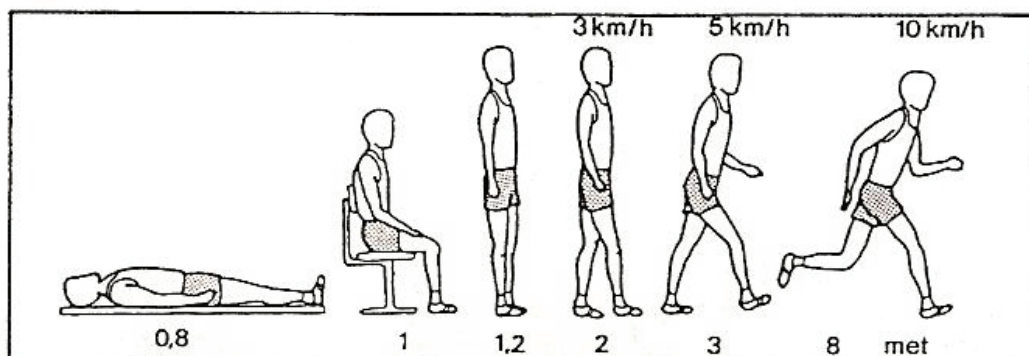


Avaliação subjectiva do Conforto Termofisiológico segundo Fanger

Uma das formas mais comuns de avaliação do conforto térmico do vestuário é através de inquéritos a indivíduos, sobre as sensações apercebidas durante o seu uso do vestuário, em condições climáticas controladas. As respostas são frequentemente descritas em termos de expressões subjectivas, em escalas de conforto ou de sensação térmica.

Baseado neste método Fanger em 1970 (ASHRAE 1989), desenvolveu um modelo matemático para definir a zona neutra do conforto térmico para o homem, para combinações de diferentes níveis de actividade física e vestuário (Tabela All.1 e All.2 respectivamente), em combinação com as diferentes variáveis ambientais (temperatura e velocidade relativa do ar).

Tabela All.1: Níveis de Actividade Física e Respectivas Taxas Metabólicas dos Indivíduos (ASHRAE 1989)

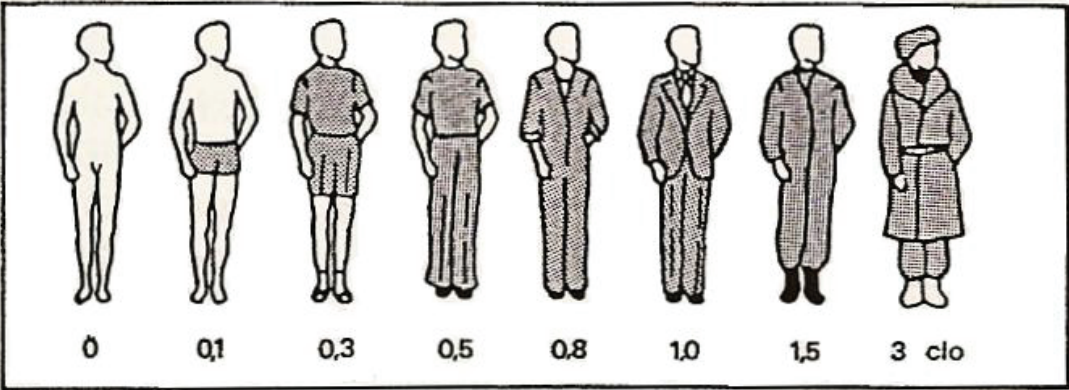


Examples of estimates of metabolic rates (M) for use in the PMV thermal comfort equation of Fanger (1970)

Activity	Met	$W m^{-2}$
Lying down	0.8	47
Seated quietly	1.0	58
Sedentary activity (office, home, laboratory, school)	1.2	70
Standing, relaxed	1.2	70
Light activity, standing (shopping, laboratory, light industry)	1.6	93
Medium activity, standing (shop assistant, domestic work, machine work)	2.0	116
High activity (heavy machine work, garage work)	3.0	175

Fanger criou assim o índice de PMV (Predicted Mean Vote) que é o voto médio previsto, utilizado para prever a avaliação da sensação térmica do corpo como, um todo, numa escala de sete pontos, de frio a quente (que mais tarde viria a ser a escala de sensações térmicas da ASHRAE).

Tabela AII.2: Valores de Isolamento Térmico do Vestuário em clo (ASHRAE 1989)



Examples of estimates of clothing insulation values (I_{cl}) for use in the PMV thermal equation of Fanger (1970)

Clothing ensemble	Clo	$m^2 K W^{-1}$
Naked	0	0
Shorts	0.1	0.016
<i>Typical tropical clothing outfit</i> Briefs (underpants), shorts, open neck shirt with short sleeves, light socks and sandals	0.3	0.047
<i>Light summer clothing</i> Briefs, long lightweight trousers, open neck shirt with short sleeves, light socks and shoes	0.5	0.078
<i>Working clothes</i> Underwear, cotton working shirt with long sleeves, working trousers, woollen socks and shoes	0.8	0.124
<i>Typical indoor winter clothing combination</i> Underwear, shirt with long sleeves, trousers, sweater with long sleeves, heavy socks and shoes	1.0	0.155
<i>Heavy traditional European business suit</i> Cotton underwear with long legs and sleeves, shirt, suit comprising trousers, jacket and waistcoat (US vest), woollen socks and heavy shoes	1.5	0.233

Baseado no trabalho de Fanger, a American Society of Heating and Ventilating Engineers desenvolveu cartas de conforto e índices de sensações térmicas para a previsão de níveis de conforto sob as combinações de diferentes níveis de isolamento térmico do vestuário, de nível

metabólico, de temperaturas do ar e de temperatura de bolbo molhado (ou temperatura radiante) (Tabela All.3), dando origem às normas ASHRAE de 1993 (ASHRAE 1997).

Tabela All.3: Calculo do Voto Médio Previsto (PMV) (ASHRAE 1989)

Predicted mean vote (PMV) values from Fanger (1970). Assume $rh = 50\%$; still air; and $t_a = t_r$ PMV: +3, hot; +2, slightly warm; +1, warm; 0, neutral; -1, slightly cool; -2, cool; -3, cold							
$t_a = t_r$	I_{cl}, Clo						
	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
$M = 1 \text{ Met; var} = 0.1 \text{ m s}^{-1}$							
10						-2.2	-1.4
12						-1.8	-1.0
14					-2.5	-1.4	-0.7
16				-2.5	-1.9	-1.0	-0.3
18				-1.9	-1.4	-0.5	0.0
20			-2.3	-1.3	-0.9	-0.1	0.4
22		-2.3	-1.5	-0.7	-0.3	0.4	0.8
24	-2.3	-1.4	-0.8	-0.1	0.2	0.8	1.1
26	-1.2	-0.5	0.0	0.6	0.8	1.2	1.5
28	-0.1	0.4	0.8	1.2	1.4	1.7	1.9
30	1.0	1.3	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3
32	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6
$M = 1.2 \text{ Met; var} = 0.1 \text{ m s}^{-1}$							
10					-2.7	-1.6	-0.9
12				-2.8	-2.2	-1.2	-0.6
14				-2.3	-1.8	-0.9	-0.3
16			-2.8	-1.8	-1.3	-0.5	0.0
18		-2.9	-2.1	-1.2	-0.8	-0.1	0.3
20		-2.2	-1.5	-0.7	-0.4	0.2	0.6
22	-2.3	-1.4	-0.8	-0.2	0.1	0.6	0.9
24	-1.4	-0.7	-0.2	0.3	0.6	1.0	1.3
26	-0.5	0.1	0.4	0.8	1.0	1.4	1.6
28	0.4	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
30	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
32	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4
$M = 1.6 \text{ Met; var} = 0.1 \text{ m s}^{-1}$							
10				-2.0	-1.5	-0.7	-0.2
12			-2.6	-1.6	-1.2	-0.4	0.0
14		-2.9	-2.1	-1.3	-0.9	-0.2	0.3
16		-2.4	-1.7	-0.9	-0.5	0.1	0.5
18	-2.8	-1.8	-1.2	-0.5	-0.2	0.4	0.7
20	-2.1	-1.3	-0.7	-0.1	0.2	0.6	0.9
22	-1.4	-0.7	-0.2	0.3	0.5	0.9	1.2
24	-0.7	-0.2	0.2	0.7	0.8	1.2	1.4
26	0.0	0.4	0.7	1.1	1.2	1.5	1.6
28	0.7	1.0	1.2	1.5	1.6	1.8	1.9
30	1.4	1.6	1.7	1.9	1.9	2.0	2.1
32	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4

No caso específico deste trabalho as condições seleccionadas para a avaliação do PMV são:

- Humidade Relativa de 50%, uma temperatura média do ar de 22°C, equivalente aos valores de um escritório (e também para temperaturas de 26°C e 28°C a simular ambientes mais quentes).

- Gastos energéticos do corpo humano de 2.2 Met relativos a uma actividade sedentária (escritório, casa, laboratório, escola),
- para um ar mais ou menos parado com velocidade de 0,1 m/s

Para tal foram calculadas as equações do PMV com base nos valores tabelados, (Figura AIII.1) tendo-se escolhido uma equação de segundo grau, por ser a que mais se adequava simultaneamente aos dados das três temperaturas seleccionadas para o estudo.

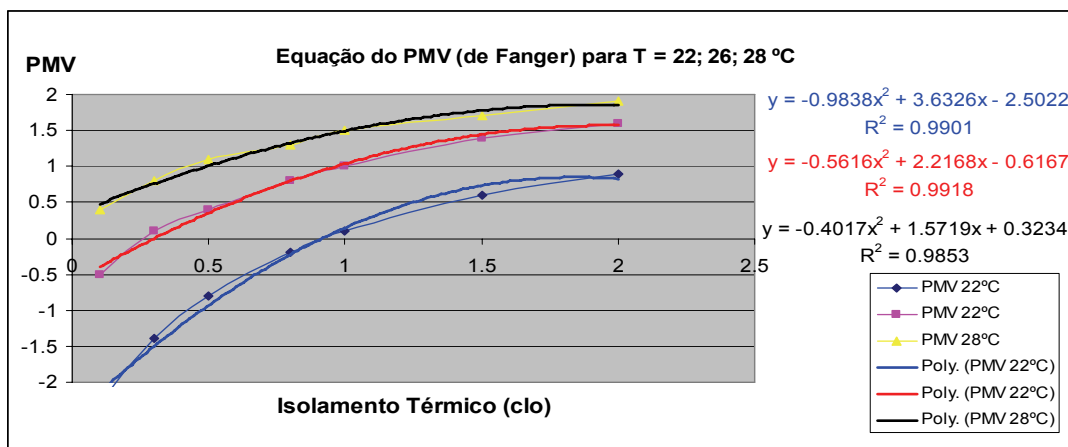


Figura AII.1. Representação Gráfica do PMV e Respectivas Equações nas Condições Específicas de: HR de 50%; Gastos Energéticos de 2,2 Met, e Temperaturas de 22, 26 e 28 °C