

FLUTUAÇÕES HORÁRIAS DOS LIMITES DE CONFORTO TÉRMICO: UMA HIPÓTESE DE MODELO ADAPTATIVO

Maurício Roriz

Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - Fone (016) 260-8262 ramal 232
E-mail: m.roriz@zaz.com.br

RESUMO

Discute-se neste artigo uma hipótese sobre limites confortáveis de temperatura do ar em ambientes internos. Essa hipótese conjuga observações práticas e modelos teóricos sobre as sensações térmicas humanas. Alguns dos modelos atualmente mais aceitos consideram a capacidade humana de adaptação ao meio, reforçando antiga teoria de que, no interior de edificações, as preferências térmicas das pessoas variem em função das condições climáticas. Mesmo estes modelos, entretanto, geralmente adotam intervalos constantes de conforto ao longo das horas do dia. A suposição aqui discutida é de que as temperaturas de conforto acompanhem a oscilação horária da temperatura exterior.

ABSTRACT

This paper discusses a hypothesis about comfortable limits of the indoor air temperature. This hypothesis associates practical observations with theoretical models of human thermal perception. Some of the recent theoretical models consider the human adaptive capability to environmental conditions, strengthening previous concepts wherein the indoor human thermal preferences vary according to the outdoor climate conditions. However, even these models usually consider fixed comfort intervals during all the hours of the day. The supposition here is that indoor comfortable temperatures follow the hourly oscillation of the outdoor temperature.

1. INTRODUÇÃO

Conforto Térmico tem sido definido como a condição mental que expressa a satisfação do indivíduo com o seu ambiente térmico (ASHRAE 2001). Trata-se, portanto, de algo tipicamente subjetivo.

Em relação à definição das condições ambientais de conforto, a literatura especializada revela entre os especialistas internacionais a existência de duas correntes de pensamento. Uma delas parte do pressuposto de que, por serem biologicamente idênticas, as pessoas de qualquer parte do planeta devem ter as mesmas preferências térmicas. Este grupo acredita, portanto, que os limites confortáveis de temperatura possam ser universais. O principal representante desta linha tem sido Fanger, que desenvolveu minuciosas pesquisas sobre a importância relativa de cada fator envolvido na sensação humana de calor e formulou equações extremamente detalhadas para a sua quantificação. Fanger (1972) realizou suas pesquisas com populações da Dinamarca e dos Estados Unidos, usando câmaras climáticas, ambientes que permitem ao pesquisador controlar as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar. As pessoas permaneciam algum tempo nas câmaras e respondiam questionários sobre suas sensações térmicas. As conclusões de Fanger foram baseadas nestas respostas e em equações teóricas sobre trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente. Esta abordagem ficou conhecida como “analítica” ou “racional” e considera as influências de parâmetros individuais (peso, roupa e taxa metabólica), e parâmetros ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante,

velocidade e umidade do ar). As equações de Fanger foram amplamente aceitas e serviram de base para importantes normas como, por exemplo, a ANSI/ASHRAE 55 (1992) e a ISO 7730 (1994).

A outra corrente adota uma abordagem denominada “adaptativa”, pois alega que, quando ocorre alguma mudança ambiental que provoque desconforto, as pessoas procuram tomar providências que restabeleçam as condições confortáveis. Tais providências podem ser desde a troca de roupas até abrir ou fechar janelas, acionar ventiladores, ajustar um toldo de proteção solar, etc..

Um dos primeiros estudos importantes em defesa desta segunda corrente foi publicado por Humphreys (1978). Ao examinar os resultados de aproximadamente sessenta estudos de campo, realizados em diversas regiões do planeta, o pesquisador observou que as temperaturas preferidas nos interiores das edificações apresentavam acentuada dependência em relação às médias mensais das temperaturas externas. Para ambientes sem climatização artificial, esta dependência poderia ser expressa por uma equação linear. Mais recentemente, o mesmo autor apresentou estudo mais completo (HUMPHREYS e NICOL, 2001) propondo uma modificação nas equações de Fanger, no sentido de torná-las sensíveis ao caráter adaptativo das sensações térmicas humanas.

Além das ações humanas conscientes de preservação do conforto, um outro argumento contra a adoção de limites universais para temperaturas confortáveis é a própria aclimação. Devido à sua reconhecida capacidade de adaptação, o ser humano desenvolve “uma série de compensações, (...) favorecendo suas condições de sobrevivência diante de mudanças ambientais” (COLES et al, 2002). Assim, povos habituados a zonas mais quentes, por exemplo, seriam mais intolerantes ao frio e aceitariam temperaturas mais altas, ocorrendo o inverso com aqueles acostumados a viver em regiões mais frias.

Mas mesmo antes do primeiro artigo de Humphreys, outros autores já consideravam hipótese semelhante. Em 1970 foram publicadas as Planilhas de Mahoney (ONU, 1970), que constituem um método simplificado de análise bioclimática, elaborado por Mahoney, Koenigsberger e Evans, e que adota um conceito adaptativo de Zona de Conforto, no qual os limites desejáveis de temperatura são distintos para os períodos diurno e noturno e dependem das médias mensais da umidade relativa e da média anual da temperatura do ar exterior. Este modelo pode ser considerado ainda “mais adaptativo” que outros mais recentes, pois supõe que, além de se acostumarem ao clima regional, as pessoas preferiram durante a noite temperaturas mais baixas do que as desejadas nas horas diurnas.

Darmawan (1999) aponta três categorias de adaptação térmica: ajustes de comportamento (escolha de roupas, mudança no nível de atividade, abertura ou fechamento de janelas, etc.), adaptações fisiológicas (aclimação) e reações psicológicas (expectativa). Esta terceira categoria considera as expectativas decorrentes da experiência pessoal acumulada em relação às variações de temperatura típicas de um lugar. Assim, as pessoas seriam mais tolerantes a situações térmicas mais previsíveis.

Alguns autores sugeriram que as temperaturas preferidas pelos indivíduos dependeriam das expectativas provocadas pelo fato do edifício ocupado dispor ou não de sistema de climatização artificial. Nicol e Humphreys (2001) contestam: “Ainda que a expectativa tenha alguma influência sobre a interação entre as pessoas e seu ambiente, esta influência está mais relacionada às temperaturas esperadas por elas em uma situação particular, do que em sua atitude quanto aos serviços do edifício. Mais provável é que a diferença seja provocada pelo acúmulo de pequenos efeitos causados por ampla variedade de ações adaptativas, que juntas provoquem grande diferença nas condições de conforto.”

2. ALGUMAS EQUAÇÕES DA ABORDAGEM ADAPTATIVA

Nas Planilhas de Mahoney, os intervalos considerados confortáveis dependem das médias mensais da umidade relativa (UR) e da média anual da temperatura do ar exterior (TMA):

Tabela 2: Limites Confortáveis de Temperatura (Planilhas de Mahoney)

Média Mensal de Umidade Relativa	TMA < 15		15 ≤ TMA ≤ 20		TMA > 20	
	noite	dia	noite	dia	noite	dia
UR < 30%	12 a 21	21 a 30	14 a 23	23 a 32	17 a 25	26 a 34
30% ≤ UR < 50%	12 a 20	20 a 27	14 a 22	22 a 30	17 a 24	25 a 31
50% ≤ UR < 70%	12 a 19	19 a 26	14 a 21	21 a 28	17 a 23	23 a 29
UR ≥ 70%	12 a 18	18 a 24	14 a 20	20 a 25	17 a 21	22 a 27

A equação 1 foi obtida por regressão, a partir dos limites entre noite e dia, e representaria, portanto, temperaturas médias dos intervalos confortáveis do método de Mahoney, a partir das quais seria admitida uma faixa de tolerância:

$$TC = 14.15 + 0.42 TME \quad [\text{Eq. 1}]$$

Para ambientes sem condicionamento térmico artificial, Humphreys (1978) identificou a seguinte equação:

$$TC = 11.9 + 0.534 TME \quad [\text{Eq. 2}]$$

Sendo:

TC: temperatura média confortável em ambiente interior (ou temperatura “neutra”, TN).

TME: temperatura média mensal do ambiente exterior.

Szokolay (1987) impõe a condição de que TC permaneça entre os limites de 18.5 e 28.5 °C, para a seguinte equação:

$$TC = 17.6 + 0.31 TME \quad [\text{Eq. 3}]$$

Sendo:

TC: temperatura média confortável em ambiente interior.

TME: temperatura média exterior, mensal ou anual.

Em torno desta temperatura média de conforto, Szokolay define uma faixa de tolerância, que depende da temperatura média exterior ser tomada como mensal (TMM) ou anual (TMA). Para média mensal a tolerância é de 2 °C e para média anual é de 1.75 °C.

Há, portanto, neste método de Szokolay, o pressuposto de que a adoção de TMM ou TMA, como temperatura média exterior, influi somente sobre a largura da faixa de tolerância, mas não sobre a linha central de conforto. Esta hipótese torna possível uma comparação entre alguns modelos, pois Mahoney considera a TMA enquanto outros critérios adotam a TMM.

Ao discutir o tema, Fergus Nicol (2000) compara a equação de Humphreys com os resultados de duas outras pesquisas, uma realizada no Paquistão (NICOL et al, 1999) e outra na Europa, que encontraram respectivamente as seguintes relações:

$$TC = 18.5 + 0.36 TME \quad (\text{Paquistão}) \quad [\text{Eq. 4}]$$

$$TC = 18.2 + 0.28 TME \quad (\text{Europa}) \quad [\text{Eq. 5}]$$

Bravo e Gonzáles (2001) realizaram estudos de campo em Maracaibo, Venezuela, buscando identificar as temperaturas consideradas confortáveis em ambientes internos de edificações não climatizadas. Para temperaturas externas variando no intervalo entre 25.5 e 31.0 °C, temperaturas internas consideradas confortáveis foram registradas desde 26 até 32 °C. A seguinte equação (coeficiente de correlação de 0.84 e desvio padrão de 0.71) foi obtida a partir de gráficos divulgados pelos autores:

$$TC = 5.64 + 0.82 TME \quad (\text{Maracaibo}) \quad [\text{Eq. 6}]$$

Em um de seus mais recentes artigos, Nicol e Humphreys (2001), indicam nova reta:

$$TC = 13.5 + 0.54 TME \quad [\text{Eq. 7}]$$

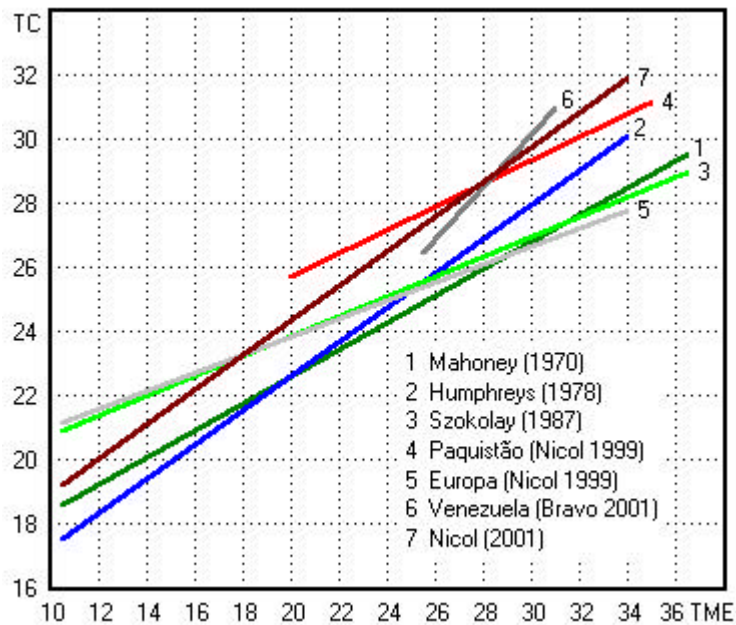


Figura 1: Diferentes equações de conforto para diferentes climas

As diferenças encontradas por estes pesquisadores confirmam a necessidade de serem desenvolvidos estudos de campo em cada região climática, principalmente em zonas tropicais, para onde as atuais normas internacionais são menos aplicáveis. Enquanto não se disponha dos resultados destas pesquisas, Nicol (2000) recomenda aplicar-se a equação de Humphreys, por ser baseada em dados obtidos em diversas partes do mundo.

Acatando-se a recomendação de Nicol e tomando-se a reta da equação 2 como centro dos intervalos confortáveis, restaria decidir-se sobre as faixas de tolerância a serem aceitas acima e abaixo da mesma. A largura desta faixa varia muito entre diferentes métodos. Nicol e Humphreys (2001) consideram “problemático definir o intervalo de condições aceitáveis em torno da temperatura de conforto”. “A largura da zona de conforto, se considerada puramente em termos físicos, depende do balanço entre temperaturas externas e a possibilidade das pessoas realizarem ações que reduzam o desconforto. Em uma situação onde não se possa mudar a roupa ou a atividade e onde a ventilação não possa ser controlada, o intervalo de conforto será mais estreito, variando apenas ± 2 °C em torno da média. Nas situações onde as oportunidades adaptativas sejam possíveis e adequadas, a zona de conforto pode ser consideravelmente mais larga.” Para TME = TMM, Szokolay indica uma tolerância de ± 2 °C e no modelo de Mahoney a tolerância média é de ± 3.5 °C.

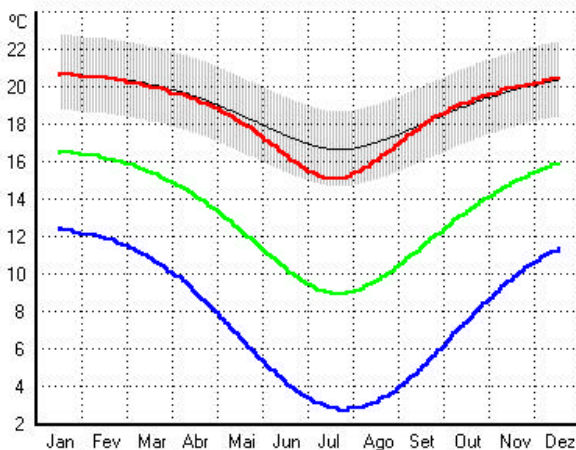


Figura 2: Equação de Humphreys aplicada ao clima de Campos do Jordão (SP)

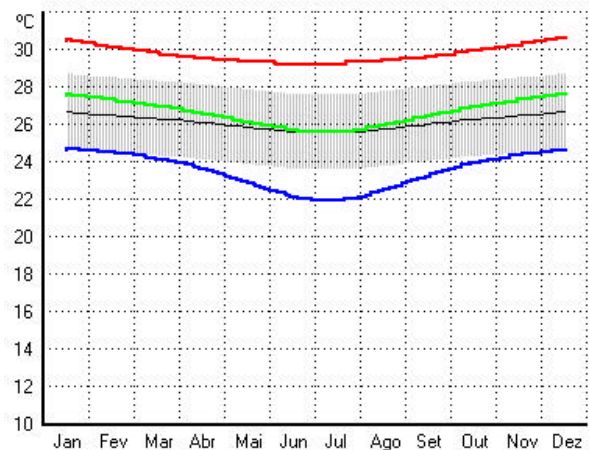


Figura 3: Equação de Humphreys aplicada ao clima de Fortaleza (CE).

Em relação à variações de temperatura, provocadas por ondas de calor ou frentes frias, Nicol (2001) comenta que podem ser aceitáveis se não forem bruscas e permitirem que as pessoas se adaptem gradualmente. Sugere também que as oscilações nas temperaturas internas não causam desconforto desde que não ultrapassem metade das oscilações externas.

Nas figuras 2 e 3, a equação de Humphreys é aplicada às temperaturas médias mensais de duas cidades brasileiras, Campos do Jordão (SP) e Fortaleza (CE). As faixas em cinza indicam os intervalos de tolerância de ± 2 °C em torno da temperatura média de conforto. As linhas vermelhas, verdes e azuis correspondem, respectivamente, às médias mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas (normais climatológicas do período entre 1961 e 1990).

Analisando-se os casos das duas cidades, observa-se, por exemplo, que em janeiro as temperaturas de conforto podem variar em 9.5 °C, desde 19 °C em Campos do Jordão, até 28.5 °C em Fortaleza. Entre os meses de junho e julho a variação é ainda maior, aproximadamente entre 15 e 27.5 °C.

Nas figuras 4 e 5 são apresentadas, para as mesmas cidades de Campos do Jordão e Fortaleza, as curvas de oscilação horária de dias cujas temperaturas variam no intervalo das normais climatológicas, ou seja, entre as médias de mínimas e as médias de máximas. Os períodos previstos de frio são indicados em azul e os de calor em vermelho. Os números em destaque representam, em graus-hora, os totais acumulados de frio ou calor.

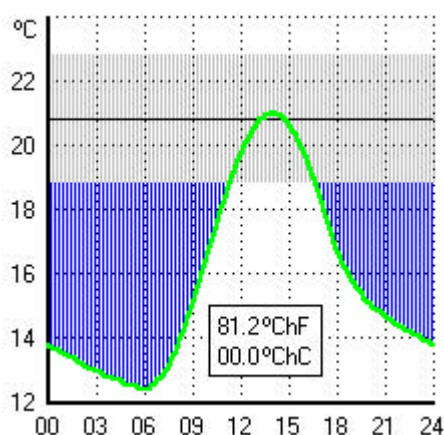


Figura 4: Campos do Jordão - dia de janeiro

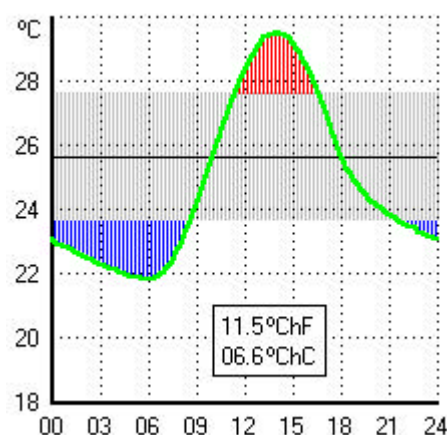


Figura 5: Fortaleza - dia de julho

2. DESENVOLVIMENTO DA HIPÓTESE

Considerando-se as figuras 4 e 5, os habitantes de Fortaleza deveriam sentir 6.6 graus-hora de calor em um dia que apresenta as menores temperaturas do ano e os de Campos do Jordão sentir 81.2 graus-hora de frio em um dia de verão. Estas conclusões, que não parecem realistas para dias literalmente “normais”, decorrem da aplicação de limites constantes para o dia inteiro. O objetivo central deste artigo é discutir a hipótese de que as temperaturas de conforto oscilem ao longo das horas do dia. As Planilhas de Mahoney adotam para o período noturno um intervalo diferente do adotado para o diurno. Há fortes indícios de que esta diferenciação seja realmente necessária, mas talvez não seja suficiente.

Durante a noite, colchões e roupas de cama dificultam as trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente. A resistência térmica de um colchão pode ser muito significativa, chegando mesmo a ultrapassar à de pesados agasalhos típicos de regiões frias. Sob tais condições, para preservar a sensação de conforto, é inevitável que as pessoas prefiram ambientes noturnos com temperaturas menores de que as desejadas durante o dia. Há outro aspecto, talvez mais importante que este, relacionado ao chamado relógio biológico (ou circadiano) dos seres humanos. Assim como acontece com outros animais, também o organismo humano dispõe de um mecanismo de registro de determinados ritmos da natureza. O movimento de rotação da Terra ao redor do próprio eixo e a conseqüente oscilação diurna da temperatura do ar estabelece um destes ciclos, com as temperaturas mínimas ocorrendo pouco depois do nascer do Sol e, as máximas, duas ou três horas após o meio-dia. Sendo este ritmo um dos mais evidentes na natureza, é plausível supor que o relógio biológico o considere. Durante todos os dias de sua existência o homem vai condicionando-se ao fato de que nas

horas noturnas as temperaturas são mais baixas. Esta seria mais uma possível explicação para o fato de que uma temperatura aceita como confortável nas horas da tarde seja considerada insuportável se vier a acontecer durante a madrugada.

As diferentes preferências térmicas constatadas pelos diversos pesquisadores podem ser parcialmente explicadas pela aclimatação, fenômeno já bem estudado pelos fisiólogos e que, segundo Coles *et al* (2002), é “fator crítico que permite a uma pessoa resistir ao stress térmico com mínima tensão” dos mecanismos fisiológicos termo-reguladores. “Uma pessoa aclimatada ao calor, quando exposta a ambientes e atividades relacionados a tensão térmica, tem os seguintes benefícios: ajuste mais fino na taxa de produção de suor, menores temperaturas nos órgãos internos e na pele do que os não aclimatados, pressão sanguínea mais estável e melhor regulada, correção nas taxas de pulsação, melhora na produtividade e na segurança”. Os mesmos autores mencionam três fases que acontecem simultaneamente durante o processo contínuo de desenvolvimento da aclimatação ao calor:

Fase inicial: Ocorre durante uma seqüência de dias de exposição ao calor. Usualmente, 33% do resultado ótimo são obtidos em torno do 4º dia.

Fase intermediária: Quando o sistema cardio-vascular é estabilizado e as temperaturas internas e da pele já estão reduzidas. Usualmente, 44% do resultado ótimo são atingidos no 8º dia, embora alguns especialistas considerem que 70% ou 80% do resultado possam ser obtidos entre o 7º e o 10º dias.

Terceira fase: Caracterizada por redução na produção de suor e urina, além de outras compensações para conservar os fluidos do corpo e restabelecer o equilíbrio térmico. Usualmente, mais de 65% do ótimo no 10º dia, 93% no 18º dia e 99% no 21º dia.

Adicionalmente, Markus *et al* (2002) informam ser evidente que, em seres humanos, o hormônio melatonina é capaz de reduzir a temperatura corporal e alterar determinadas curvas de respostas em relação aos ciclos diários de luz e escuridão.

“Quando adormecemos, a nossa temperatura baixa, favorecendo o ato de dormir. Por volta das 3 horas da madrugada, a glândula pineal (situada no centro do cérebro) liberta a melatonina, hormônio responsável por ‘abrir as portas ao sono’ e melhorar a qualidade do sono paradoxal. Ao alvorecer, a luz inibe a atividade da glândula pineal que abranda a produção de melatonina. Numerosos trabalhos demonstraram que em função da intensidade da luz recebida pela retina e da hora da exposição, a melatonina é produzida à noite a uma hora certa. Desta maneira, quando nos expomos ao sol desde a manhã, a melatonina é segregada um pouco mais cedo à noite, enquanto uma exposição apenas durante a tarde provocará uma secreção mais tardia. O nosso corpo obedece a relógios internos escondidos no hipotálamo. Quando os ritmos naturais são alterados, o organismo sente-se confuso. O trabalho noturno, a maneira de viver, a longa madrugada do fim-de-semana ou as viagens que implicam grandes mudanças horárias, podem provocar distúrbios de sono.” (MARTINS, 2003)

Ainda sobre os ritmos circadianos, Souza *et al* (2000) mencionam que o organismo humano desenvolveu um processo endógeno cuja periodicidade se aproxima à do meio ambiente, produzindo relativa adaptação no domínio temporal. O ritmo endógeno é “capaz de oscilar por si mesmo. Se o organismo for isolado e colocado sob condições constantes artificiais, o período do ritmo biológico desvia-se ligeiramente daquele fornecido pelo meio ambiente, mostrando que tem sua própria periodicidade. O ritmo circadiano é sincronizado com a periodicidade das 24 horas do dia através dos sincronizadores de tempo externos. O mais potente destes sincronizadores é o ciclo dia-noite”. Estes mesmos autores apontam a temperatura como outro importante fator sincronizador e comentam a “variabilidade das funções biológicas e comportamentais ao longo das vinte e quatro horas do dia”, fazendo com que as pessoas “tendam a responder diferentemente a uma mesma situação de trabalho conforme o momento do dia em que ela ocorra”.

Nicol (2001) menciona uma pesquisa desenvolvida em 1993 por ele e Roaf, no Oriente Médio, na qual as temperaturas foram monitoradas, ao longo das horas do dia, simultaneamente no exterior e em diversos ambientes de uma mesma habitação. Concluíram que os ocupantes da casa se deslocavam para os cômodos onde as temperaturas eram mais confortáveis.

Parece razoável supor, portanto, que as preferências térmicas humanas variem ao longo das horas do dia. Certamente, o conhecimento detalhado sobre a forma dessa variação somente será adquirido através de futuras pesquisas, mas algumas hipóteses já podem ser discutidas. Ao adotar apenas dois intervalos (dia e noite), o modelo de Mahoney procura simplificar a questão. Tendo em conta os

estudos dos fisiólogos sobre o sincronismo entre o organismo humano e o ciclo noite-dia, não é sensato acreditar-se que até determinado horário uma temperatura seja aceita como confortável e já no momento seguinte passe a ser desagradável.

Uma primeira possível correção das figuras 4 e 5 se refere à largura da faixa de tolerância. Conforme já foi mencionado, Nicol e Humphreys (2001) consideram esta largura diretamente proporcional à possibilidade dos indivíduos realizarem ações adaptativas e comentam que, nesse caso, “a zona de conforto pode ser consideravelmente mais larga” do que apenas ± 2 °C em torno da temperatura média preferida. Para o cálculo em função das médias mensais das temperaturas externas, Szokolay (1987) indica uma tolerância de ± 2 °C e de ± 1.75 °C, se em função das médias anuais. O pressuposto de Szokolay, portanto, é que médias externas de períodos mais curtos implicam em faixas mais largas de tolerância. Com base nestes conceitos, talvez seja possível adotar-se a média das temperaturas horárias exteriores do dia e ampliar-se o intervalo de tolerância das figuras anteriores.

Uma segunda correção resulta de considerar-se que a temperatura média de conforto sofra alguma oscilação, sincronizada com a que ocorre na temperatura externa. Nicol (2001) sugere que sejam aceitáveis variações nas temperaturas internas que não ultrapassem metade das oscilações externas. As figuras 6 e 7 correspondem à aplicação da equação de Humphreys sobre a temperatura média do dia, ampliando-se a faixa de tolerância para ± 2.5 °C e supondo-se que a flutuação da linha central da zona de conforto corresponda a 40% da amplitude de variação da temperatura externa.

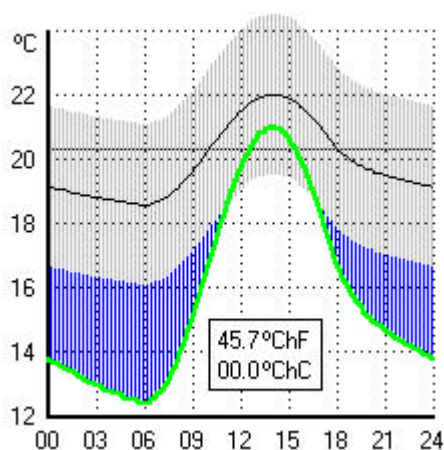


Figura 6: Campos do Jordão - dia de janeiro

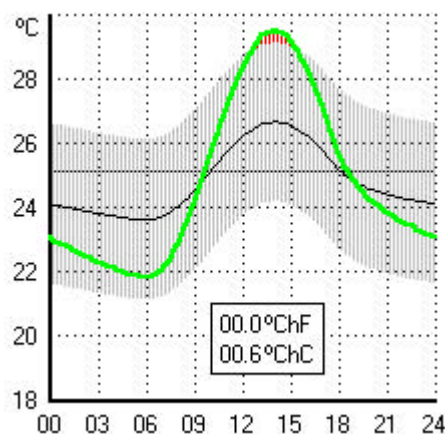


Figura 7: Fortaleza - dia de julho

Em Campos do Jordão, a temperatura média de janeiro é 16.7 °C e a média do dia é 15.7 °C. Com a nova Zona de Conforto, o frio acumulado cai de 81.2 para 45.7 graus-hora, uma redução de 44%.

Em Fortaleza, a temperatura média de julho é 25.6 °C e a diária é 24.8 °C. A oscilação horária dos limites reduzem o calor acumulado de 6.6 para apenas 0.6 graus-hora e o período de frio desaparece.

3. CONCLUSÕES

Na condição comum à de qualquer hipótese, também a aqui formulada, antes que possa ser aceita ou refutada, necessita ser mais profundamente estudada, através de investigações que venham a aferir a sua validade. Lamentavelmente, a ampla maioria das pesquisas de campo já publicadas não menciona os horários das entrevistas. Entretanto, o elenco de indícios e argumentos apresentados parecem justificar pelo menos o interesse em que sejam desenvolvidas tais investigações.

Além de representar potencialmente um maior detalhamento do conceito de Zona de Conforto, um modelo de variação horária dos limites confortáveis teria outras vantagens, algumas delas relacionadas aos estudos sobre a adequação climática de edificações.

Para identificar-se os efeitos de cada variável construtiva sobre o conforto ambiental ou sobre a eficiência energética de edificações, geralmente calcula-se, em graus-hora, os valores acumulados de desconforto por frio ou por calor ao longo das horas de um período típico, dia, mês ou ano. Se este

cálculo supõe limites horários constantes para as temperaturas internas confortáveis, seus resultados poderiam comprometer a interpretação dos fenômenos reais envolvidos no processo.

Ainda em relação a futuras pesquisas, seria também desejável procurar-se verificar se as flutuações da umidade e da velocidade do ar interferem nos limites horários de conforto supostos no presente artigo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSI/ASHRAE 55 (1992). “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta. USA.
- ASHRAE (2001) “Fundamentals Handbook”. American Society of Heating, Ventilating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta. USA.
- BRAVO, G. e GONZÁLES, E. (2001) “Confort Térmico en el Trópico Húmedo: Experiencias de Campo en Viviendas Naturalmente Ventiladas”. In: ENCAC 2001 – VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro (SP).
- COLES, G.; DI CORLETO, R.; FIRTH, I. (2002) “Documentation of the Heat Stress Standard Developed for Use in the Australian Environment”. Australian Institute of Occupational Hygienists by the Heat Stress Working Group. August 2002.
- DARMAWAN, A. (1999) “Adaptive Thermal Comfort: A Multicultural Issue”. In: First International One Day Forum on Natural and Hybrid Ventilation. Sydney.
- FANGER, P. O. (1972) “Thermal Comfort – Analysis And Applications in Environmental Engineering”. McGraw-Hill Book Company. New York.
- HUMPHREYS, M. A. (1978) “Outdoor Temperatures and Comfort Indoors”. Garston. Watford. Building Research and Practice. v. 6, p. 92-105. Mar/Apr.
- HUMPHREYS, M. A. and NICOL, J. F. (2001) “The Validity of ISO-PMV for Predicting Comfort Votes in Every-Day Thermal Environments”. Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards Into the 21st Century. p. 406-430. Windsor – UK. 5-8 April.
- ISO 7730 (1994) “Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort”. ISO. Geneva.
- MARKUS, R. P.; AFECHE, C. A.; BARBOSA, E. M.; LOTUFO, C. M.; FERREIRA, Z. S. e CIPOLLA-NETO, J. (2002) “Glândula Pineal e Melatonina”. [www.crono.icb.usp.br]
- MARTINS, L. (2003) “Acertar o Relógio Interno”. Universidade de Aveiro. Portugal. [http://saude.sapo.pt]
- NICOL, Fergus (2001) “Thermal Comfort. Notes by Fergus Nicol”. School of Architecture. University of North London, UK. [www.unl.ac.uk]
- NICOL, Fergus. (2000) “International Standards Don’t Fit Tropical Buildings: What Can We Do About It?”. in: Conferencia Internacional Sobre Confort y Comportamiento Térmico de Edificaciones, COTEDI-2000, Maracaibo.
- NICOL, J. F. and HUMPHREYS, M. A. (2001) “Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings”. Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards Into the 21st Century. p. 45-59. Windsor – UK. 5-8 April.
- ONU (1970), “Climate and House Design”, United Nations, New York
- SOUZA, F.; BALLALAI, A.; MOTTA, C.; SOUZA, E.; SILVA, J.; LIMA, L.; GUATIMUSIN, P. e BASTOS, R. (2000) “Sono, Sonho, Ritmo Biológico e Insônia”. Revista de Psicofisiologia, 2(1). Laboratório de Psicobiofísica da UFMG. [www.icb.ufmg.br/lpf/revista]
- SZOKOLAY, S. V. (1987) “Thermal Design of Buildings”. RAI Education Division. Canberra. Austrália.