

REFLEXÕES SOBRE TERMINOLOGIAS UTILIZADAS PARA DEFINIR O CONFORTO TÉRMICO HUMANO

REFLECTIONS ON TERMINOLOGIES USED TO DEFINE HUMAN THERMAL COMFORT

Mayara Cynthia Brasileiro de Sousa ¹

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil, frogoyo@hotmail.com

Solange Maria Leder ²

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil, solangeleder@yahoo.com.br

Resumo

As revisões de literatura se justificam na necessidade periódica de apresentar para a comunidade científica uma síntese sobre o estado da arte em um campo específico do conhecimento. Tênuas diferenças entre definições e métodos elevam a probabilidade de equívocos e inconsistências na análise e interpretação de resultados de pesquisas destacando-se, assim, a importância de esclarecer parâmetros e termos comumente utilizados, estabelecendo claramente significados e diferenças. Baseando-se nas considerações apresentadas, o objetivo deste artigo é, por meio de uma revisão narrativa literária, analisar, preferencialmente em artigos de periódicos de alto impacto, normas e livros; definições pertinentes ao estudo do conforto térmico humano e as implicações destas no delineamento das pesquisas. O estudo se inicia com uma visão geral sobre o conforto térmico humano, seguido por revisões de materiais publicados com enfoques nos temas: conforto térmico, neutralidade térmica, adaptação térmica e ambientes não homogêneos com abordagem na teoria da alliesthesia. Como resultado da revisão da literatura, tendo como filtro as palavras-chave “conforto térmico”, “neutralidade térmica” e “alliesthesia”, 56 publicações foram avaliadas, compondo as análises que integram o corpo deste trabalho. Não é objetivo desta revisão julgar os termos quanto a sua pertinência, mas sim, expressar as diferenças e as possíveis implicações dos seus usos. Observou-se que as distintas abordagens na disciplina do conforto térmico humano comprometem a comparação entre pesquisas e podem induzir a erros de interpretação. Destacam-se o uso inadequado do conforto térmico como sinônimo da neutralidade térmica; a associação de assimetrias térmicas unicamente com o desconforto térmico, ignorando o seu potencial hedônico; ou o não entendimento da adaptação térmica e sua relevância no conforto térmico.

Palavras-chave: Revisão de literatura. Conforto térmico humano. Adaptação. Neutralidade. Alliesthesia.

Abstract

Literature reviews are justified by the periodic need to present to the scientific community synthesis of state of the art in a specific field of knowledge. Subtle differences between definitions and methods increase the likelihood of misconceptions and inconsistencies in the analysis and interpretation of research results, thus highlighting the importance of clarifying commonly used parameters and terms, clearly establishing meanings and differences. Based on the considerations presented, the purpose of this article is, through a literary narrative review, to analyze preferably in high impact journals, norms, and books, definitions relevant to the study of human thermal comfort and their implications in the design of the research. The study begins with an overview of human thermal comfort, followed by revisions of published materials focusing on thermal comfort, thermal neutrality, thermal adaptation, and non-homogeneous environments with an approach to alliesthesia theory. As a result of the literature review, having as filter the keywords “thermal comfort,” “thermal neutrality” and “alliesthesia,” 56 publications were evaluated, composing the analyzes that integrate the body of this work. It is not the purpose of this review to judge the terms for their relevance but to express the differences and possible implications of their uses. It was observed that different approaches in the discipline of human thermal comfort compromise the comparison between researches and may induce errors of interpretation. Noteworthy is the inadequate use of thermal comfort as a synonym of thermal neutrality; the association of thermal asymmetries solely with thermal discomfort, ignoring its hedonic potential; or not understanding thermal adaptation and its relevance to thermal comfort.

Keywords: Critical review. Human thermal comfort. Adaptation. Neutrality. Alliesthesia.

How to cite this article:

SOUSA, M. C. B. de; LEDER, S. M. Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019028, 2019. ISSN 1980-6809 DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653185>

Introdução

Com a premissa da importância da qualidade ambiental no espaço construído, Nicol e Roaf (2017) afirmaram que, nas próximas décadas de aquecimento global, um bom projeto de construção será, em grande medida, determinado pelo custo e qualidade do conforto. De acordo com Dear et al. (2013), o conforto térmico, dentre as variáveis atribuídas à edificação, é a que possui impacto mais imediato e direto sobre os usuários, constituindo um dos aspectos mais influentes na avaliação geral de pós ocupação em edifícios. Assim, o objetivo deste artigo é expressar os principais conceitos inerentes ao termo conforto térmico e as definições destes encontradas na literatura, aqui sintetizados como conforto, neutralidade, adaptação e alliesthesia.

A ciência do conforto desenvolvida no século XX se fundamentou em ideais da indústria, fortalecendo e incentivando sistemas de aquecimento, resfriamento e ventilação mecânicos. O conforto térmico era entendido como um produto, comercializado, entregue em dutos e produzido por máquinas (NICOL; ROAF, 2017). De acordo com Shove et al. (2008), essa poderia ser uma prática aceitável na época, quando a energia era barata e abundante, assim como questões de poluição atmosférica eram desconsideradas e estava-se no auge da regulação tecnológica. Com as problemáticas ambientais atuais e a elevação do preço da energia, o custo e o impacto da climatização artificial passou a ser questionado.

Além do consumo de energia demandado para a manutenção do conforto térmico de forma mecânica, existem evidências de que espaços condicionados artificialmente possuem um maior nível de rejeição térmica por parte dos seus ocupantes, principalmente ambientes com sistemas centrais de ar (NODA et al., 2016), assim como a tolerância a temperaturas dentro dos limites considerados confortáveis é expressivamente reduzida em ambientes climatizados artificialmente (DEAR; KIM; PARKINSON, 2018; VECCHI; CÂNDIDO; LAMBERTS, 2016). Baseado nisso, pesquisas que buscam avaliar o conforto térmico em espaços ventilados naturalmente vêm crescendo de forma significativa nos últimos 20 anos (DEAR et al., 2013). Mais recentemente, tais estudos vêm apontando os edifícios com operação em modo misto - ventilação natural e condicionamento artificial - como o mais indicado para alcançar a eficiência energética sem comprometer o conforto térmico. A lógica dos sistemas com operações mistas sugere que o edifício deve permanecer ventilado naturalmente até o termostato ultrapassar o limite confortável, sendo indicado, nesse momento, o sistema artificial.

Os modelos preditivos que avaliam espaços sem condicionamento artificial são chamados de adaptativos, pois partem da hipótese de que existe relação causal entre a temperatura interna de conforto com a temperatura externa, sendo essa zona confortável, expandida ou reduzida devido à existência de oportunidades em prol da adaptação das pessoas (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997). A ideia da adaptação como modo de restabelecer o conforto, frequentemente, cai na armadilha da crença de que existem grandes faixas microclimáticas confortáveis, sendo observada, na prática, uma superestimação das possibilidades adaptativas, principalmente em espaços de atividades sedentárias de trabalho e de lazer, lugares onde frequentemente existem normas sociais capazes de interferir no comportamento das pessoas (HUMPHREYS; NICOL; ROAF, 2015). Fundamentando-se nisso, é essencial o conhecimento dos limites térmicos de conforto, a fim de evitar stress térmico, problemas cognitivos, de saúde e a diminuição do custo de operação da edificação. Nesse sentido, pesquisas com criação e aplicação de modelos regionais vêm sendo incentivadas (OROSA; OLIVEIRA, 2010).

O entendimento da importância de modelos regionais e sua relevância na eficiência energética vêm fomentando pesquisas na área. Curiosamente, um dos maiores desafios

enfrentados pelos pesquisadores é de ordem primária, o entendimento correto dos termos técnicos e suas eventuais aplicações. O uso semântico impreciso e inconsistências em conceitos básicos foi um problema apontado na década de 80 por Auliciems (1981) e perdura até os dias de hoje, como elencado por Sousa (2018). Inconsistências semânticas advindas de assimilações inadequadas de termos técnicos se apresentam constantemente em trabalhos científicos como, por exemplo, o entendimento da neutralidade térmica como sinônimo do conforto térmico, tema este debatido por Humphreys e Hancock (2007) e por Shahzad et al. (2018), que se apresentam como uma das principais contradições na disciplina.

Dacanal, Labaki e Silva (2010) observaram como variáveis influenciáveis do conforto térmico a experiência térmica, a expectativa térmica, a adaptação e a alliesthesia. Os conceitos de experiência térmica e a expectativa térmica são aspectos vinculados à adaptação (em seu sentido mais amplo), de modo que se entende a adaptação e a alliesthesia como variáveis estimadoras do conforto. Este artigo se propõe a analisar as diferentes definições atribuídas a estes termos, não sendo objetivo deste definir quais conceitos são adequados ou redefinir o conceito de conforto térmico, mas destacar os conceitos mais pertinentes, bem como diferenças e problemáticas pouco perceptíveis na literatura.

Método

A delimitação dos tópicos que são abordados neste artigo se baseia em indagações constantes em periódicos de revisão da literatura do conforto térmico (DEAR et al., 2013; RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015). Os temas aqui analisados abrangem o conforto térmico, a neutralidade térmica, a adaptação e a alliesthesia, sendo estes últimos três frequentemente encontrados na literatura como promotores do conforto. Estes aspectos clássicos do estudo do conforto vêm lançando novas perspectivas sobre o que seria realmente o conforto térmico e como este pode ser alcançado.

As pesquisas analisadas foram selecionadas manualmente, seguindo o critério de escolha por trabalhos cuja abordagem contemplasse os temas anteriormente especificados e preferencialmente fossem oriundos de periódicos com alto impacto, adotando como critério o Qualis da CAPES, especialmente os periódicos com classificação A1 e A2 nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e Engenharias I. Foram consultados dois acervos de dados, destacando-se a plataforma de periódicos CAPES, disponibilizada pelos convênios CAPES/CNPq, e como segunda opção o Google Acadêmico. As palavras utilizadas como filtro foram: conforto térmico, neutralidade térmica e alliesthesia, e a sua respectiva tradução em inglês. O subconjunto de artigos selecionados compõe a maior parte do conteúdo discutido nesta pesquisa. O protocolo de escolha do material bibliográfico estudado foi adaptado do estabelecido por Perillo, Campos e Abreu-Harbach (2017). As etapas e os seus respectivos detalhamentos podem ser observados no Quadro 1.

Análise de resultados

Após a coleta de todos os referenciais bibliográficos e as filtragens através dos critérios de inclusão e exclusão (especificados no Quadro 1), totalizaram-se 56 referências, sendo 33 artigos de periódicos, 7 livros, 8 dissertações ou teses, 6 normas e 2 artigos de congresso. As plataformas da sede aos quais este material foi publicado se distribuem do seguinte modo: 17 na Holanda, 14 no Brasil, 10 nos Estados Unidos, 8 na Inglaterra, 2

na Alemanha e 1 na Espanha, Austrália, Portugal, França e na Europa, sendo o recorte temporal de 1971 até 2018.

Quadro 1 - Síntese do protocolo de escolha do material bibliográfico levantado

Etapa	Detalhamento
Estrutura conceitual	Analizou divergências de termos e definições frequentemente usadas em estudos pautados no conforto térmico humano.
Contexto	Buscaram-se pesquisas sobre o conforto térmico humano em ambientes internos ou externos, com uso ou não de mecanismos de condicionamento ambiental.
Horizonte	Preferencialmente periódicos internacionais com alto impacto na área analisada e disponibilizados pelos convênios CAPES/CNPq.
Protocolo de filtragem	Analisaram-se pesquisas cujos termos avaliados compunham o título, palavras-chaves ou o resumo da publicação.
Crítérios de exclusão	Não traz a definição dos termos previamente escolhidos.
Crítérios de inclusão	Apresenta definições dos termos avaliados com caráter inédito em relação ao material bibliográfico previamente analisado.

Fonte: As autoras.

Conforto térmico

O estudo do conforto térmico surgiu nas primeiras décadas do século XX, com as pesquisas voltadas para a caracterização e identificação de situações de stress térmico em ambientes de trabalho. Um dos pioneiros em pesquisas realizadas em campo foi o pesquisador Thomas Bedford que em 1936 realizou estudos conduzidos em fábricas (HUMPHREYS; NICOL; ROAF, 2015). Sua pesquisa de destaca por utilizar 11 variáveis de análises, respostas subjetivas e análises inferenciais para tratamento dos dados, com uso da média, desvio padrão, intervalo, coeficiente de Pearson e regressões múltiplas, além da criação da escala subjetiva de 07 pontos (HUMPHREYS; NICOL; ROAF, 2015).

O surgimento dos sistemas de condicionamento artificial possibilitou a intensificação do ajuste individual das características ambientais (FABBRI, 2015). Na década de 70, a relação da ambiência térmica com a satisfação pessoal ganhou destaque com as pesquisas de Ole Fanger, tornando o tema uma disciplina. Atualmente, existem duas grandes correntes de conforto térmico, as baseadas em modelos adaptativos e as baseadas no balanço de calor (FABBRI, 2015). Todavia, qual seria a definição do termo conforto térmico e como as distintas abordagens de mensuração podem gerar interpretações dúbias? Como expresso por Sousa (2018), Shahzad et al. (2018) e Humphreys e Hancock (2007), não incomum, pesquisas científicas ainda estimam o conforto baseadas na neutralidade.

Os modelos analíticos (derivados de equações de calor) são substancialmente distintos dos modelos adaptativos, de modo que a sua elaboração, aplicação e teoria se divergem, afetando diretamente o entendimento do termo conforto térmico. Os índices analíticos se sustentam em conhecimentos fisiológicos do corpo humano e na teoria da termodinâmica, com enfoque na primeira Lei da Termodinâmica, que afirma a impossibilidade da criação ou destruição da energia, conseqüentemente, em um dado intervalo de tempo (ΔT), a quantidade calor (Q_c) adicionada a um sistema subtraída do calor liberado (Q_s) resulta em um saldo (S) (COUTINHO, 1998). Com o intuito de manter constante a temperatura corporal em cerca de 37°C, se faz necessário manter o balanço térmico do corpo humano com saldo nulo, segundo as trocas de calor definidas na Figura 1 e Equação 1.

$$M + W + Q^* + Q_H + Q_L + Q_{SW} + Q_{RE} = 0 \quad (1)$$

Sendo,

M = Taxa metabólica;

W = Eficiência mecânica;

Q^* = Balanço de Radiação (I = Radiação solar direta, D = Radiação solar difusa, R = Radiação refletida em ondas curtas, A = Radiação térmica da atmosfera, E = Radiação térmica das superfícies envolventes, E_{km} = Radiação térmica do corpo humano);

Q_H = Fluxo turbulento de calor sensível;

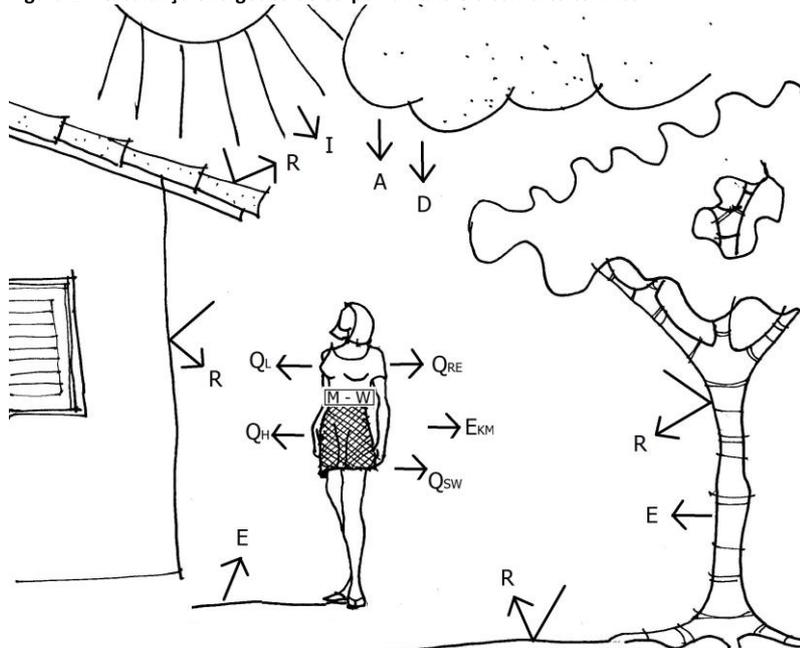
Q_L = Fluxo turbulento de calor latente (difusão do vapor de água a partir da pele);

Q_{SW} = Fluxo turbulento de calor latente (evaporação do suor);

Q_{RE} = Fluxo respiratório;

O corpo humano pode ser considerado uma máquina térmica que gera muito calor. Devido à condição de animal homeotérmico, o ser humano deve ter sua temperatura corporal dentro de uma faixa de temperatura estreita, de modo que parte do calor gerado deve ser perdido para o meio. O desvio desta faixa de temperatura gera as reações de termorregulação (IVANOV, 2006), a exemplo a vasodilatação e vaso constricção. O que determina primariamente a intensidade desta perda é a velocidade com o a qual o calor é conduzido da parte central do corpo para a pele e subsequentemente para o meio ambiente (CAMARGO; FURLAN, 2011). Considerando que todo ser humano está submetido a uma determinada ambiência térmica e que o seu equilíbrio energético deve ser mantido, se esta última condição é validada se pressupõe o conforto térmico (ALCOFORADO, 2001; LAMBERTS et al., 2011). De modo antagônico, quando situado em um espaço com condições térmicas severas, os mecanismos termorreguladores do corpo não são capazes de manter o equilíbrio térmico, daí decorre a sensação de desconforto ou stress térmico.

Figura 1 – O balanço energético do corpo humano e o conforto térmico



Fonte: As autoras, adaptado de Andrade (1998).

Complementando esta teoria, Ole Fanger (1973) observou que os mecanismos termorreguladores conseguem manter o equilíbrio térmico em situações relativamente rigorosas, de modo que o conforto térmico se situa em uma estreita margem do equilíbrio térmico. Se as condições de equilíbrio energético, a temperatura média da pele adequada ao metabolismo (Equação 2), a taxa de secreção de suor adequada ao

metabolismo (Equação 3) e a inexistência de perda de calor de forma assimétrica forem atendidas, estaria então o ser humano em conforto (FANGER, 1973).

$$T_s = 35,7 - 0,0276M \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (2)$$

$$E_{SW} = 0,42 (M-58) \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (3)$$

Sendo,

T_s = Temperatura média da pele durante o conforto;

E_{SW} = Taxa de secreção de suor durante o conforto;

Entre os modelos baseados no balanço energético, destaca-se o elaborado na década de 70 pelo pesquisador Fanger (1973). Seus estudos realizados em câmaras climatizadas (ambientes termicamente controlados mecanicamente sobre a supervisão do pesquisador) ocorreram nos Estados Unidos e na Dinamarca e culminaram na elaboração de extensivos diagramas capazes de prever o conforto térmico em qualquer ambiente. Ele analisou a percepção, a sensação e a aceitabilidade das pessoas, considerando a temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa, velocidade do vento, isolamento da vestimenta, metabolismo e atividade a ser executada; resultando em dois modelos: o PMV (Voto Médio Preditado, capaz de prever a sensação térmica) e o PPD (Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas, capaz de prever a porcentagem de pessoas insatisfeitas com a ambiência térmica) (FANGER, 1973). Sua pesquisa é usada atualmente pelas normas internacionais ASHRAE 55 (2017) e EN 15251 (CEN, 2007), e indicada como método de avaliação no RTQ-C (INMETRO-2013) no Brasil como método de estimar o conforto térmico.

Além dos modelos analíticos tradicionais, que associam o conforto térmico com o balanço de calor com saldo nulo, existem os modelos multinós. A diferença básica entre estes é que os modelos multinós complexos trabalham com o balanço térmico individual, considerando o tecido da pele, tecido adiposo, osso e tecido muscular, sendo a composição destes formadores de segmentos anatômicos como os dedos, mãos, braços e outros (DEAR et al., 2013). Cada nó possui os seus próprios coeficientes convectivos, latentes, condutores de calor e radiativos. Dada a complexidade destes modelos e a necessidade de muitas informações iniciais, a sua usabilidade em muitos campos que estudam o conforto térmico é rara, como no campo da arquitetura e do urbanismo.

Divergindo dos modelos analíticos, os modelos adaptativos de conforto térmico se contrapõem aos estudos baseados na fisiologia térmica, realizados em câmaras climáticas e focados na termodinâmica e no balanço de calor (HUMPHREYS et al., 1995). Um dos exemplos mais notáveis desse entrave pode ser observado no ensaio '*Thermal comfort temperatures and the habits of hobbits*', no qual, com uma crítica velada, os pesquisadores Humphreys et al. (1995) ensinam como proceder uma pesquisa de conforto térmico adaptativo.

Segundo a corrente adaptativa, quando em desconforto, uma pessoa se adapta às condições climáticas para restabelecer o conforto. Portanto, as pessoas não são passivas no sistema, mas componentes ativos capazes de agir e alterar o meio, a sua relação com o meio ou a si mesma (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997). Para Dear, Brager e Cooper (1997), o conforto é resultado da adaptação, sendo, em sua pesquisa, a expressão do desejo do ambiente térmico em permanecer inalterado, interpretado como o voto de preferir que o ambiente permaneça constante.

O modelo adaptativo se destaca por não equiparar o conforto térmico ao balanço térmico igual a zero, propondo temperaturas de conforto correlacionadas com

temperaturas externas (WEBB, 2012). Usualmente estes modelos são lineares. Isso ocorre por diversos estudos terem encontrado relação linear entre a temperatura do ar externa e a temperatura operativa interna de conforto. Somado a isto, equações lineares são facilmente empregadas. As normas internacionais ASHRAE 55 (2017) e EN15251 (2007), assim como pesquisas recentes na área (RUPP; DEAR; GHISI, 2018; YANG XIONG; LIU, 2017; DJAMILA, 2017) adotaram como método de equacionamento a regressão linear (Equação 4), a regressão linear de mínimos quadrados ou o método de Griffiths (Equação 5). Todos estes métodos têm em comum a linearidade da reta de tendência. Normas como a ASHRAE 55 (2017) e a EN15251 (2007) aceitam modelos adaptativos e analíticos como mensuradores do conforto térmico, entretanto, a rigor os modelos adaptativos destas normas estimam a aceitabilidade térmica e não o conforto, se considerarmos que as variáveis dependentes de suas equações são denominadas limite superior e inferior de aceitabilidade.

$$T_n = aT_o + b \quad (4)$$

$$T_n = T_{op} - TSV/G \quad (5)$$

Sendo,

T_n = Temperatura neutra;

a = Taxa de variação da temperatura neutra com a temperatura externa;

T_o = Temperatura externa;

b = Constante;

T_{op} = Temperatura interna operativa;

TSV = Voto de sensação térmica;

G = Taxa de variação da sensação térmica com a temperatura interna.

A definição de conforto térmico expressa na ASHRAE 55 (2017) o traduz como o estado da mente que expressa satisfação com a ambiência térmica. Discordando de como os modelos preditivos adaptativos vêm sendo concebidos, Nicol e Roaf (2017) questionaram como o conforto térmico, sendo resultado de uma construção psicológica que remete a um estado de espírito que traduz satisfação térmica, pode, simploriamente, ser avaliado através de uma única escala linear. Além dos questionamentos sobre incompatibilidade entre metodologia e definição do termo, nas últimas décadas pesquisadores incorporaram as definições “ótimo conforto térmico”, “muito confortável” e “ótimo térmico”, geralmente encarados como o tom hedônico proporcionado por estímulos térmicos e frequentemente associados à não neutralidade térmica e à alliesthesia. Sobre isto, Dear, Brager e Cooper (1997) associam o ótimo térmico à preferência, e Takasu et al. (2017) questionaram a não estimação do ótimo térmico máximo e mínimo em modelos adaptativos.

Os métodos usuais de predição de conforto térmico, assim como a própria definição dos termos encontrados na literatura, divergem entre si ou não abrangem em sua totalidade as possibilidades de conforto, principalmente por excluírem em sua definição a adaptação. Como elencado por Auliciems, Szokolay e Steven (2007), as especificações de conforto necessitam ser compreendidas além da fronteira da ambiência térmica, assumindo, de acordo com Kowaltowski e Bernardi (2001), uma dimensão espacial e temporal. Neste sentido, destaca-se a colocação de Humphreys et al. (1995), que descrevem o desconforto como sendo resultado de restrições colocadas ao processo de escolha e ajustes, enquanto que o conforto térmico não é apenas uma equação da fisiologia e regulação do calor, mas uma resposta comportamental ampla e inteligente

frente ao clima. Questões psicológicas, sociológicas e fatores externos podem influenciar na percepção, na sensação e no próprio conforto térmico, entretanto, quando não submetida a pressões deste tipo, a sensação de bem-estar térmico está fortemente influenciada pela adaptação.

Neutralidade térmica, sensação e percepção

O termo neutralidade térmica é constantemente utilizado na literatura como sinônimo do conforto térmico, todavia muitos pesquisadores diferenciam os dois termos. A norma americana ASHRAE 55 (2010) assim como Dear, Brager e Cooper (1997) definiram o termo como equivalente a uma condição na qual o indivíduo não sente nem frio, nem calor. Nas revisões da norma ASHRAE 55, lançadas em 2013 e em 2017, o termo neutralidade térmica foi retirado das suas definições. O pesquisador Fanger (1973) associou a neutralidade com a preferência térmica, adotando o entendimento de não preferência pelo frio, tampouco pelo calor. Observa-se que, para Dear, Brager e Cooper (1997), esta é uma complementação da definição de conforto térmico e, para Fanger (1973), um dos pressupostos para alcançar o conforto térmico. Acrescentando outra definição ao termo, Lamberts et al. (2011) aplicam o termo “neutralidade térmica” a uma condição onde ocorre saldo nulo da equação de calor, o que equivale à conjectura que embasa os modelos analíticos para se atingir o conforto térmico.

Dada a quantidade de definições para o termo e a familiaridade de algumas com as pressuposições para o conforto térmico, acrescido ao fato de que grande parte das pesquisas desenvolvidas para avaliar ou elaborar modelos preditivos de conforto térmico usam como base o questionário da ASHRAE (2017), que não possui nenhuma questão sobre conforto propriamente dito, invariavelmente os termos são aplicados como sinônimos. Sobre isto, Dear (2011) enfatiza que o modelo PMV, por se basear na escala de 7 pontos da ASHRAE, tem um caráter meramente descritivo da dimensão térmica, e, portanto, é desprovido de ferramentas para analisar a agradabilidade. Seguindo esta linha, estudos recentes apontam que probabilisticamente a neutralidade e o conforto térmico não são equivalentes (SOUSA, 2018; SHAHZAD et al., 2018; VECCHI; CÂNDIDO; LAMBERTS, 2016; HUMPHREYS; HANCOCK, 2007).

A recorrente e inadequada apropriação da sensação térmica (entendendo neutralidade como uma sensação) definidora do conforto foi em parte esmiuçada por Dear (2011), quando este trouxe a sensação como algo que unicamente descreve a magnitude e o sentido de uma determinada experiência, enquanto que o conforto descreve de modo qualitativo o tom hedônico ou agradável que um determinado estímulo possui, entrando na dicotomia entre a percepção e a sensação. Sobre isto, Wong et al. (2002) complementam afirmando que a percepção não se refere a um processo humano cognitivo discreto, mas a um processo acumulativo, uma modificação consciente resultante da percepção analítica, que pode ser interpretada como agradável ou desagradável. Sobre o voto de sensação térmica, Feriadi e Wong (2004) observaram que este é mais rigoroso que a percepção do conforto, pois não considera fatores não físicos, como aspectos emocionais e expectativas. Shahzad et al. (2018) questionaram a confiabilidade de qualquer estudo de conforto térmico que se baseia unicamente na sensação térmica.

Em pesquisa conduzida em escritórios britânicos e noruegueses, observou-se que 36% dos ocupantes desejavam sensações térmicas não neutras e associaram a não neutralidade com o conforto. Como conclusão, observou-se a importância de outras variáveis além da sensação para estimar o conforto, como a preferência (SHAHZAD et al., 2018). Com hipótese similar, Shooshtarian e Rajagopalan (2017) invalidam a suposição que neutralidade e conforto são equivalentes e propõem uma reconfiguração

na filosofia do conforto térmico, com ênfase em “como as pessoas gostariam de estar se sentindo”, a preferência térmica.

Em estudo realizado por Humphreys e Hancock (2007) com estudantes do primeiro ano do curso de Arquitetura e Urbanismo de Oxford e com pessoas em suas residências, observou-se que 40% dos estudantes preferiam sensações térmicas não neutras, sendo este número elevado para 81% para as pessoas entrevistadas em suas residências. Os pesquisadores Vecchi, Cândido e Lamberts (2016) analisaram a influência da exposição do condicionamento artificial na aceitabilidade e preferência térmica, sendo aplicados 2292 questionários para alunos dos cursos de Arquitetura e Planejamento, Meio Ambiente, Engenharia Civil, Produção Sanitária, Física e Matemática. Como resultado desta pesquisa, observou-se que os indivíduos que previamente haviam sido submetidos a ambientes com ar-condicionado tinham uma menor tolerância quando sujeitos a temperaturas mais elevadas.

Pesquisas realizadas no semiárido paraibano conduzidas por Sousa (2018), com 583 entrevistados, detectaram que o conforto térmico e a sensação térmica não neutra não são mutuamente exclusivos, de modo que, do grupo de indivíduos que assumiram se sentir neutros termicamente (não sentir frio nem sentir calor), apenas 81% alegaram conforto, enquanto 19% das pessoas estavam insatisfeitas por preferirem ambientes com sensações térmicas mais frias ou mais quentes. Contudo, 34% das pessoas que afirmaram se sentir confortáveis expressaram sentir sensações térmicas não neutras, ou seja, frio ou calor.

Adaptação térmica: mecanismos psicológicos, comportamentais e fisiológicos aliados a oportunidades adaptativas

O termo adaptação térmica se sustenta na teoria do conforto térmico adaptativo. Apoiada neste pressuposto, Sousa (2018) definiu a adaptação térmica como a plasticidade de usar estratégias de acordo com a necessidade ou preferência térmica, através da adequação ao meio, adequação do meio a si, ou modificação da relação pessoa-meio. Os pesquisadores Feriadi e Wong (2004) interpretaram o termo adaptação térmica como um ato corretivo em relação à percepção térmica, sendo esta última um processo acumulativo e não cognitivo discreto.

Ressalta-se que, conforme exposto por Dear, Brager e Cooper (1997), a visão da adaptação não invalida os modelos analíticos pois uma margem considerável das adaptações, com enfoque nas ambientais, são captadas por estes modelos, ficando à margem as adaptações pontuais, psicológicas e fisiológicas. Segundo Dear, Brager e Cooper (1997), a adaptação pode ocorrer através de três processos distintos:

- Fisiológicos, inclui todas as mudanças fisiológicas resultantes da exposição prolongada a uma determinada configuração climática;
- Psicológicos, refere-se à percepção alterada e à reação a informações sensoriais;
- Comportamentais, compreende todas as modificações conscientes ou inconscientes que modificam o fluxo de calor e massa.

De acordo com Coley et al. (2017) a adaptação psicológica se refere a qualquer adaptação de ordem psicológica à reação sensorial, como exemplos, o relaxamento de expectativas térmicas, mudanças graduais de preferências e a habituação. A adaptação comportamental inclui todas as ações inconscientes ou conscientes advindas de estímulos ambientais considerados incompatíveis com o desejado, de modo que se modifica o ambiente interno (COLEY et al., 2017) ou a relação pessoa e ambiente interno;

enquanto que a adaptação do tipo fisiológica compreende as mudanças na fisiologia do corpo, sendo subdividida em duas categorias, aclimatação genética e aclimatação, a primeira compreende a mudanças que ocorrem em um intervalo de tempo superior a uma vida, enquanto que a segunda se refere a alterações com base no histórico térmico do indivíduo (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997).

Feriadi e Wong (2004) subdividiram a adaptação em duas categorias, a adaptação negativa, que compreende todas as medidas tomadas que não conseguem alcançar o conforto, e a adaptação positiva, que corresponde às ações que atingem o conforto. Segundo os autores supracitados, o conforto térmico é fortemente influenciado pela expectativa e preferência. Analisando o fator expectativa, Pei et al. (2015) encontraram correlações estatísticas significativas entre este e a satisfação térmica.

Frequentemente associado à adaptação, encontramos na literatura os termos ‘memória térmica’ (VECCHI, 2015), ‘experiências térmicas’ (DACANAL; LABAKI; SILVA, 2010), ‘histórico térmico’ (VECCHI; CÂNDIDO; LAMBERTS, 2016), ‘experiências climáticas’ (AULICIEMS, 1981) e ‘aclimatação’ e ‘climatização’ (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997), sendo utilizados como sinônimos. Em suma, estes termos são traduzidos como a mudança fisiológica e psicológica gerada no organismo através de repetidas experiências térmicas, em geral ocasionadas por intermédio de stress térmico. A adaptação fisiológica decorrente do histórico térmico foi, entre outros, identificada por Fanger e Toftum (2002), que associaram a diminuição do metabolismo em pessoas residentes em climas quentes e com a influência do tempo aos quais estas se submetem a espaços refrigerados mecanicamente.

Pode se afirmar que a influência de espaços condicionados artificialmente e sua alteração na percepção térmica, embora ainda seja uma abordagem em estudo, acarreta em mudanças significativas nos padrões de conforto térmico que impactam nas abordagens sobre o tema, especialmente considerando-se o aumento expressivo de pessoas que usam de meios mecânicos. Os trabalhos de Vecchi, Cândido e Lamberts (2016), Dear, Kim e Parkinson (2018) e Sousa (2018) encontraram evidências estatísticas da diferença de temperatura de conforto entre pessoas que se submetem a ambientes condicionados artificialmente e as que não se submetem (ou o fazem com menor frequência), todavia, não apresentaram evidências empíricas de casualidade.

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelas pessoas no processo de adaptação são as regras de conduta social, de modo que quanto mais opressor o ambiente, menor a gama de possibilidades por parte de seu ocupante para se adaptar (HUMPHREYS; NICOL; ROAF, 2016). A esta margem de adaptação foi denominada o termo oportunidade adaptativa que, segundo Dear, Kim e Parkinson (2018), se refere ao grau de controle que os ocupantes da edificação possuem para alcançar o conforto. Fundamentados nas pesquisas em campo promovidas por Dear, Kim e Parkinson (2018) em Sydney, na Austrália, originou-se a hipótese que usuários de residências possuem maior zona de conforto devido ao amplo grau de liberdade e às oportunidades de adaptação que possuem dentro de suas residências. Esta evidência empírica implica na inadequação de modelos preditivos universais, que não consideram as possibilidades de adaptação decorrentes do tipo de uso do ambiente. Como consequência, os modelos confeccionados unicamente em escritórios são possíveis subestimadores da temperatura limite máxima e superestimadores da temperatura limite mínima em relação ao conforto, quando empregados no interior de habitações, já que estes primeiros possuem menor oportunidade adaptativa (DEAR; KIM; PARKINSON, 2018).

Ambientes não homogêneos, alliesthesia e diversidade térmica

Em ambientes não controlados, a experiência térmica nunca é neutra (WEBB, 2012). Os espaços internos e externos são, em sua maioria, termicamente heterogêneos, com flutuações constantes baseadas no tempo, nas correntes de ar e nas superfícies que emitem, refletem e absorvem calor (WEBB, 2012). Essa diversidade térmica diariamente vivenciada vem sendo trocada por ambientes controlados, homogêneos, isotérmicos, estacionários e conseqüentemente monótonos termicamente. Além de menos dispendiosos financeiramente, espaços dinâmicos, onde as condições microclimáticas oscilam frequentemente, são preferíveis por seus ocupantes (RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015). Apesar disto, conforme ressaltado por Dear (2011), pouco se sabe sobre mecanismos perceptuais, derivados dos processamentos psicológicos das respostas físicas e fisiológicas em ambientes internos dinâmicos e anisotérmicos.

De acordo com Cabanac (1971) a sensação é relatada como um estímulo, portanto é descritiva e sugere um caráter afetivo, traduzida como algo que proporciona prazer ou desprazer. A sensação de prazer, neste aspecto, indica a presença de estímulos que corrigiram um problema interno, de modo que o prazer pode ser encarado como utilidade e o desprazer a ausência de qualquer necessidade. Assim, o prazer é alcançado através de uma ação (comportamento) que se adapte a um objetivo fisiológico. Vertendo esta concepção ao conforto térmico, Cabanac (1971) cunhou o termo Alliesthesia que vem do esthesia (significa sensação) e de allios (significa mudança). O conceito da alliesthesia se fundamenta na desestabilidade, ou seja, um indivíduo em desconforto térmico que através de um estímulo restaura o equilíbrio térmico perceberá este como agradável, portanto se trata de uma alliesthesia positiva (DEAR, 2011). Em caso inverso, se o sujeito está em conforto e recebe o mesmo estímulo, o encarará como desagradável, pois este tende a desestabilizar o sistema e será apreendido como alliesthesia negativa. Assim, quanto maior o deslocamento da variável analisada para se alcançar o conforto, maior será o prazer que este proporcionará (DEAR, 2011).

A alliesthesia pode ocorrer de dois modos distintos, temporal e espacial. A temporal consiste quando o indivíduo está sujeito a variações térmicas através de ambientes sequenciais e transitórios, enquanto que a alliesthesia espacial assume o restabelecimento da temperatura central, através de estímulos locais, conseqüentemente, apenas parte do corpo do indivíduo está sujeito ao estímulo corretivo (PARKINSON; DEAR; CANDIDO, 2015). O seu estudo foi utilizado por Shooshtarian e Rajagopalan (2017) para explicar as diferenças entre a temperatura preferida e a temperatura neutra em diferentes estações na Austrália.

Além de incentivar espaços ventilados naturalmente, a alliesthesia embasou os equipamentos de controle ambiental pessoal, que vêm se mostrando mais eficazes que sistemas de condicionamento ambiental geral, tanto em relação à satisfação do usuário quanto em questões econômicas. Concomitante a aspectos energéticos, a teorização do prazer alcançado pela assimetria espacial ou temporal quebra o paradigma estabelecido pelo conforto térmico tradicional, baseado em modelos isotérmicos (DEAR, 2011). Paralelamente, também se opõe a parcela significativa das situações que são consideradas como promotoras do desconforto térmico localizado, o que, de acordo com Parkinson e Dear (2014), é resultado de estudos desenhados na teoria da alliesthesia negativa. Segundo Heschong (1979), a suposição que um ambiente térmico não deve ser notado (neutro) para se atingir as necessidades térmicas é questionável. Para esboçar sua teoria, a autora fez um paralelo entre o ambiente térmico com as necessidades nutricionais humanas, como pode ser observado na citação abaixo:

“[...] nosso nível de compreensão torna teoricamente possível suprir todas as nossas necessidades nutricionais com algumas pílulas e injeções. No entanto, enquanto comer é uma necessidade fisiológica básica, ninguém ignoraria o fato de que também desempenha um papel profundo na vida cultural de um povo. Algumas barras nutricionais do astronauta não são substitutas para uma refeição gourmet. Elas não têm sensualidade - sabor, aroma, textura, temperatura, cor. Elas estão desconectadas de todos os costumes que se desenvolveram em torno do comer [...] O ambiente térmico também tem o potencial para tal sensualidade, papéis culturais e simbolismos que não precisam, na verdade, não deveriam ser projetados para fora da existência em nome de um mundo termicamente neutro.” (HESCHONG, 1979, p. 17, tradução nossa).

Implicações destas definições e outros problemas recorrentes em pesquisas de conforto térmico

A diferenciação dos termos neutralidade térmica e conforto térmico entre pesquisadores pode tornar os resultados não equivalentes. Para ilustração deste entrave, selecionamos as pesquisas desenvolvidas por Rupp (2018), Sousa (2018), Vecchi (2015); todas possuindo em comum a formatação do questionário base da pesquisa contendo perguntas específicas sobre conforto térmico e sobre sensação térmica (inclusive a opção sentir neutro termicamente ou equivalente), desta forma, houve diferenciação entre o que seria neutralidade térmica e o que seria conforto. O mesmo não ocorreu com as pesquisas de Kim e Dear (2018), Dear, Kim e Parkinson (2018), Takasu (2017) e Torres (2016), em que não houve diferenciação entre neutralidade térmica e conforto térmico. Em decorrência da distinção no protocolo de aquisição dos dados, para tornar os resultados entre estas pesquisas equivalentes se faz necessário considerar as análises de neutralidade para o primeiro grupo análogas aos dados de conforto para o segundo grupo, enquanto que os dados de conforto para o primeiro grupo não podem ser comparados com nenhuma escala em relação ao segundo, principalmente se aceita a ideia provinda do reequilíbrio térmico assimétrico como promotora do conforto (alliesthesia), ou da associação da preferência como variável mais influente na mensuração do conforto térmico. Somado a esta incompatibilidade, ainda existem pesquisadores como Luo et al. (2016) que, na escala do conforto térmico, acrescentam o termo neutralidade, subdividindo-a em muito confortável, confortável, neutro, desconfortável e muito desconfortável, tornando complexo qualquer tipo de associação com pesquisas que não usem a mesma terminologia.

No Quadro 2 a seguir apresenta-se uma síntese dos principais termos abordados neste artigo.

Conforme foi apontado por Heschong (1979), muitos aceitam a ideia, em grande parte devido às normas de ambiência térmica, de que um ambiente térmico não notado é o ideal e assimetrias estão vinculadas ao desconforto. Essa concepção dificulta o avanço de pesquisas pautadas na alliesthesia e no potencial hedônico que o espaço pode promover. Atrelado a este conceito, há o entendimento de que os indivíduos cujas respostas em questionários apresentam aparente inconsistência entre as escalas de conforto, aceitabilidade, sensação e preferência devem ser descartados, como pode ser observado em Vecchi (2015) e Lyra (2007). Todavia, estas aparentes inconsistências podem ser derivadas da adaptação, preferência térmica, ótimo térmico ou da alliesthesia.

Além das divergências entre coesão de termos, ocorre que medições em campo dificilmente são homogêneas, por estarem sujeitas a diversas variáveis não controladas

pelo pesquisador (XAVIER, 2000), especialmente quando o espaço é ventilado naturalmente e os seus usuários estão livres para se adaptarem. Entretanto, é crucial que o pesquisador esteja atento ao uso de estratégias adaptativas por parte dos usuários e se certifique se existe exposição a assimetrias térmicas não computadas pelos equipamentos de aferição climática, a exemplos adaptações associadas a alliesthesia. Fanger e Toftum (2002), neste aspecto, reforçaram a necessidade de um rigor técnico para as medições. Os equipamentos devem estar todos calibrados e possuir as especificações técnicas com níveis de precisão desejáveis, a fim que os estudos sejam equiparáveis.

Quadro 2 - Síntese dos principais termos explorados

Termo analisado	Detalhamento e referência
Conforto térmico	Equilíbrio energético mantido (ALCOFORADO, 2001; LAMBERTS et al., 2011).
	Equilíbrio energético, inexistência de perda de calor de modo assimétrico, temperatura média da pele e taxa de secreção de suor adequadas ao metabolismo (FANGER, 1973).
	Resultado da adaptação, expresso pelo desejo do ambiente térmico permanecer constante (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997).
	Estado da mente que expressa satisfação com a ambiência térmica (ASHRAE, 2017).
	Uma resposta comportamental ampla e inteligente frente ao clima (HUMPHREYS et al., 1995).
	Condição fortemente influenciada pela expectativa e preferência (FERIADI; WONG, 2004).
	Zona termoneutra (IVANOV, 2006)
Neutralidade térmica	Condição na qual o indivíduo não sente nem frio, nem calor (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997; ASHRAE, 2010).
	Não preferência pelo frio ou calor (FANGER, 1973).
	Saldo nulo na equação de balanço de calor (LAMBERTS et al., 2011).
Adaptação térmica	Ato corretivo em relação a percepção térmica, sendo esta última um processo acumulativo e não cognitivo discreto (FERIADI; WONG, 2004).
	Se divide em três processos distintos: fisiológicos, psicológicos e comportamentais (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997).
	Plasticidade de usar estratégias de acordo com a necessidade ou preferência térmica, através da adequação ao meio, adequação do meio a si ou a modificação da relação pessoa – meio (SOUSA, 2018).
Alliesthesia	Um indivíduo em desconforto térmico que através de um estímulo restaura o equilíbrio térmico perceberá este como agradável – alliesthesia positiva (CABANAC, 1971; DEAR, 2011).
Sensação térmica	Uma expressão subjetiva do indivíduo referente a percepção térmica de um ambiente, comumente expresso nas escalas: quente, frio e neutro (ASHRAE, 2017).
	Algo que unicamente descreve a magnitude e o sentido de uma determinada experiência (DEAR, 2011).
	Resposta a um estímulo, possui caráter tridimensional: qualitativo, quantitativo e afetivo (CABANAC, 1979).
Percepção Térmica	Não se refere a um processo humano cognitivo discreto, mas a um processo acumulativo, uma modificação consciente resultado da percepção analítica que pode ser interpretada como agradável ou desagradável (WONG et al., 2002).
Preferência térmica	A ação de preferir, escolher um entre outros. No caso específico, preferir uma sensação térmica (MONTEIRO, 2008).
	Como as pessoas gostariam de estar se sentindo (SHOOSHTARIAN; RAJAGOPALAN, 2017)
Balanço térmico	O calor perdido para o ambiente subtraído do calor produzido pelo corpo. O equilíbrio térmico ocorre quando o saldo resultante desta equação é nulo (FANGER, 1973).
Homeotermia	Um dos marcadores mais importantes da homeotermia são as constantes e altas temperaturas corporais, com uma faixa de variação estreita, tendo o seu desvio resultando nas reações de termorregulação (IVANOV, 2006).
Ambiente térmico	As condições ambientais térmicas que afetam a perda de calor de uma pessoa (ASHRAE, 2017).
Assimetria térmica	Quando existe diferença na radiação térmica ou convectiva incidente em um corpo (FANGER, 1973).
Ótimo térmico	Associado a preferência térmica (DEAR; BRAGER; COOPER, 1997).
Oportunidade adaptativa	Se refere ao grau de controle que os ocupantes da edificação possuem para alcançar o conforto (DEAR; KIM; PARKINSON, 2018).
Stress térmico	Estado psicofisiológico ao qual uma pessoa está submetida em situações térmicas ambientais extremas de calor ou frio (LAMBERTS et al., 2011).

Fonte: As autoras.

Conclusão

Este artigo revisou as seguintes definições relacionadas ao conforto térmico humano: conforto, neutralidade, adaptação e alliesthesia, se concentrando nas potenciais diferenças entre acepções e as suas implicações através de uma revisão literária. As principais hipóteses esboçadas no artigo são:

- Neutralidade térmica não é sinônimo de conforto térmico;
- Pesquisas de conforto baseadas unicamente na sensação térmica são limitadas, por desconsiderarem a influência da percepção e preferência térmica;
- Assimetria térmica não necessariamente implica em desconforto térmico;
- Assimetrias térmicas, espaciais ou temporais, podem gerar prazer térmico;
- A adaptação influencia a percepção térmica e conseqüentemente os limites confortáveis;
- A sensação térmica neutra é mais restrita do que a sensação de conforto.

Com base nas pesquisas analisadas, tornou-se evidente o quanto estudos aparentemente similares podem ser potencialmente distintos, devido ao emprego diferenciado de um termo técnico ou a metodologia de aquisição de dados, e em consequência os resultados podem não ser passíveis de comparação. Além das questões de protocolo da pesquisa, podem existir possíveis erros advindos de traduções equivocadas dos termos analisados, acrescido das interpretações e entendimentos distintos tanto do pesquisador quanto do entrevistado. Deste modo, cabe aos pesquisadores atentar para a qualidade do referencial empregado (avaliando o fator de impacto, por exemplo), observar cuidadosamente a metodologia, especialmente quando houver questionários (as perguntas que o compõem devem ser coerentes com os conceitos adotados na pesquisa), considerar a relação entre o método e o tratamento dos dados e subseqüentes análises, cuidar com a tradução (especialmente em relação aos termos e conceitos chaves) e atentar para a população investigada e o tipo de uso do local.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

ALCOFORADO, M. J. **Alguns aspectos da bioclimatologia**: o clima e o organismo humano. Centro de estudos geográficos, Universidade de Lisboa, 2001.

ASHRAE - THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS AN AMERICAN. **STANDARD 55 - 2010**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2010. ISSN 1041-2336.

ASHRAE - THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS AN AMERICAN. **STANDARD 55 - 2013**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2013. ISSN 1014-2336.

ASHRAE - THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS AN AMERICAN. **TANDARD 55 - 2017**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2017. ISSN 1041-2336.

AULICIEMS, A.. Towards a psycho-physiological model of thermal perception. **International Journal of Biometeorology**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.109-122, jun. 1981. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02184458>.

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, Y.; STEVEN, V.. **Thermal comfort, in: Passive and Low Energy Architecture International Design tools and techniques**. Brisbane: The University Of Queensland - Department Of Architecture, 2007. ISBN 0-86776-729-4.

CABANAC, M.. Physiological Role of Pleasure. **Science**, [s.l.], v. 173, n. 4002, p.1103-1107, 17 set. 1971. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.173.4002.1103>.

CABANAC, Michel. Sensory Pleasure. **The Quarterly Review Of Biology**, [s.l.], v. 54, n. 1, p.1-29, mar. 1979. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/410981>.

CAMARGO, M. G.; FURLAN, Maria Montserrat Dias Pedrosa. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas. **Revista Saúde e Pesquisa**, 4, pp. 278-288, 2011. ISSN 1983-1870.

CEN - COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. **STANDARD EN 15251-2007: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics**. Europa, 2007.

COLEY, David et al. Probabilistic adaptive thermal comfort for resilient design. **Building And Environment**, [s.l.], v. 123, p.109-118, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.050>.

COUTINHO, Antonio Souto. **Conforto E Insalubridade Termica Em Ambientes De Trabalho**. João Pessoa: Editora da Ufpb, 1998. 210 p.. ISBN 978-8523701260.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, 10, pp. 115-132, 2010. ISSN 1678-8621.

DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. **Developing an adaptive model of thermal comfort and preference: Final Report on ASHRAE RP - 884**. Sydney: MRL, 1997.

DEAR, Richard de, et al. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. **Indoor Air**, [s.l.], v. 23, n. 6, p.442-461, 16 maio 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ina.12046>.

DEAR, Richard de. Revisiting an old hypothesis of human thermal perception: alliesthesia. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.108-117, abr. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2011.552269>.

DEAR, Richard de; KIM, Jungsoo; PARKINSON, Thomas. Residential adaptive comfort in a humid subtropical climate—Sydney Australia. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 158, p.1296-1305, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.028>.

DJAMILA, Harimi. Indoor thermal comfort predictions: Selected issues and trends. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 74, p.569-580, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.076>.

FABBRI, Kristian. A Brief History of Thermal Comfort: From Effective Temperature to Adaptive Thermal Comfort. **Indoor Thermal Comfort Perception**, [s.l.], p.7-23, 2015. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-18651-1_2.

FANGER, P. O.. Assessment of man's thermal comfort in practice. **Occupational And Environmental Medicine**, [s.l.], v. 30, n. 4, p.313-324, 1 out. 1973. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.30.4.313>.

FANGER, P. O.; TOFTUM, J.. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 34, n. 6, p.533-536, jul. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788\(02\)00003-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-7788(02)00003-8).

FERIADI, Henry; WONG, Nyuk Hien. Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 36, n. 7, p.614-626, jul. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.01.011>.

HESCHONG, Lisa. **Thermal Delight in Architecture**. London: The Mit Press, 1979. 78 p.. ISBN 978-0262580397.

HUMPHREYS, Michael et al. **Standards for Thermal Comfort: Indoor air temperature standards for the 21st century**. London: Routledge, 1995. 261 p. ISBN 978-0419204206.

HUMPHREYS, Michael.; HANCOCK, Mary. Do people like to feel 'neutral'? **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 39, n. 7, p.867-874, jul. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.02.014>.

HUMPHREYS, Michael; NICOL, Fergus; ROAF, Susan. **Adaptive Thermal Comfort: Foundations and Analysis**. New York: Routledge, 2015. 378 p.. ISBN 978-0-415-69161-1.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**, 2013.

IVANOV, K.p.. The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. **Journal Of Thermal Biology**, [s.l.], v. 31, n. 1-2, p.24-29, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.12.005>.

KIM, Jungsoo; DEAR, Richard de. Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. **Building And Environment**, [s.l.], v. 127, p.13-22, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.031>.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. ; BERNARDI, Núbia . Avaliação da Interferência Comportamental do Usuário para a Melhoria do Conforto Ambiental em Espaços Escolares: Estudo de Caso em Campinas-SP. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6.; ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2001, São Pedro. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2001. v. I. p. 37-38.

LAMBERTS et al. **Conforto e Stress térmico**. Laboratório de eficiência energética em edificações, 2011.

LUO, Maohui et al. The dynamics of thermal comfort expectations: The problem, challenge and impication. **Building And Environment**, [s.l.], v. 95, p.322-329, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.07.015>.

LYRA, Débora Santa Fé Monteiro. **Aplicabilidade de índices de conforto térmico: um estudo de caso em Salvador - BA**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Modelo Preditivos de Conforto Térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. 2008. 382 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NICOL, J. Fergus; ROAF, Susan. Rethinking thermal comfort. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 45, n. 7, p.711-716, 30 mar. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2017.1301698>.

NODA, L. et al. **Condições ambientais e percepção do conforto térmico: estudo de caso com trabalhadores de escritórios**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, setembro de 2016.

OROSA, José A.; OLIVEIRA, Armando C.. A new thermal comfort approach comparing adaptive and PMV models. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.951-956, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.09.013>.

PARKINSON, Thomas; DEAR, Richard de. Thermal pleasure in built environments: physiology of alliesthesia. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 43, n. 3, p.288-301, 15 dez. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2015.989662>.

PARKINSON, Thomas; DEAR, Richard de; CANDIDO, Christhina. Thermal pleasure in built environments: alliesthesia in different thermoregulatory zones. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.20-33, 10 jul. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2015.1059653>.

PEI, Zufeng et al. Comparative study on the indoor environment quality of green office buildings in China with a long-term field measurement and investigation. **Building And Environment**, [s.l.], v. 84, p.80-88, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.10.015>.

PERILLO, Paulo José Lima; CAMPOS, Marcus André Siqueira; ABREU-HARBICH, Loyde Vieira de. Conforto térmico em salas de aula: revisão sistemática da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [s.l.], v. 8, n. 4, p.236-248, 31 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i4.8650268>.

RUPP, Ricardo Forgiarini. **Conforto térmico humano em edificações de escritórios localizadas no clima subtropical úmido de Florianópolis/SC**. 2018. 289 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

RUPP, Ricardo Forgiarini; DEAR, Richard de; GHISI, Enedir. Field study of mixed-mode office buildings in Southern Brazil using an adaptive thermal comfort framework. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 158, p.1475-1486, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.047>.

RUPP, Ricardo Forgiarini; VÁSQUEZ, Natalia Giraldo; LAMBERTS, Roberto. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 105, p.178-205, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047>.

SHAHZAD, Sally et al. Does a neutral thermal sensation determine thermal comfort? Building Services Engineering Research And Technology, [s.l.], v. 39, n. 2, p.183-195, 25 jan. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0143624418754498>.

SHOOSHARIAN, Salman; RAJAGOPALAN, Priyadarsini. Study of thermal satisfaction in an Australian educational precinct. **Building And Environment**, [s.l.], v. 123, p.119-132, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.002>.

SHOVE, Elizabeth et al. Comfort in a lower carbon society. **Building Research & Information**, [s.l.], v. 36, n. 4, p.307-311, ago. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210802079322>.

SOUSA, Mayara Cynthia Brasileiro de. **Desejo por conforto térmico: Estratégias adaptativas e modelos de conforto térmico no semiárido paraibano**. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

TAKASU, Marina et al. Study on adaptive thermal comfort in Japanese offices under various operation modes. **Building And Environment**, [s.l.], v. 118, p.273-288, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.02.023>.

TORRES, Manoel Geronimo Lino. **Conforto térmico e desempenho nos ambientes de ensino com inovações tecnológicas – estudo de multicascos no nordeste brasileiro**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

VECCHI, Renata de. **Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido**. 2015. 237 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

VECCHI, Renata de; CÂNDIDO, Christhina Maria; LAMBERTS, Roberto. Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a 'cool' addiction hypothesis. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.7-20, jan. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100057>.

WEBB, A. L. **Mapping Comfort: An analysis method for understanding diversity in the Thermal comfort**. 2012. 166 Architecture, Massachusetts Institute of Technology.

WONG, N.h et al. Thermal comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore. **Building And Environment**, [s.l.], v. 37, n. 12, p.1267-1277, dez. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0360-1323\(01\)00103-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0360-1323(01)00103-2).

XAVIER, Antônio Augusto de Paula. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – Teoria física aliada a estudos de campo**. 2000. 251 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

YANG, Diyu; XIONG, Jing; LIU, Weiwei. Adjustments of the adaptive thermal comfort model based on the running mean outdoor temperature for Chinese people: A case study in Changsha China. **Building And Environment**, [s.l.], v. 114, p.357-365, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.038>.

¹ **Mayara Cynthia Brasileiro de Sousa**

Arquiteta e Urbanista. Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Pesquisadora e doutoranda do LabCon – PPGAU - UFPB. Endereço postal: Universidade Federal da Paraíba - CT, Campus Universitário, Castelo Branco, João Pessoa – PB, Brasil, CEP: 58.051.970.

² **Solange Maria Leder**

Arquiteta e Urbanista. Doutorado em Engenharia Civil. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo e nos Programas de Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil e Ambiental da UFPB. Endereço postal: Universidade Federal da Paraíba - CT, Campus Universitário, Castelo Branco, João Pessoa – PB, Brasil, CEP: 58.051.970.