



Desempenho Térmico de edificações

Aula 2: Conforto Térmico

PROFESSOR
**Roberto
Lamberts**

ECV 5161
UFSC
FLORIANÓPOLIS

+ humanas
+ ambientais
+ outras

variáveis

+ balanço ter.
+ adaptativo
+ standard 55

cálculo

estrutura



”**conforto térmico** é o estado mental que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda”. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)

A não satisfação com o ambiente térmico pode ser causada pela sensação de desconforto pelo **calor** ou pelo **frio**, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente



Neutralidade térmica: Estado físico, no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo, seja trocado em igual proporção com o ambiente ao redor, não havendo nem acúmulo de calor, nem perda excessiva do mesmo, mantendo a temperatura corporal constante

Conforto
térmico



Neutralidade
térmica

neutralidade térmica é uma condição necessária mas **não suficiente** para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Um indivíduo que estiver exposto a um campo assimétrico de radiação, pode muito bem estar em neutralidade térmica, porém não estará em conforto térmico

Fatores pelos quais os estudos de conforto térmico são importantes:

1. A **satisfação** do homem permitindo-lhe se sentir termicamente confortável
2. A **performance** humana: As atividades intelectuais, manuais y perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico
3. A **conservação de energia**: Ao conhecer as condições e os parâmetros relativos ao conforto térmico dos ocupantes do ambiente, evitam-se desperdícios com calefação e refrigeração, muitas vezes desnecessários.

variáveis para determinar o conforto

variáveis humanas

MET: Metabolismo

CLO: Vestimenta

variáveis ambientais

Tar: Temperatura do ar

Trad: Temp. radiante $\frac{1}{2}$

Vel: Velocidade do ar

RH: Umidade relativa do ar

outras variáveis

Idade

Raça

Hábitos alimentares

Altura,

Sexo,

etc

Os mecanismos **termorreguladores** são ativados quando as condições térmicas do meio ultrapassam certas faixas de frio ou calor.

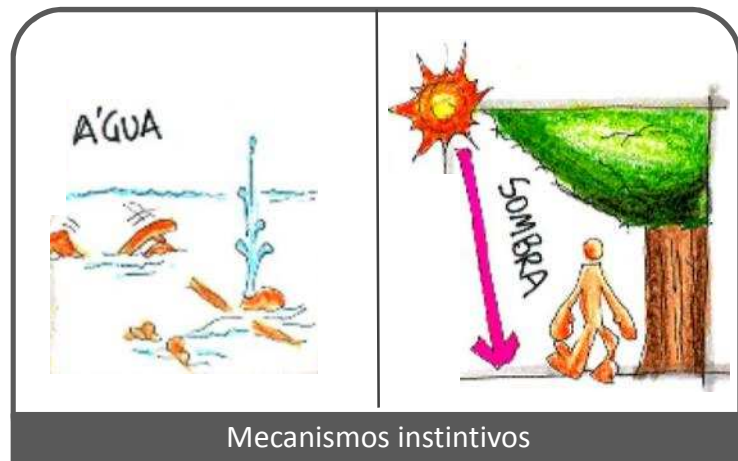
Frio: Evitar perdas térmicas do corpo e aumentar a produção interna de calor.



Mecanismos instintivos e culturais para proteção do **frio**



Mecanismos instintivos e culturais para proteção contra o **calor**



Cada indivíduo possui uma temperatura corporal neutra, na qual não precisa utilizar seus mecanismos de termoregulação (isto é, aquela em que não prefira sentir nem mais frio, nem mais calor no ambiente - situação de neutralidade térmica).

$T_{\text{corpo}} < T_{\text{neutra}}$

- Ocorre neste caso o mecanismo de vaso constricção

$T_{\text{corpo}} < 35^{\circ}\text{C}$

- Ocorre a perda de eficiência (habilidade)

$T_{\text{corpo}} < 31^{\circ}\text{C}$

- Esta situação de temperatura corporal é letal

$T_{\text{corpo}} > T_{\text{neutra}}$

- Ocorre neste caso o mecanismo de vaso dilatação

$T_{\text{corpo}} > 37^{\circ}\text{C}$

- Inicia-se o fenômeno do suor

$T_{\text{corpo}} > 39^{\circ}\text{C}$

- Inicia-se a perda de eficiência

$T_{\text{corpo}} > 43^{\circ}\text{C}$

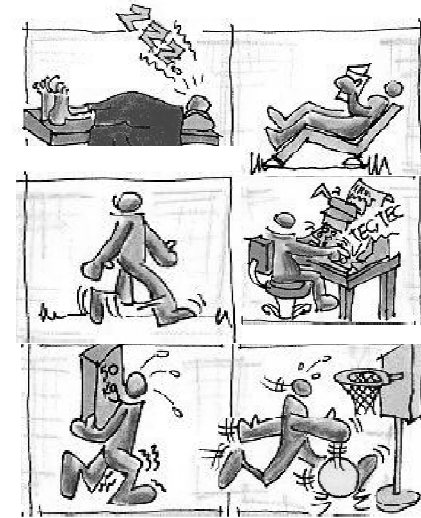
- Esta situação de temperatura corporal é letal

Respostas fisiológicas e comportamentais em função das diferenças entre a temperatura do corpo com a temperatura neutra

Através do metabolismo o organismo adquire energia a partir de elementos combustíveis orgânicos. A quantidade de energia liberada depende da quantidade de atividade muscular (Quanto maior a atividade física, maior o metabolismo).

MET: unidade utilizada para descrever a energia produzida por unidade de área de uma pessoa em repouso (1 MET = 58W/m²)

Atividade	Metabolismo	
	W/m ²	met
Reclinado	46	0,8
Sentado Relaxado	58	1,0
Atividade sedentária (escritório, escola, etc.)	70	1,2
Fazer compras, atividades dlaboratoriais	93	1,6
Trabalhos domésticos	116	2,0
Caminhando em local plano a 2 km/h	110	1,9
Caminhando em local plano a 3 km/h	140	2,4
Caminhando em local plano a 4 km/h	165	2,8
Caminhando em local plano a 5 km/h	200	3,4

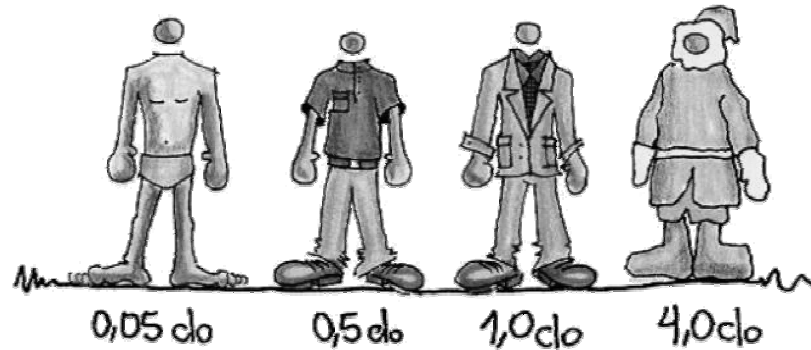


Taxa metabólica para diferentes atividades. Referencia: ISO 7730 (2005)

Vestimenta impõe uma resistência térmica entre o corpo e o meio, representando uma barreira para as trocas de calor por convecção

Vestimenta	Índice de resistência térmica – I_{cl} (clo)
Meia calça	0,10
Meia fina	0,03
Meia grossa	0,05
Calcinha e sutiã	0,03
Cueca	0,03
Cuecão longo	0,10
Camiseta de baixo	0,09
Camisa de baixo mangas compridas	0,12
Camisa manga curta	0,15
Camisa fina mangas comprida	0,20
Camisa manga comprida	0,25
Camisa flanela manga comprida	0,30
Blusa com mangas compridas	0,15
Saia grossa	0,25
Vestido leve	0,15
Vestido grosso manga comprida	0,40
Jaqueta	0,35
Calça fina	0,20
Calça média	0,25
Calça flanela	0,28
Sapatos	0,04

CLO: Unidade de medição da resistência térmica da roupa. (1 clo = 0.155m²°C/W)



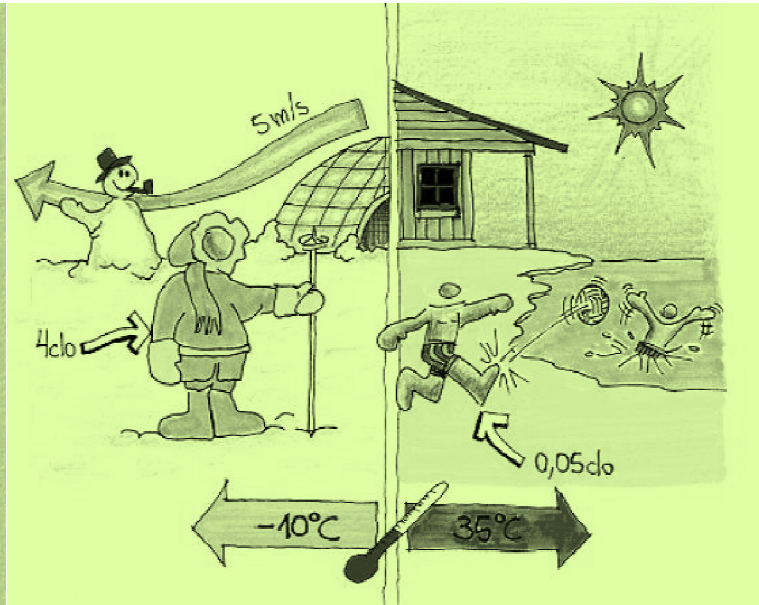
Índice de resistência térmica para vestimentas segundo ISO 7730 (2005)

Roupas

- Bermuda
- Blusa
- Calça Fina
- Calça Grossa
- Calça Média
- Calção
- Camisa
- Camiseta
- Cam. de Baixo
- Cgroula
- Cueca
- Jaqueta
- Meia Fina
- Meia Grossa
- Sapatos
- Tênis

CLO = 1,02

Exercício Interativo - CLO **Fechar**



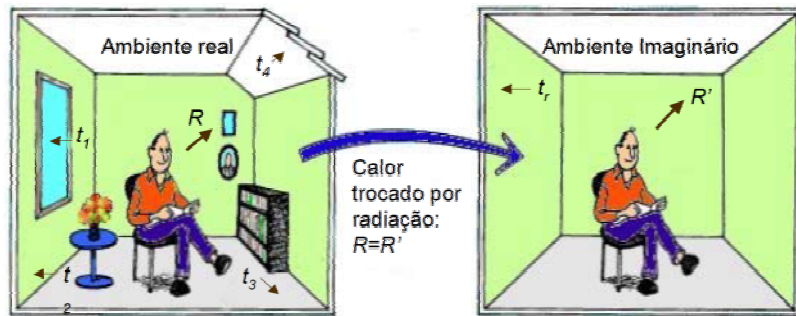
O corpo humano **não sente** a temperatura de um quarto, mas sente a perda ou ganho de energia do corpo no espaço

As condições do ambiente relacionadas com o conforto são:

- + Temperatura do ar
- + Temperatura radiante média
- + Umidade relativa do ar
- + Velocidade do ar

A influencia dos quatro parâmetros na perda ou ganho de energia não é igual, sendo que a temperatura do ar e temperatura radiante média tem a maior importância. Porém não é suficiente medir só um deles.

Temperatura radiante média: Temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a troca de calor por radiação é igual ao ambiente real não uniforme.



Trocas entre um ambiente real e o corpo e entre um ambiente imaginário e o mesmo corpo, através da temperatura radiante média. Fonte: innova.dk



Trocas de calor entre diferentes corpos

Umidade relativa do ar (UR): fornece o montante de vapor de água no ar, em relação ao montante máximo que pode conter a uma determinada temperatura.

À medida que a temperatura do meio se eleva, dificultando as perdas por convecção e radiação, O organismo aumenta sua eliminação por evaporação. Quanto maior a UR, menor a eficiência da evaporação na remoção do calor.

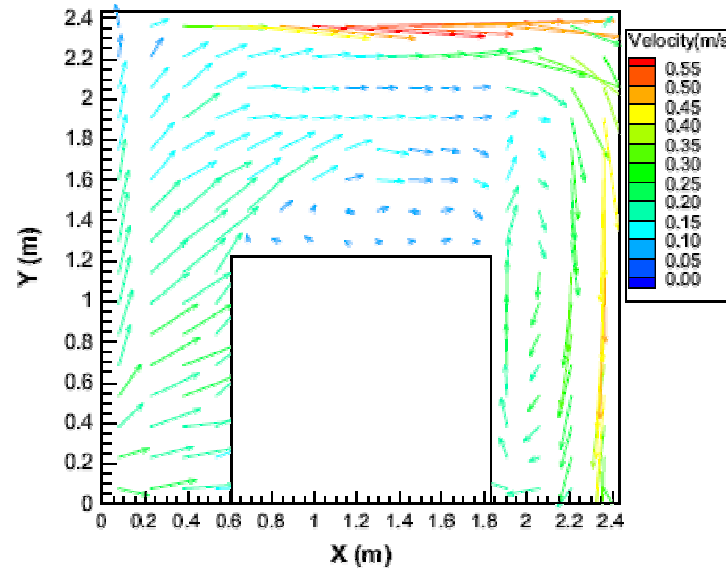
A UR é utilizada para determinar a umidade absoluta (expressa em termos de pressão parcial de vapor), parâmetro que permite determinar as trocas por evaporação entre o homem e o ambiente.



Velocidade do ar:

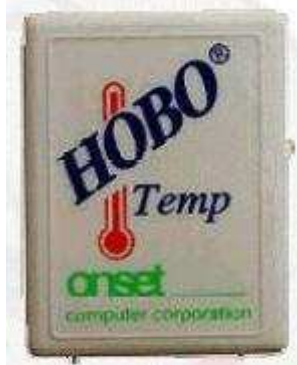
O valor deste parâmetro modifica as trocas de calor por convecção e evaporação de uma pessoa, retirando o ar quente e a água em contato com a pele com mais eficiência e assim, reduzindo a sensação de calor. (quanto maior for, maior será a sensação de perda de calor).

Umidade do ar + velocidade do ar
= Perda de calor por evaporação



Zhang Z (et al). “Evaluation of various turbulence models in predicting airflow and turbulence in enclosed environments by CFD”

Equipamentos para **medição** das variáveis ambientais



sensor

Temperatura do ar



Anemômetro de paletas



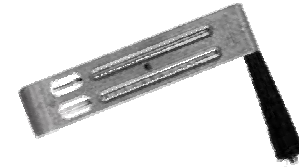
Termo anemômetro

Velocidade do ar



Termômetro de globo.

Temp. radiante 1/2



Psicrômetro giratório para medição de TBS e TBU

Umidade relativa

Cálculo da **temperatura radiante média**: pode se calcular através da T. globo e T. do ar

Convecção natural (3)

$$h_{cg} = 1,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta T}{D}}$$

Convecção forçada (4)

$$h_{cg} = 6,3 \frac{V^{0,6}}{D^{0,4}}$$

Onde:

h_{cg}	é o coeficiente de troca de calor por convecção do globo;
ΔT	é a diferença de temperatura (tg - ta)
D	é o diametro do globo (normal/ 15cm)
V	é a Velocidade do ar (m/s)

Coefficiente de troca de calor por convecção:
Utiliza se para definir a equação a ser adotada no calculo da temperatura radiante média

Convecção natural

$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{(t_g + 273)^4 + 0,4 \cdot 10^8 \cdot \sqrt[4]{|t_g - t_a|} \cdot (t_g - t_a)} - 273$$

Convecção forçada

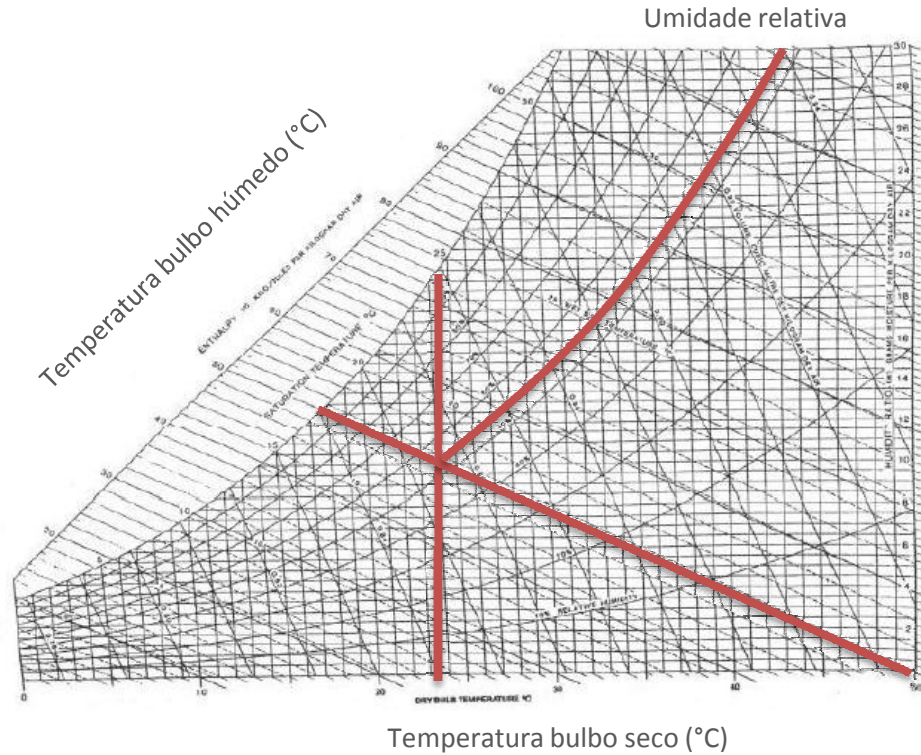
$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot V^{0,6} \cdot (t_g - t_a)} - 273$$

Onde:

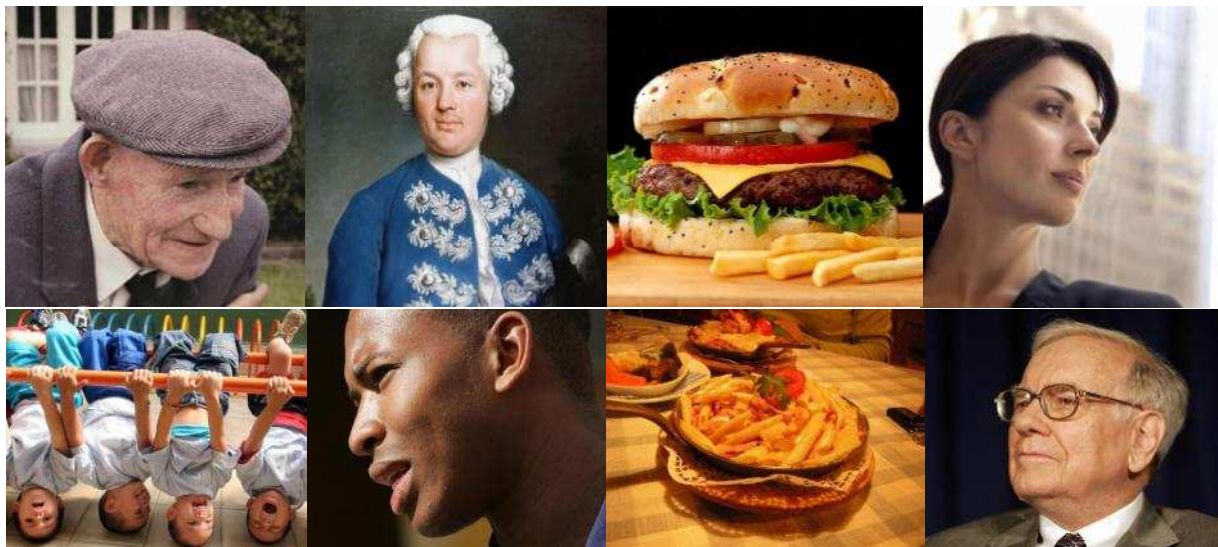
tg	é a temperatura de termômetro de globo (C°);
ta	é a temperatura do ar (°C);
V	é a Velocidade do ar (m/s)

Dependendo do “Coeficiente de troca de calor” que for maior, adota se a temperatura radiante média para a forma de convecção correspondente a esse coeficiente

Cálculo da umidade relativa: **carta psicrométrica**



- + Idade
- + Raça
- + Hábitos alimentares
- + Altura
- + Sexo



- + Balanço de calor (PMV)
- + Adaptativo

Com o intuito de avaliar o efeito conjunto das variáveis de conforto térmico, alguns pesquisadores sugerem diferentes índices de conforto térmico. Estes podem ser divididos em dois grandes grupos: Os que estão baseados no **balanço** de calor (sendo o voto médio predito ou PMV o mais conhecido deles) e os que têm uma abordagem **adaptativa**.

De forma geral, estes índices são desenvolvidos fixando um tipo de atividade e a vestimenta do indivíduo para, a partir daí, relacionar as variáveis do ambiente e reunir, sob a forma de cartas ou nomogramas, as diversas condições ambientais que proporcionam respostas iguais por parte dos indivíduos.

PMV: O “voto médio predito” é um índice que prevê o valor médio de um grande grupo de pessoas, segundo a escala de sensações de 7 pontos (ASHRAE). Foi criado através de análises estatísticas de acordo com resultados obtidos por Fanger (1972) em estudos na Dinamarca em câmaras climatizadas. Nesses estudos as pessoas registravam seus votos sobre a escala sétima, que aponta desde muito frio até muito quente.

+3	• Muito quente
+2	• Quente
+1	• Levemente quente
0	• Neutro
-1	• Levemente frio
-2	• Frio
-3	• Muito frio

A escala sétima da ASHRAE, ou escala de sete pontos é utilizada para determinação real das sensações térmicas das pessoas

A sensação real sentida pela pessoa, é representada pela equação do PMV

$$PMV = (0,303 e^{-0,036M} + 0,028) \cdot L$$

Onde:

PMV= voto médio estimado, ou voto de sensação de conforto térmico

M= Atividade desempenhada pelo individuo

L= Carga térmica atuante sobre o corpo

Substituindo o valor de “L” a equação do PMV fica da forma a seguir:

$$PMV = (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,028) \cdot \{(M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99(M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a)\}$$

Onde:

M = Taxa metabólica, em W/m²,

W = Trabalho mecânico, em W/m², sendo nulo para a maioria das atividades,

Icl = Resistência térmica das roupas, em m²·°C/W,

fcl = Razão entre a área superficial do corpo vestido, pela área do corpo nú,

ta = Temperatura do ar, em °C,

tr = Temperatura radiante média, em °C,

var = Velocidade relativa do ar, em m/s,

pa = Pressão parcial do vapor de água, em Pa,

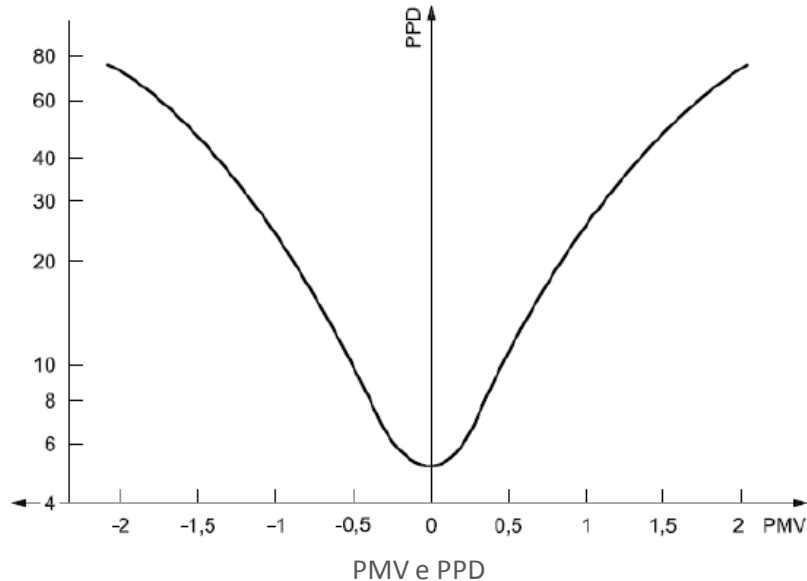
hc = Coeficiente de transferência de calor por convecção, em W/m²·°C,

tcl = Temperatura superficial das roupas, em °C.

Pode ser obtida a partir do MET
(1MET=58,2W/m²)

Pode ser obtida a partir do CLO
(1CLO=0,155m²·C/W)

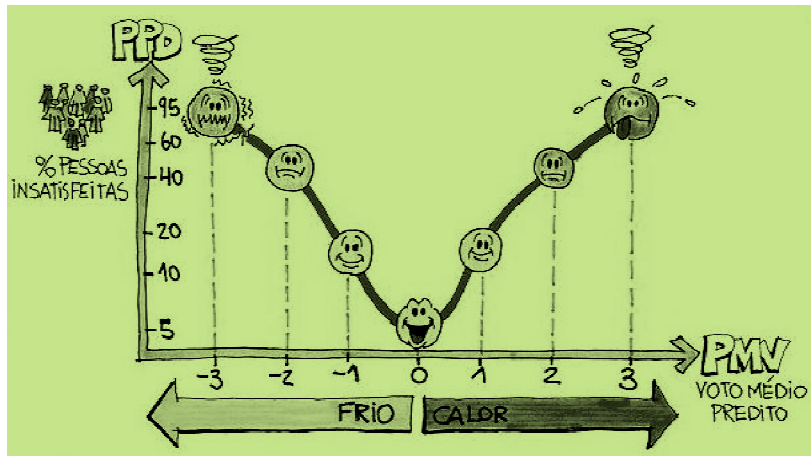
Devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis térmicamente. O **PPV** (percentagem de pessoas insatisfeitas) estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas térmicamente com o ambiente.



O PPD se baseia na percentagem de um grande grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio (voto +3, +2 ou -3 e -2, na escala sétima de sensações). Ele pode ser determinado analiticamente (conforme a equação abaixo em função do PMV), ou extraído da figura a seguir:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-[0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2]}$$

Devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis térmicamente. O **PPV** (percentagem de pessoas insatisfeitas) estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas térmicamente com o ambiente.



PMV e PPD

O PPD se baseia na percentagem de um grande grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio (voto +3, +2 ou -3 e -2, na escala sétima de sensações). Ele pode ser determinado analiticamente (conforme a equação abaixo em função do PMV), ou extraído da figura a seguir:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-[0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2]}$$

O PMV e PPD também pode ser calculado mediante diferentes programas computacionais. O programa “Analysis CST” desenvolvido no Labeee, torna mais acessível o método desenvolvido por Fanger.

The screenshot shows the 'Análise De Conforto Térmico' window with the following data and settings:

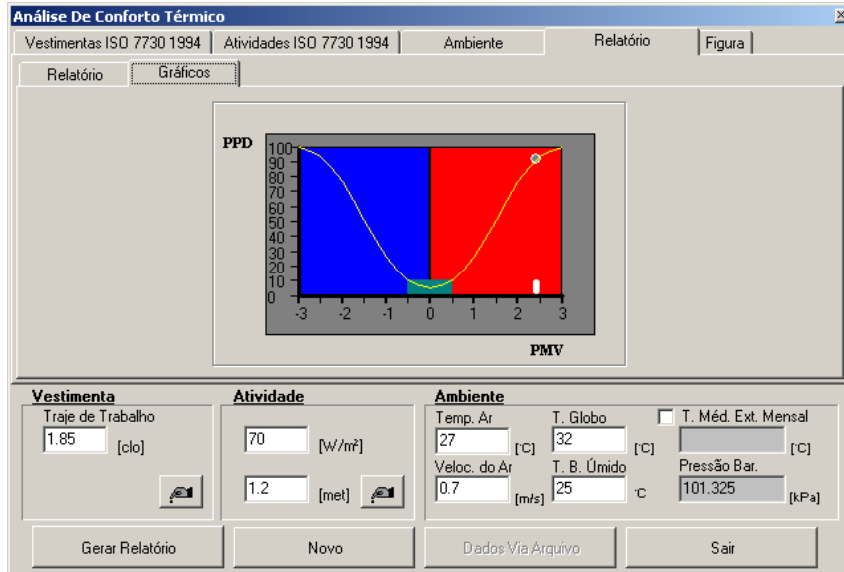
- Vestimentas ISO 7730 1994:** Traje de Trabalho (1.85 [clo])
- Atividades ISO 7730 1994:** 70 [W/m²] and 1.2 [met]
- Ambiente:**
 - Temp. do Ar: 27 [°C]
 - Velocidade do Ar: 0.7 [m/s]
 - Temp. de Globo: 32 [°C]
 - Temp. Radiante Média: (unselected)
 - Temp. de Bulbo Úmido: 25 [°C]
 - Umidade Relativa: (unselected)
 - Temp. De Orvalho: (unselected)
 - T. Méd. Ext. Mensal: (unselected)
 - Pressão Bar.: 101.325 [kPa]
- Altitude/Pressão:**
 - Nível do Mar: (selected)
 - Acima do Nível do Mar: (unselected)
 - Pressão Barométrica: (unselected)

Buttons at the bottom: Gerar Relatório, Novo, Dados Via Arquivo, Sair.

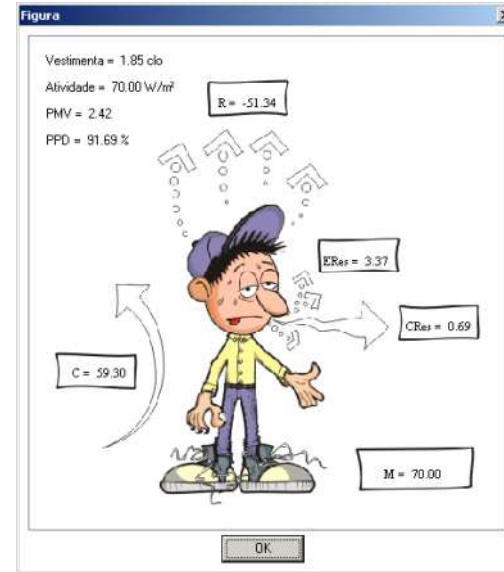
Tela do Analysis CST para calculo de conforto térmico

Tela da ilustração das trocas térmicas do Analysis CST para calculo de conforto térmico

O PMV e PPD também pode ser calculado mediante diferentes programas computacionais. O programa “Analysis CST” desenvolvido no Labeee, torna mais acessível o método desenvolvido por Fanger.



Tela do Analysis CST para calculo de conforto térmico



Tela da ilustração das trocas térmicas do Analysis CST para calculo de conforto térmico

Table E.1 — Activity level: 48,4 W/m² (0,8 met)

Clothing		Operative temperature °C	Relative air velocity									
clo	m ² · K/W		m/s									
			< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00		
0	0	27	-2,55	-2,55								
		28	-1,74	-1,76	-2,23	-2,62						
		29	-0,93	-1,02	-1,42	-1,75						
		30	-0,14	-0,28	-0,60	-0,88						
		31	0,63	0,46	0,21	0,01						
		32	1,39	1,21	1,04	0,89						
		33	2,12	1,97	1,87	1,78						
0,25	0,039	34		2,73	2,71	2,68						
		26	-1,92	-1,94	-2,29	-2,57						
		27	-1,30	-1,36	-1,67	-1,92	-2,31	-2,62				
		28	-0,69	-0,78	-1,05	-1,26	-1,60	-1,87	-2,10	-2,89		
		29	-0,08	-0,20	-0,42	-0,60	-0,89	-1,12	-1,31	-1,97		
		30	0,53	0,39	0,21	0,06	-0,17	-0,36	-0,51	-1,05		
		31	1,12	0,99	0,84	0,73	0,55	0,41	0,29	-0,13		
0,5	0,076	32	1,71	1,58	1,49	1,41	1,28	1,18	1,09	0,80		
		33	2,29	2,19	2,13	2,08	2,01	1,95	1,90	1,73		
		25	-1,54	-1,59	-1,84	-2,04	-2,34	-2,57				
		26	-1,04	-1,12	-1,34	-1,51	-1,78	-1,98	-2,15			
		27	-0,55	-0,64	-0,83	-0,98	-1,22	-1,40	-1,54	-2,03		
		28	-0,05	-0,15	-0,32	-0,45	-0,65	-0,81	-0,93	-1,36		
		29	0,45	0,34	0,20	0,09	-0,09	-0,22	-0,32	-0,67		
0,75	0,116	30	0,94	0,83	0,72	0,63	0,49	0,38	0,29	0,01		
		31	1,44	1,33	1,24	1,17	1,06	0,98	0,91	0,69		
		32	1,92	1,83	1,76	1,71	1,64	1,58	1,54	1,38		
		24	1,26	-1,31	-1,51	-1,65	-1,87	-2,03	-2,17			
		25	-0,84	-0,91	-1,08	-1,21	-1,41	-1,56	-1,67	-2,05		
		26	-0,42	-0,51	-0,66	-0,77	-0,95	-1,08	-1,18	-1,52		
		27	-0,01	-0,10	-0,23	-0,33	-0,49	-0,60	-0,69	-0,98		
		28	0,41	0,32	0,20	0,11	-0,02	-0,12	-0,19	-0,45		
		29	0,83	0,73	0,63	0,56	0,45	0,37	0,30	0,09		
		30	1,25	1,15	1,07	1,01	0,93	0,86	0,81	0,63		
		31	1,66	1,57	1,51	1,47	1,40	1,35	1,31	1,18		

O PMV também pode ser calculado pelas tabelas do anexo E da norma ISO 7730.

Elas aplicam se para valores de HR de 50%

Table E.3 — Activity level: 69,6 W/m² (1,2 met)

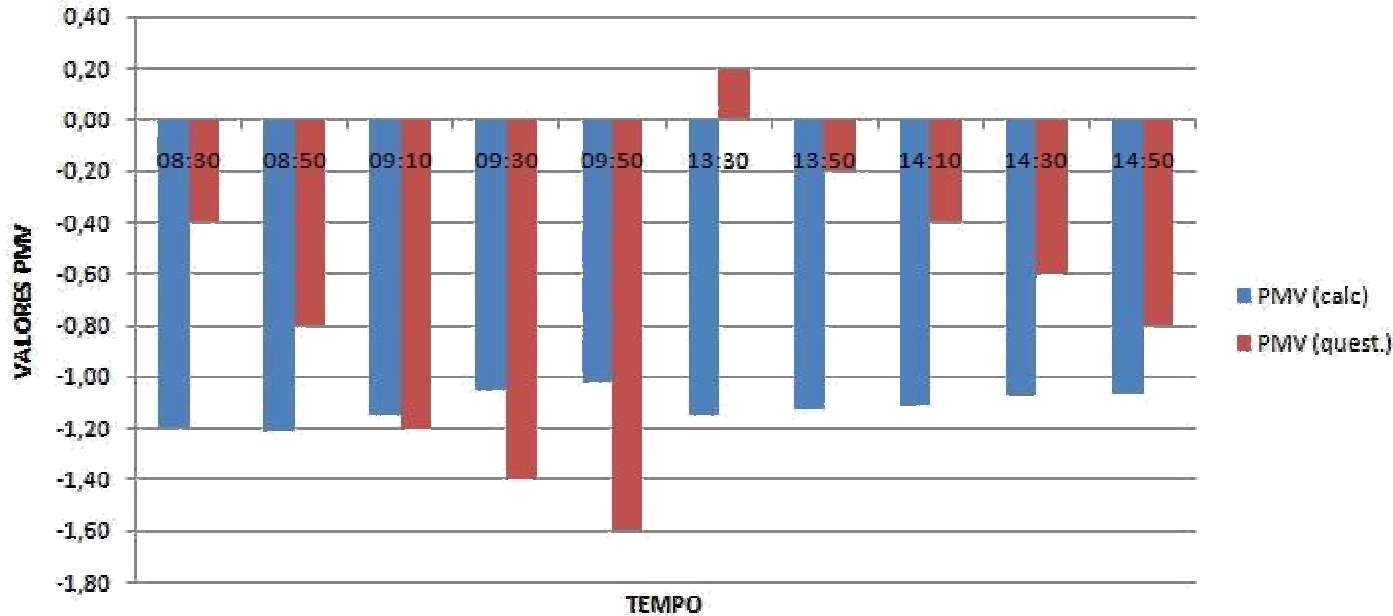
Clothing		Operative temperature °C	Relative air velocity										
clo	m ² · K/W		m/s										
			< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00			
0	0	25	-1,33	-1,33	-1,59	-1,92							
		26	-0,83	-0,83	-1,11	-1,40							
		27	-0,33	-0,33	-0,63	-0,88							
		28	0,15	0,12	-0,14	-0,36							
		29	0,63	0,56	0,35	0,17							
		30	1,10	1,01	0,84	0,69							
		31	1,57	1,47	1,34	1,24							
		32	2,03	1,93	1,85	1,78							
		0,25	0,039	23	-1,18	-1,18	-1,39	-1,61	-1,97	-2,25			
				24	-0,79	-0,79	-1,02	-1,22	-1,54	-1,80	-2,01		
25	-0,42			-0,42	-0,64	-0,83	-1,11	-1,34	-1,54	-2,21			
26	-0,04			-0,07	-0,27	-0,43	-0,68	-0,89	-1,06	-1,65			
27	0,33			0,29	0,11	-0,03	-0,25	-0,43	-0,58	-1,09			
28	0,71			0,64	0,49	0,37	0,18	0,03	-0,10	-0,54			
29	1,07			0,99	0,87	0,77	0,61	0,49	0,39	0,03			
30	1,43			1,35	1,25	1,17	1,05	0,95	0,87	0,58			

O PMV também pode ser calculado pelas tabelas do anexo E da norma ISO 7730.

Elas aplicam se para valores de HR de 50%

Diferenças com a realidade por causa de serem índices obtidos com dados de câmaras climatizadas nas quais o pesquisador manipula as variáveis.

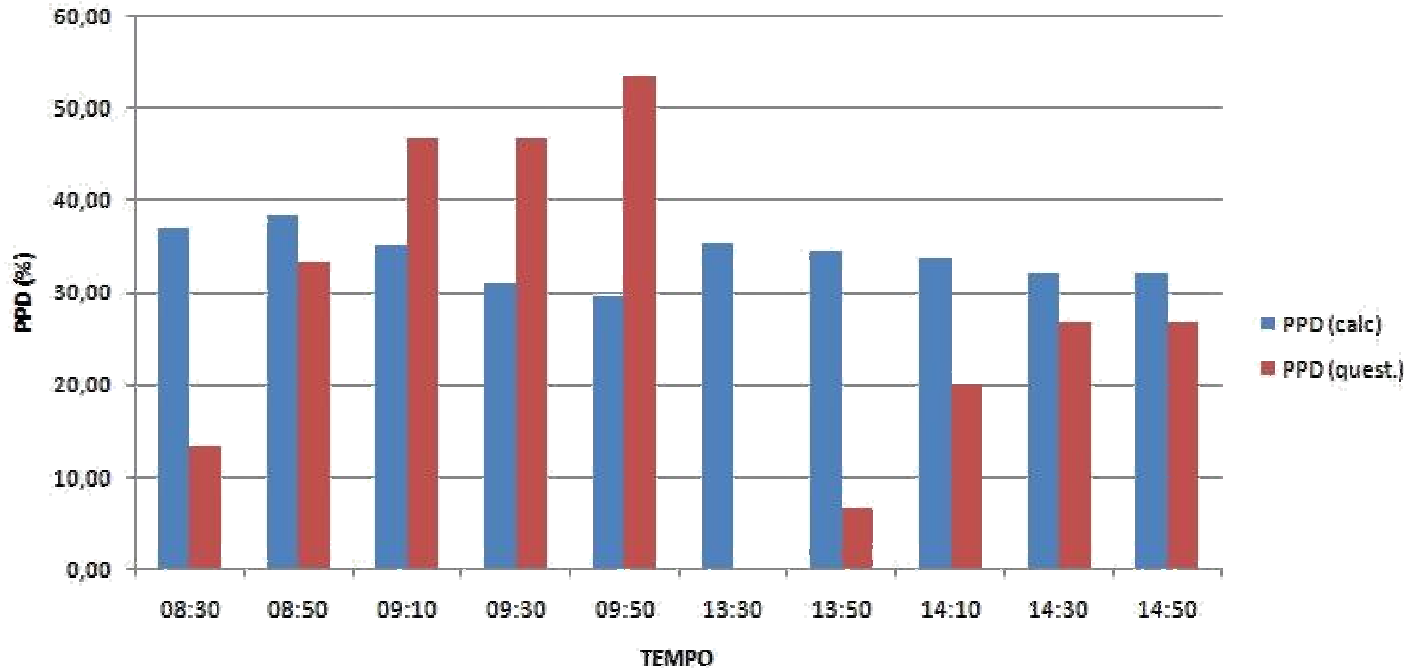
GRÁFICO COMPARATIVO PMV(CALC.) E PMV (QUEST.)



Comparação de cálculo de PMV e PPD com a sensação real das pessoas
Estudo de caso da Disciplina “Conforto Térmico” - ARQ1303 e ECV 4200 - UFSC

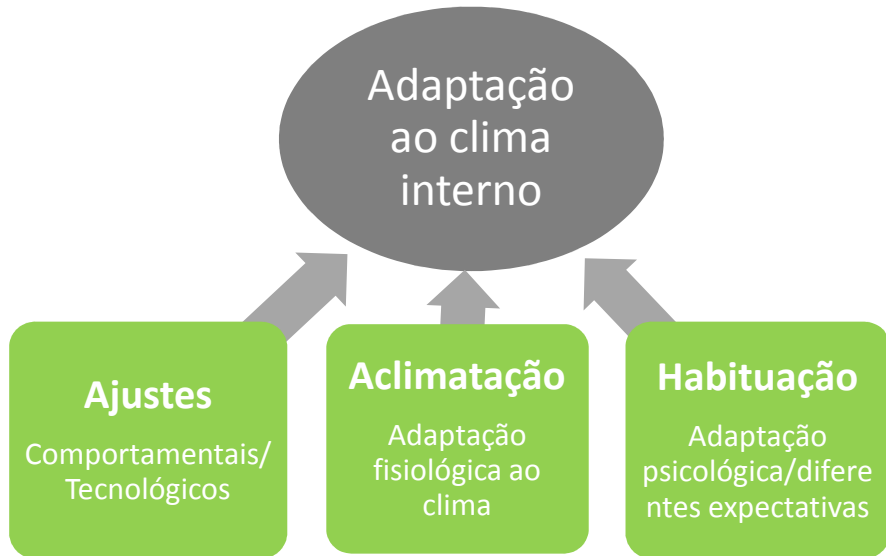
Diferenças com a realidade por causa de serem índices obtidos com dados de câmaras climatizadas nas quais o pesquisador manipula as variáveis.

GRÁFICO COMPARATIVO PPD (CALC.) E PPD (QUEST.)



Comparação de cálculo de PMV e PPD com a sensação real das pessoas
Estudo de caso da Disciplina “Conforto Térmico” - ARQ1303 e ECV 4200 - UFSC

As dúvidas quanto à validade dos resultados do enfoque do balanço térmico em ambientes reais , com pessoas desempenhando suas atividades rotineiras e para diferentes regiões climáticas; fizeram surgir novas pesquisas que deram origem ao enfoque adaptativo.



Os 3 componentes de adaptação ao clima interno.
Adaptado de: DE DEAR, BRAGER, COOPER (1997)

O princípio da teoria **adaptativa** estabelece que ao ocorrer uma mudança de temperatura que produz desconforto, as pessoas reagem de maneira a tentar restaurar seu conforto.

Para isso são considerados outros fatores além dos das físicas fundamentais e fisiologia tais como: demografia (gênero, idade, classe social), contexto (composição da edificação, estação, clima) e cognição (atitudes, preferências e expectativas).

Três **categorias de adaptação:**

- **Ajustes Comportamentais:** Modificações conscientes ou inconscientes
 - Ajustes pessoais: roupa, atividade, postura;
 - Ajustes Tecnológicos ou Ambientais: Fechar/Abrir janelas, ligar o ventilador;
- **Ajustes Fisiológicos:** Mudanças nas respostas fisiológicas
 - Adaptações genéticas: herança genética de um indivíduo ou grupo de pessoas;
 - Aclimatação: mudanças inerentes ao sistema termo-regulador;
- **Ajustes Psicológicos:** Percepções e reações das informações sensoriais
 - Habituação, exposição repetitiva ou crônica, que conduz a uma diminuição da intensidade da sensação evocada anteriormente.

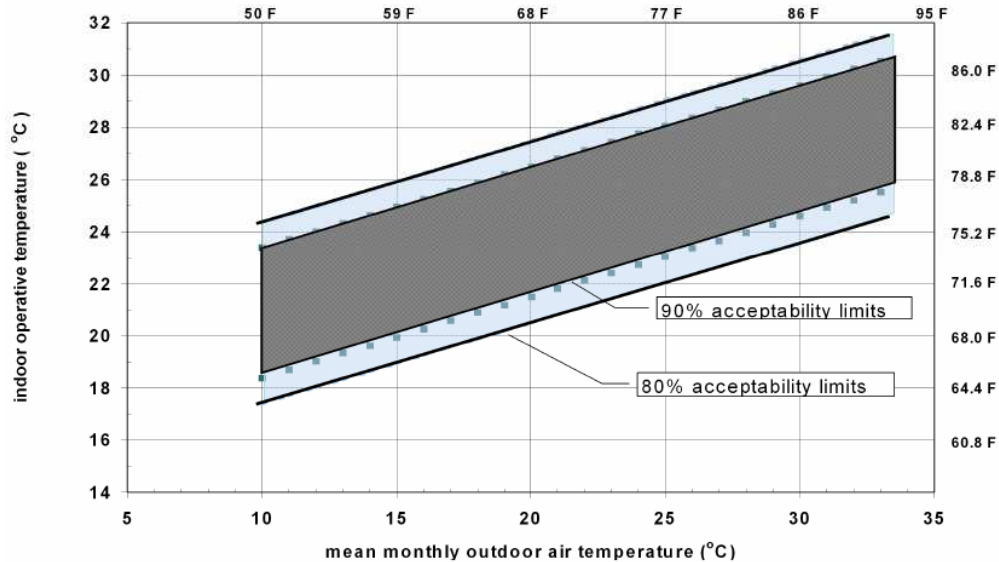
Uma crítica feita ao enfoque adaptativo tem a ver com o fato de não incluir a vestimenta e a atividade, nem os quatro clássicos parâmetros térmicos, os quais tem um impacto indiscutível sobre o balanço térmico humano e, portanto, sobre a sensação térmica.

Expectativa	Classificação das edificações	Valor de e
Alta	Edificações com ar condicionado, localizadas em região onde o ar condicionado é comum. O período de calor é breve e só ocorre durante o verão	0,9 - 1,0
Média	Edificações sem ar condicionado, localizadas numa região onde existem alguns prédios com ar condicionado. O período de calor ocorre durante o verão	0,7 – 0,9
Baixa	Edificações sem ar condicionado, localizadas numa região onde existem poucos prédios com ar condicionado. O período de calor ocorre durante todo o ano.	0,5 – 0,7

Fator de expectativa

Os defensores do enfoque adaptativo tem proposto um fator de expectativa o qual esta relacionado a região e os edifícios aos que uma pessoa esta acostumada habitar. Esse fator pode ser multiplicado ao PMV criando uma ponte entre os dos métodos.

A nova versão da norma americana ASHRAE **Standard 55-2004** contém um método opcional para determinar condições térmicas aceitáveis em espaços naturalmente ventilados. Estudos de campo têm mostrado que a resposta térmica de ocupantes nestes ambientes depende em parte do clima externo e pode diferir da resposta térmica em edifícios com sistema central de ar condicionado.



Limites aceitáveis da temperatura operativa para espaços condicionados naturalmente. ASHRAE 55-2004

Graças a disponibilidade da ventilação, os limites da temperatura operativa podem ser expandidos. As diferentes experiências térmicas, troca de roupas, disponibilidade de controles e mudanças nas expectativas dos ocupantes, permitem expandir esses limites.

ISO 7730: *Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.*

ISO 7726: *Ambientes Térmicos - Instrumentos e Métodos para medições das quantidades físicas.*

Desconforto localizado:

Assimetria
de radiação



Correntes de ar



Diferença na temp. do
ar no sentido vertical



Pisos aquecidos
ou resfriados

