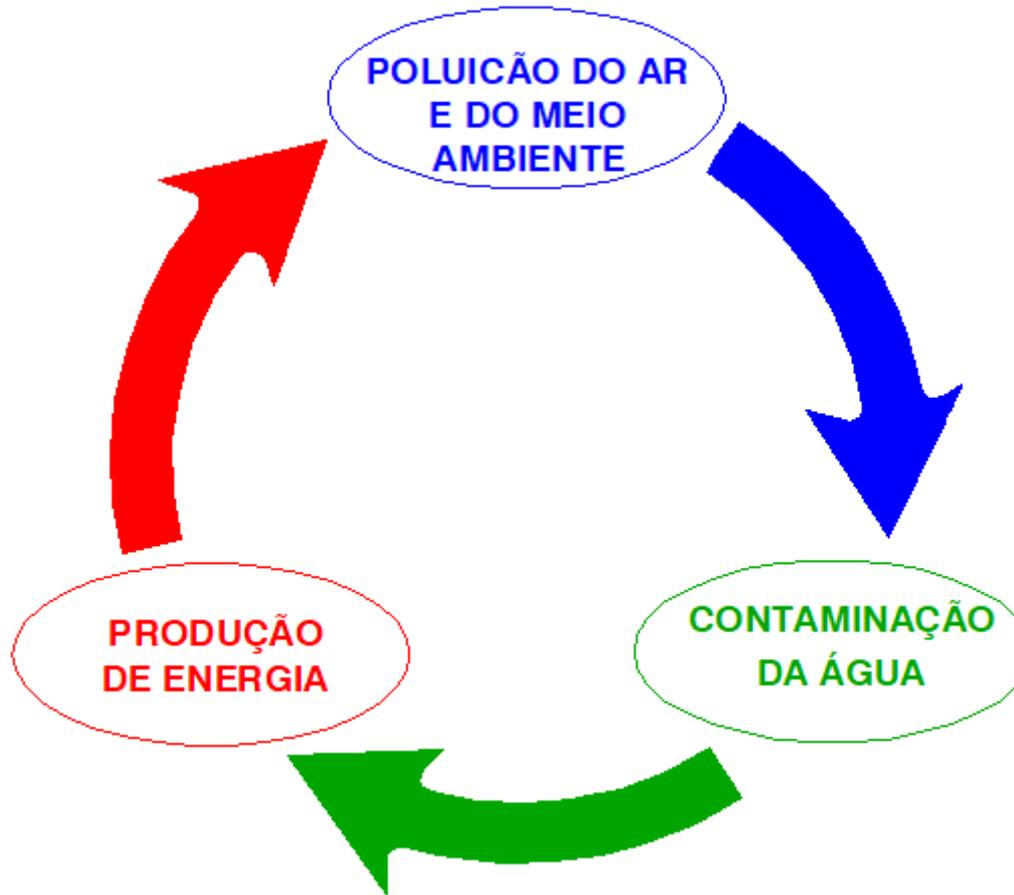
Foi a Introdutora de várias novas técnicas no país:

- Cogeração à gás natural (1991)
- Ar Condicionado à Gás Natural (1992)
- Termoacumulação de Água Gelada (1984)
- Termoacumulação de Gelo (1985)
- Ciclo Economizador no ciclo de ar (1982)
- Resfriamento Dessecante (1992)
- Energia Solar aplicada ao Ar Condicionado (1983)
- Circuitos de Água Gelada Primário-secundário (1978)

DATUM40
Consultoria e Projetos anos



Energia x Poluição



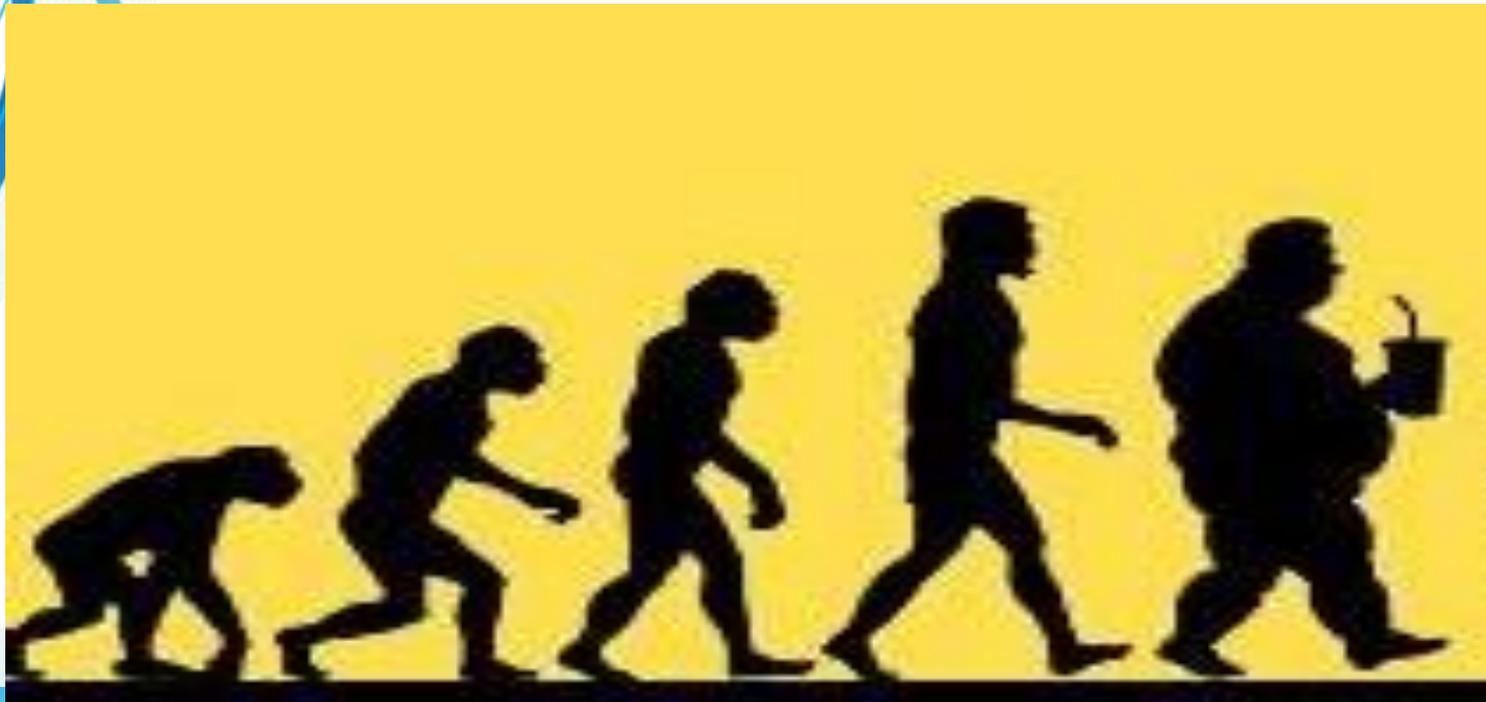
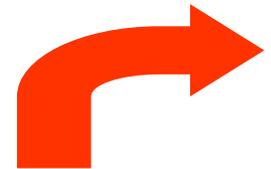


***ENERGIA =
MAIOR
POLUIDOR
AMBIENTAL
DO PLANETA***



Relações entre Consumo de Energia e Desenvolvimento Humano

Rumo ao Homem de 3.500 kcal / dia



PORTANTO, QUANTO MAIOR O CONSUMO DE ENERGIA:

- MAIOR A POLUIÇÃO AMBIENTAL***
- MAIOR CUSTO SOCIAL E MENOR COMPETITIVIDADE DA SOCIEDADE COMO UM TODO***



CONFORTO TÉRMICO HUMANO

Equação básica do metabolismo:

$$\text{MET} = \pm C \pm R + E \pm A$$

onde:

C = Convecção

R = Radiação

E = Evaporação

A = Armazenamento

Elementos que afetam o conforto térmico humano:

- Metabolismo (atividade, idade, sexo)
- Temperatura de bulbo seco
- Umidade relativa
- Roupas
- Movimentação de ar
- Radiação

Elementos que afetam o conforto térmico humano:

□ **Metabolismo (atividade, idade, sexo)**

Variável com a atividade (dormindo, atividade física moderada, em exercício físico)

Exemplo: Dormindo = 75 Watts

Escritório = 135 Watts

Esportes = 380 Watts

Elementos que afetam o conforto térmico humano:

□ Temperatura de bulbo seco

O corpo troca calor com o meio ambiente por diferença de temperatura com o ar

A temperatura de superfície da pele oscila ao redor de 27C. O diferencial de temperatura pode ser portanto positivo ou negativo.

Movimentação de ar:



A troca de calor superficial na pele é afetada pela movimentação do ar, alterando a transferência de calor por convecção e por evaporação. A movimentação de ar em velocidades maiores do que 0,5 m/s é desagradável, e traz desconforto.

Radiação :



Uma das principais trocas de calor com o meio ambiente é por meio da radiação (do corpo para o ambiente ou vice-versa).

É um dos principais elementos de desconforto.

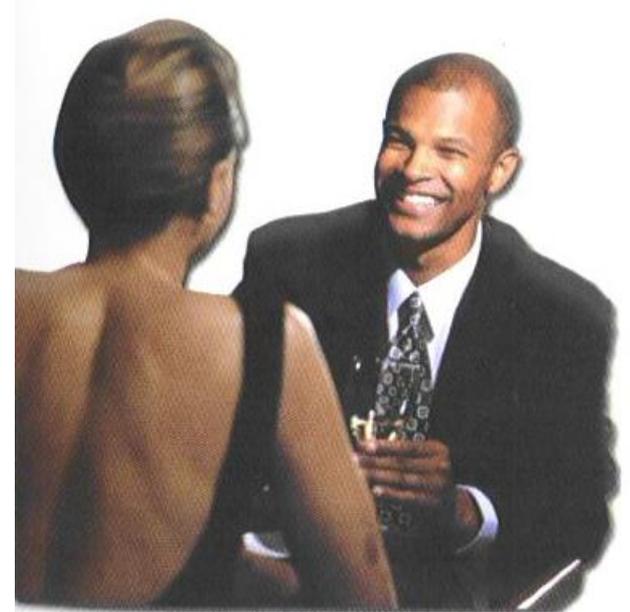
Umidade relativa:

A umidade relativa é (juntamente com a radiação) um dos fatores mais comuns de queixas, e afeta dois pontos:

- A menor absorção de umidade evaporada pelo ar a medida que a umidade aumenta
- A absorção de água nos tecidos das roupas aumenta o atrito com a pele, agravando o desconforto



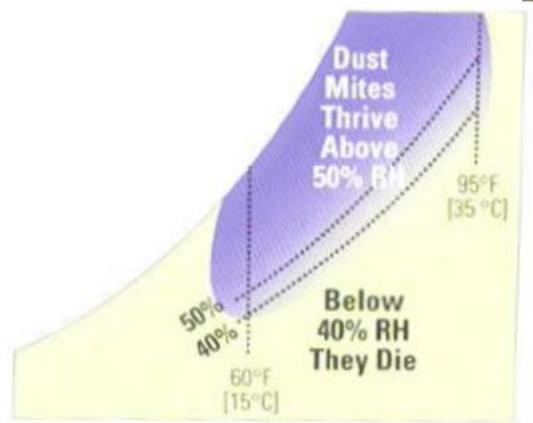
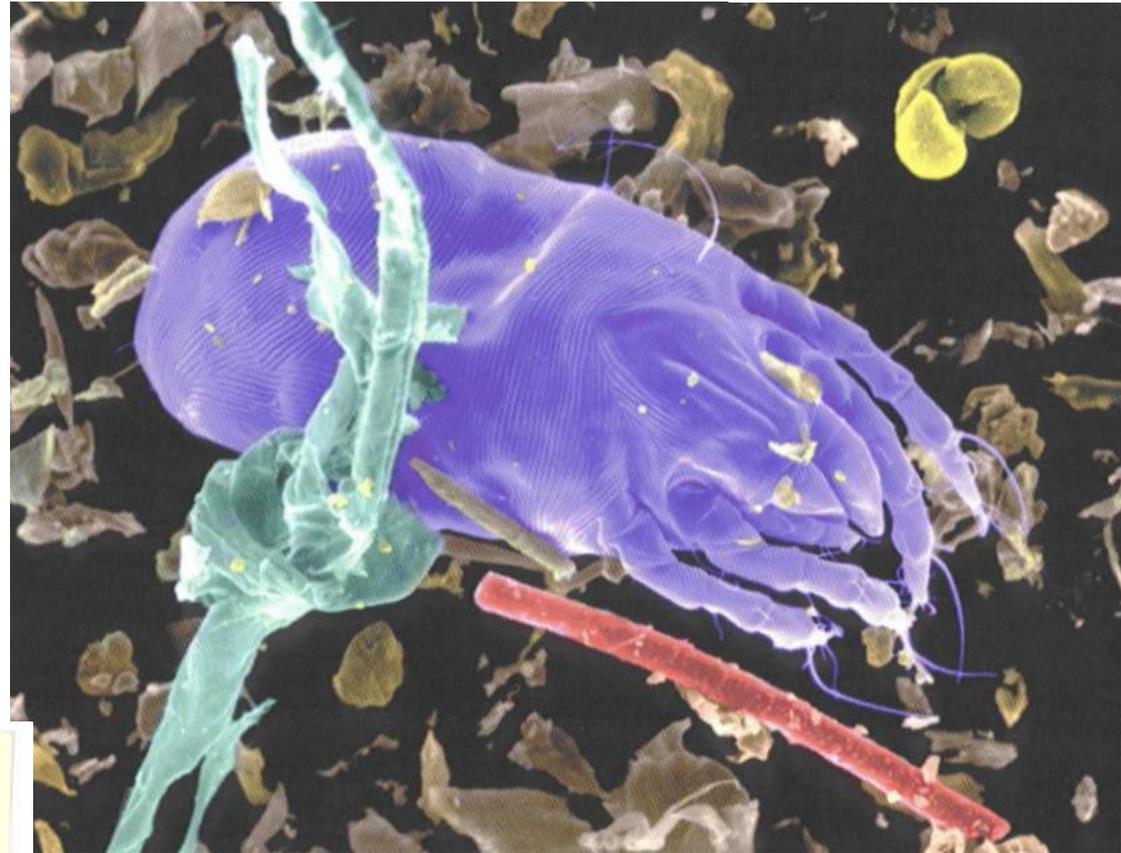
Roupas:



A vestimenta também altera diretamente o conforto em função da menor ou maior facilidade de troca de calor com o meio ambiente.

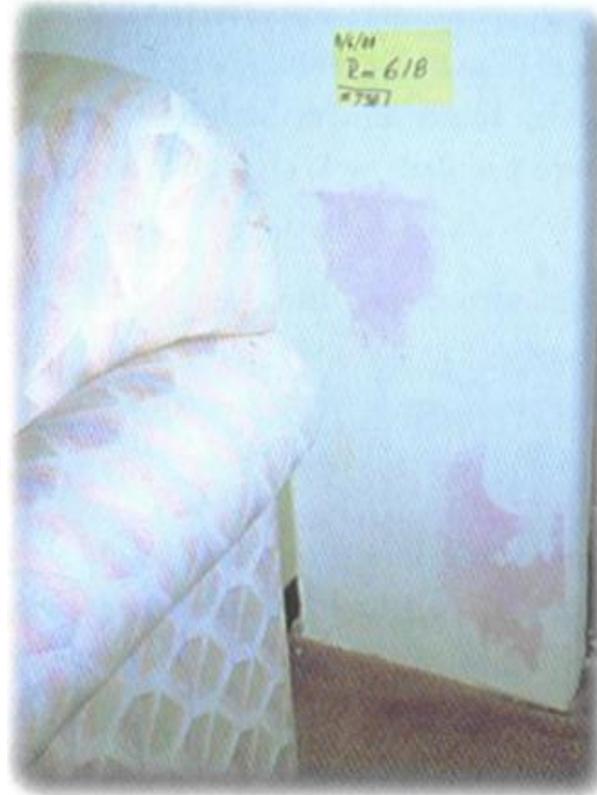
Efeitos da umidade elevada

A umidade relativa elevada favorece a proliferação de fungos, bactérias, vírus, etc, nocivos a saúde do ser humano.



Efeitos da umidade elevada

A umidade relativa elevada também favorece a destruição dos elementos da construção e do mobiliário



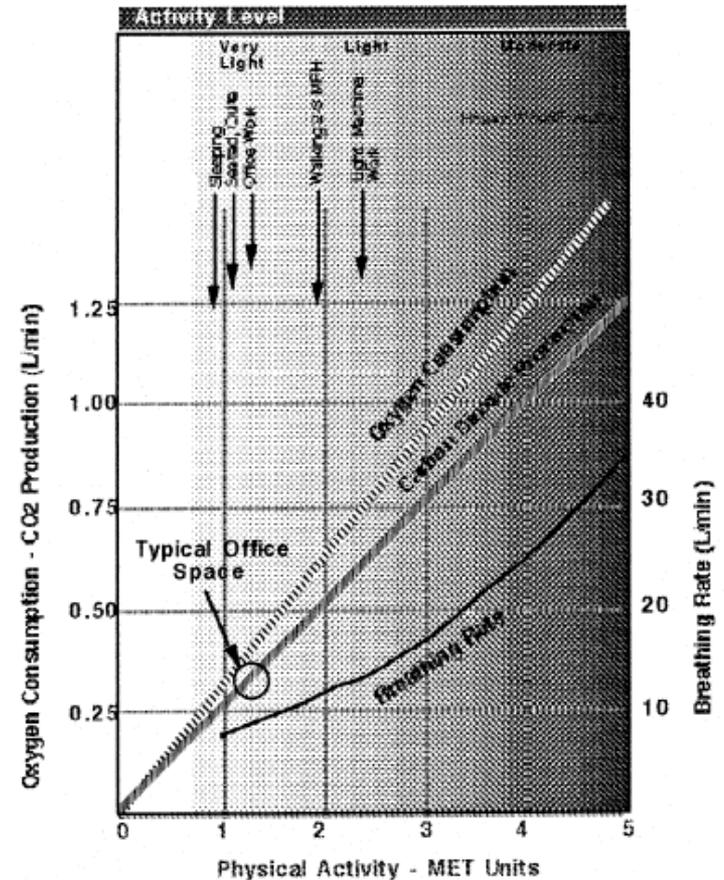
Metabolismo Humano

Ganho de calor por pessoas

Table 4 Typical Metabolic Heat Generation for Various Activities

	Btu/(h·ft ²)	met ^a
Resting		
Sleeping	13	0.7
Reclining	15	0.8
Seated, quiet	18	1.0
Standing, relaxed	22	1.2
Walking (on level surface)		
2.9 ft/s (2 mph)	37	2.0
4.4 ft/s (3 mph)	48	2.6
5.9 ft/s (4 mph)	70	3.8
Office Activities		
Reading, seated	18	1.0
Writing	18	1.0
Typing	20	1.1
Filing, seated	22	1.2
Filing, standing	26	1.4
Walking about	31	1.7
Lifting/packing	39	2.1
Driving/Flying		
Car	18 to 37	1.0 to 2.0
Aircraft, routine	22	1.2
Aircraft, instrument landing	33	1.8
Aircraft, combat	44	2.4
Heavy vehicle	59	3.2
Miscellaneous Occupational Activities		
Cooking	29 to 37	1.6 to 2.0
Housecleaning	37 to 63	2.0 to 3.4
Seated, heavy limb movement	41	2.2
Machine work		
sawing (table saw)	33	1.8
light (electrical industry)	37 to 44	2.0 to 2.4
heavy	74	4.0
Handling 110 lb bags	74	4.0
Pick and shovel work	74 to 88	4.0 to 4.8
Miscellaneous Leisure Activities		
Dancing, social	44 to 81	2.4 to 4.4
Calisthenics/exercise	55 to 74	3.0 to 4.0
Tennis, singles	66 to 74	3.6 to 4.0
Basketball	90 to 140	5.0 to 7.6
Wrestling, competitive	130 to 160	7.0 to 8.7

Ashrae Fund 97 cap 8 pag 8.6 Tabela 4



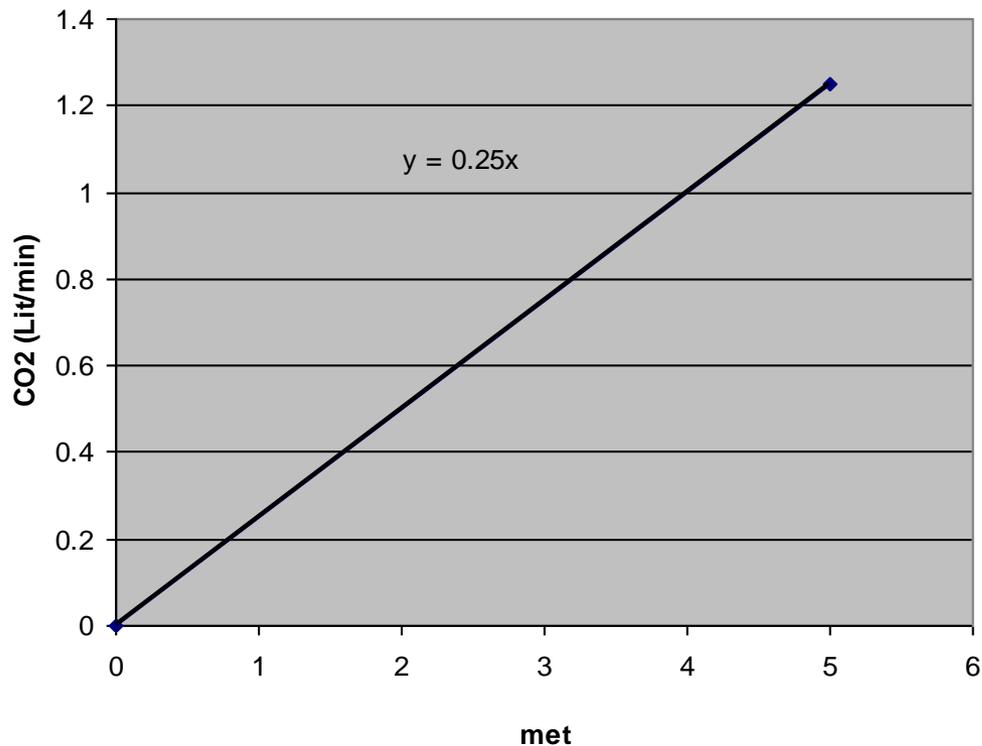
Source: ASHRAE 62-89 "Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality"

Figure 2 Building occupant activity level and CO₂ production.

Geração de CO₂ x metabolismo

Rejeição de calor x metabolismo

Geracao de CO₂ x met



Atividade (met)	Btu/h/SqFt	Btu/h
0.7	13.0	255
0.8	15.0	294
1.0	18.0	353
1.1	20.0	392
1.2	22.0	431
1.4	26.0	510
1.7	31.0	608
1.8	33.0	647
2.1	39.0	764
2.4	44.0	862
3.2	59.0	1,156
4.0	74.0	1,450
5.0	90.0	1,764
7.0	130.0	2,548
7.6	140.0	2,744
8.7	160.0	3,136

Exemplo de cálculo da vazão de ar exterior x CO2 x metabolismo

Calculo da vazao de ar exterior por pessoa em funcao do teor de CO2				
Metabolismo	1.2	(Escritorio)		
Geracao de CO2 por pessoa	0.30	Lit/min CO2	0.0106	CFM CO2
Concentracao externa de CO2	400	PPM (ext)		
Diferencial de CO2	700	PPM		
Concentracao interna de CO2	1,100	PPM		
Vazao Ar Exterior	429	Lit/min/pessoa		
Vazao Ar Exterior	15.1	CFM / pessoa	15.1	CFM / pessoa
$V_o = N / (C_s - C_o)$				
ONDE :				
V _o = TAXA DE AR EXTERNO POR PESSOA				
N = TAXA DE CO2 GERADA POR PESSOA				
C _s = CONCENTRAÇÃO DE CO2 NO AMBIENTE				
C _o = CONCENTRAÇÃO DE CO2 NO AR EXTERNO				
Informacoes Basicas (Ashrae Fund 97 cap 8 pag 8.1):				
1 Met =	Calor rejeitado por uma pessoa em repouso			
1 Met =	340	Btu/h		
1 Met =	18.4	Btu/h/SqFt		
Area de pele de um adulto	19.6	SqFt		

1000 PPM de CO2

A atual legislação prevê que um teor máximo de CO₂ (1000 ppm) deve ser mantido nos ambientes com ar condicionado.

Conforme mostrado nos slides anteriores, o teor de CO₂ nas áreas internas é dependente deste teor no meio exterior (fonte de ar de renovação ambiente).

Encontramos hoje em dia áreas urbanas com teor de CO₂ acima de 650 ppm, que se inserido nas formulas anteriormente mostradas resultariam em taxas de renovação de ar extremamente altas (vazão de ar por pessoa), o que aumentaria muito a carga térmica calculada e o consumo de energia, desnecessariamente.

Para escritórios, é recomendado manter um diferencial de concentração de 700 ppm, o que resulta nos valores típicos recomendados nas tabelas da ABNT e Ashrae.

A vedação da construção (esquadrias, fachadas, portas, etc.) é de grande importância na qualidade do ar interior pois:

- Impede a correta pressurização da edificação, permitindo a entrada de ar exterior não tratado diretamente nos ambientes condicionados;
- A infiltração de ar não tratado causa a elevação da umidade relativa do ar interior, causando desconforto térmico e aumento da proliferação de fungos e bactérias;
- Aumenta o consumo de energia pois causa o aumento da carga térmica associada ao resfriamento e desumidificação do ar exterior;

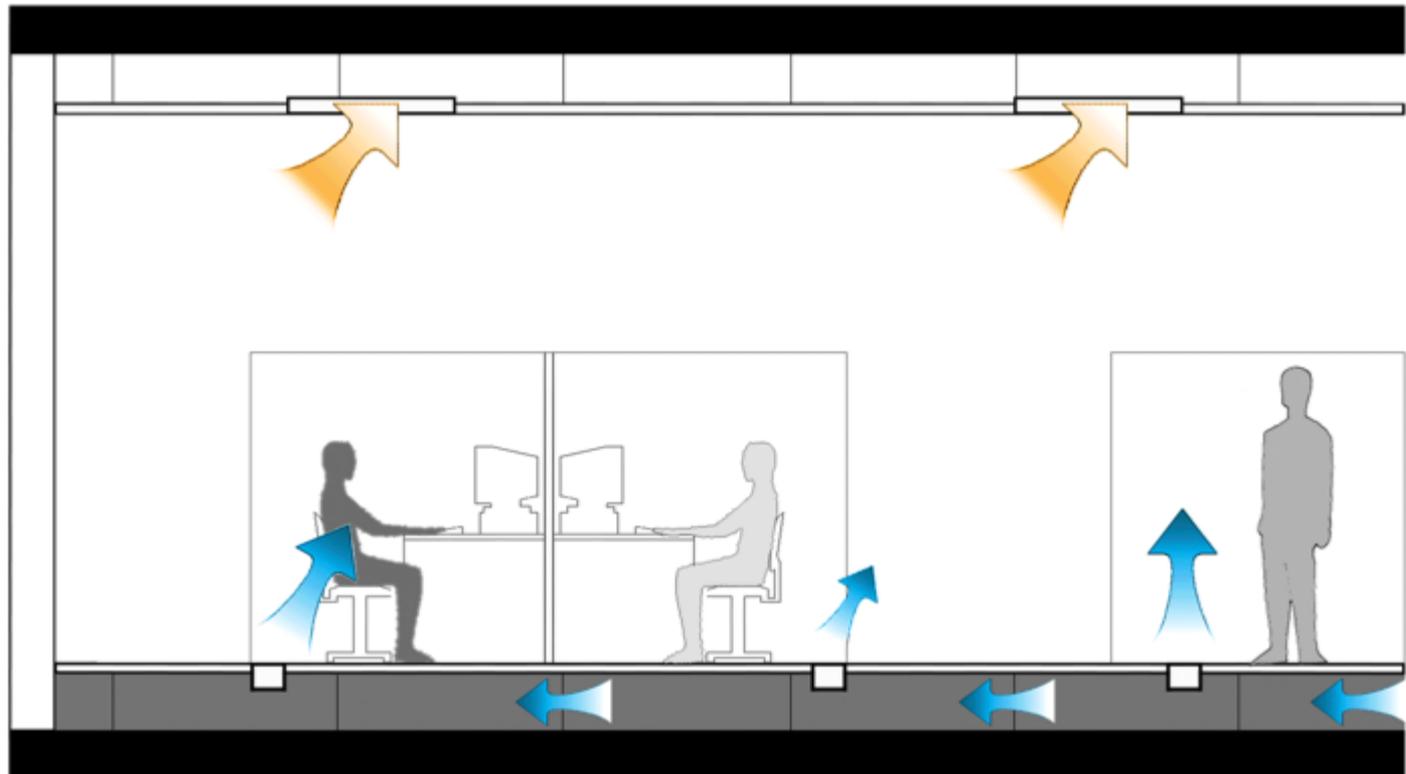
Olhando para a potência dos ventiladores dos condicionadores de ar até a década de 80, vemos hoje um grande aumento do consumo de energia nestes componentes, devido a:

- A perda de pressão dos filtros de ar modernos requeridos pela moderna legislação saiu de 5 a 8 mm ca para 20 mm ca, o que requer maior potencia dos motores destes ventiladores;
- As serpentinas se tornaram mais espessas (maior numero de filas) visando melhor desumidificação e menor consumo de energia no bombeamento de água gelada;

Tipicamente os ventiladores usavam 0,2 CV por TR, e hoje este numero está ao redor de 0,3 CV por TR.

Seria recomendável por parte dos fabricantes uma pesquisa na redução da perda de pressão dos filtros de ar, e aumento da eficiência dos ventiladores

UFAD – Distribuição de ar pelo piso elevado



UFAD – Distribuição de ar pelo piso elevado



Os sistemas UFAD permitem:

- Melhoria da qualidade do ar por terem melhor Índice de Qualidade (Efetividade) da Distribuição de Ar e controle individual de temperatura
- Por essa razão ganham ponto no LEED
- Tem menor consumo de energia (não tem dutos)

Vigas Frias

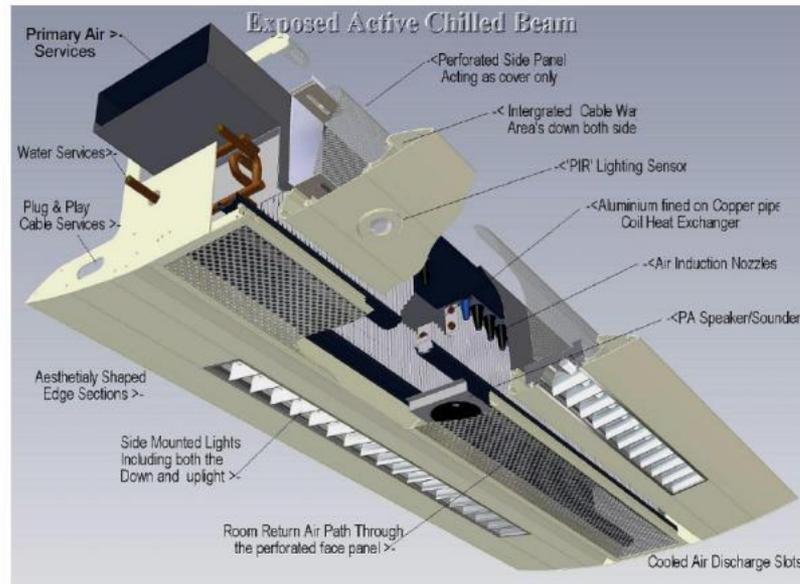
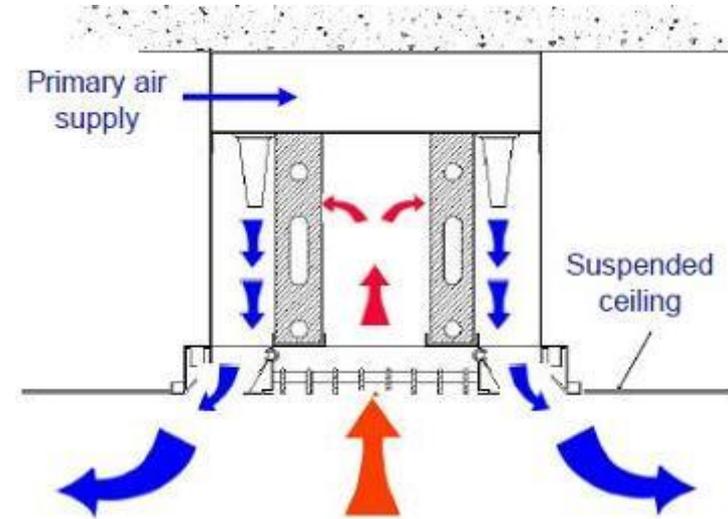


Figure 12: Multi-service Chilled Beams



Os sistemas com Vigas Frias permitem:

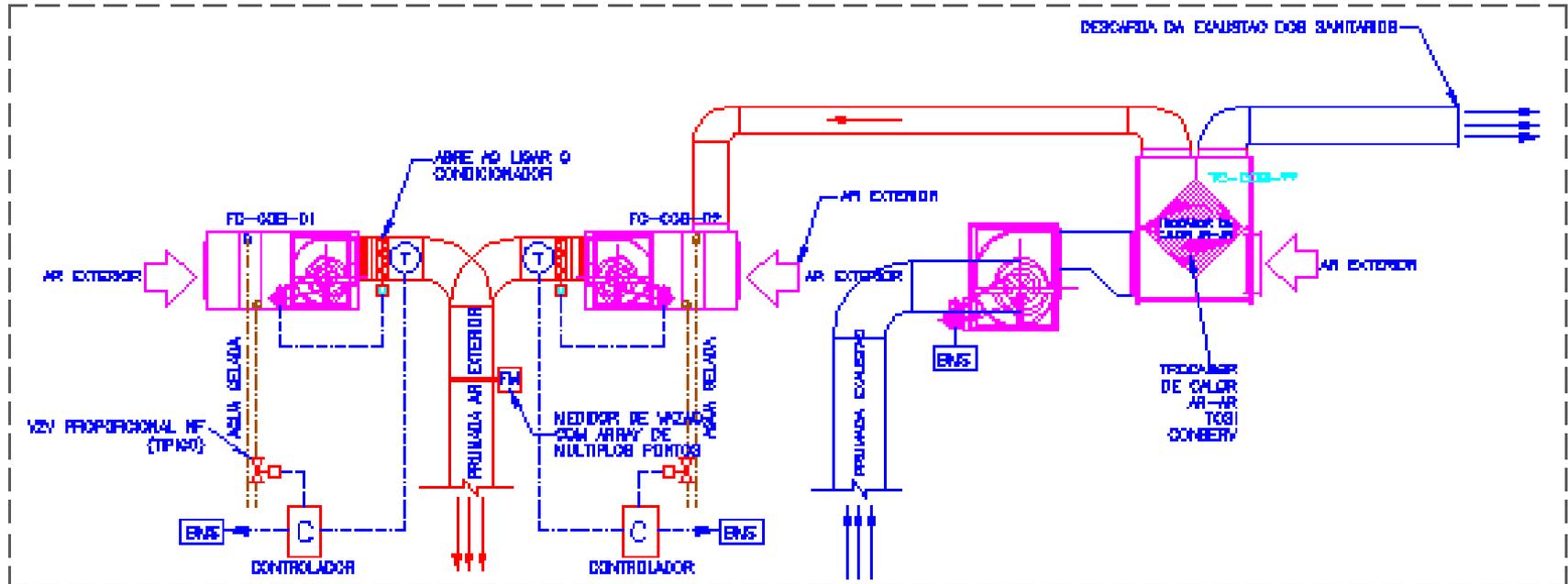
- Melhoria da qualidade do ar
- Controle individual de temperatura
- Tem menor consumo de energia

Uma das técnicas mais interessantes para redução da carga térmica do ar exterior e possibilitar uma maior taxa de renovação do ar ambiente é a combinação do DOAS (Direct Outside Air System) com a recuperação de calor do ar exaurido do prédio.

Nesta situação todo o ar exterior do prédio é pré-tratado (em geral na cobertura do prédio) e lançado nas diversas casas de máquinas dos condicionadores de ar.

Paralelamente o ar exterior troca calor com o ar exaurido (por exemplo de sanitários) permitindo grande economia de energia.

DOAS e recuperação de calor



CONTROLE DOS
CONDICIONADORES DE AR
EXTERIOR NA COBERTURA

Links úteis

Em caso de dúvidas, sugestões críticas relacionadas à QAI consulte a ANVISA pelo link

<http://portal.anvisa.gov.br/fale-com-a-ouvidoria>

Link para baixar o Guia para Inspeção de Sistemas de Ar Condicionado

www.dnqaiabrava.org.br

Conheça os cursos da ABRAVA

<http://abrava.com.br/?p=2753>

Fique por dentro dos eventos do setor!

<http://www.dnqaiabrava.org.br/index.php?p=agenda>



EDISON TITO GUIMARÃES

(21) 2553-4414
etguima@datum.com.br

Obrigado !

www.abrava.com.br