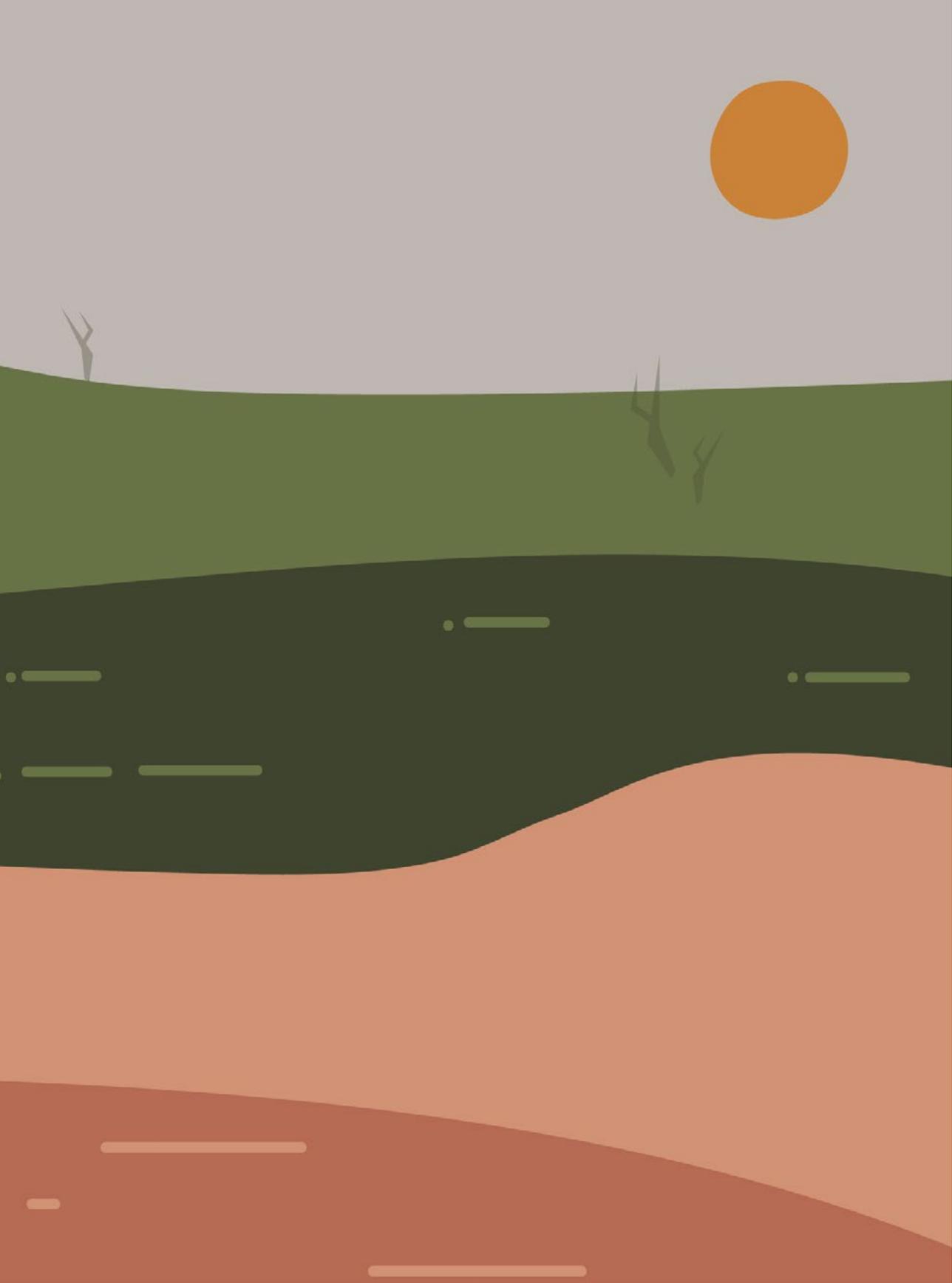




MIRIAM DE FARIAS PANET



UM FUTURO CONFORTÁVEL

Modelagem preditiva de sensação térmica de pessoas idosas
residentes em localidade do semiárido da Paraíba/Brasil

MIRIAM DE FARIAS PANET



Campina Grande - PB
2022

F996 Um futuro confortável : modelagem preditiva de sensação térmica de pessoas idosas residentes em localidade do semiárido da Paraíba/Brasil [livro eletrônico] / Miriam de Farias Panet (organizadora). – Campina Grande:EDUFPG, 2022. 268 p. : il. color.

E-book (PDF)
ISBN 978-65-86302-80-6

1. Arquitetura Residencial. 2. Sensação Térmica de Pessoas Idosas.
3. Semiárido Paraibano. I. Panet, Miriam de Farias e. II. Título.

CDU 7 28.1-053.9(813.3)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA SEVERINA SUELI DA SILVA OLIVEIRA CRB-15/225

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - EDUFPG
secretaria@editora.ufcg.edu.br

Prof. Dr. Antônio Fernandes Filho
Reitor

Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata
Vice-Reitor

Yasmine Lima
Diretora Administrativa da Editora da UFCG

Prof. Anselmo Ribeiro Lopes
Assessor Administrativo da Editora da UFCG

Wandick Antônio Souza Costa
Revisão

Alana Souza, Allyson Barbosa e Apoenna Caetano
Projeto Gráfico

CONSELHO EDITORIAL

Anubes Pereira de Castro (CFP)
Benedito Antônio Luciano (CEEI)
Erivaldo Moreira Barbosa (CCJS)
Janiro da Costa Rego (CTRN)
Marisa de Oliveira Apolinário (CES)
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)
Railene Hérica Carlos Rocha (CCTA)
Rogério Humberto Zeferino (CH)
Valéria Andrade (CDSA)

Agradecimentos

Os primeiros agradecimentos são para todas as **pessoas idosas** que me acolheram em seus lares com simplicidade e atenção.

Meus sinceros agradecimentos a **toda equipe da Secretaria de Atenção Básica**, em nome do Gerente de Atenção Básica Miguel Rodrigues Albuquerque Dantas e todos(as) enfermeiros(as) das Unidades Básicas de Saúde (UBS).

Agradeço imensamente a todos(as) **Agentes Comunitários de Saúde (ACS)**: Tatiana (bairro Monte Castelo), Edna (bairro José Pinheiro), Eliomar (bairro Jardim Tavares), Irineide (bairro Nova Brasília), Janaína (bairro Bela Vista), Ednalva (bairro de Bodocongó), Benedita (bairro de Mutirão), Geruza e Diana (bairro Alto Branco), Diego (bairro Monte Santo), Lindemberg (bairro Conceição), Mavdson (bairro Estação Velha), Selma (bairro do Tambor), Ivone (bairro Santa Terezinha), Lúcia (bairro Catolé), Adriana (bairro Três irmãs), Fernanda (bairro Santa Cruz), Geysa (bairro do Ligeiro), Socorro (bairro do Velame), Elisângela (bairro das Malvinas), Paulo e Lúcia (bairro da Ramadinha), Germana (bairro das Malvinas III) e Patrícia (bairro Jardim Verdejante). Sem vocês teria sido impossível a realização do levantamento de dados em campo.

A Profa. Dra. **Virgínia Maria Dantas de Araújo**, pela orientação e por me aceitar de braços abertos, sempre atenciosa e gentil.

Aos Profos. Dros. **Eduardo Henrique Araújo** e **José Wilton Queiroz**, pelas orientações e análises estatísticas dos dados.

Aos **professores do PPGAU**, por toda sua organização e dedicação.

A **Nicolau Silva**, o secretário de pós-graduação mais eficiente que já conheci. Agradeço por todas as dúvidas que foram sanadas de forma imediata.

Aos **colegas da turma 2015**, da pós-graduação do PPGAU/UFRN, que tornaram nossas aulas mais alegres e proveitosas.

Ao Profo. Dro. **Leonardo Marques Monteiro**, por tantos ensinamentos e atenção, e à FAUUSP, por me receber generosamente durante um mês.

Ao Profo. Dro. **Maurício Ferreira** da POLIUSP, pela atenção e troca de informações.

Ao Profo. Dro. **Antônio Souto Coutinho** da UFPB, sempre generoso e atencioso. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Profo. Dro. **Jacques Malchaire** pelas valiosas orientações à distância.

À colega e amiga **Ivanize Silva**, sempre generosa em suas explicações e companheira de todos os momentos, inclusive na estrada.

À **Rogério Gaspar de Almeida**, marido de Ivanize, pelas conversas animadoras durante nossos trajetos à Natal.

Aos amigos da UFCG, em especial **Mariana Bonates**,

Marcus Vinicius Dantas e **Heitor Andrade**, que estiveram sempre presentes na minha jornada como professora e pesquisadora.

Aos queridos alunos da UFCG, especialmente a **Sanderson Oliveira**, **Rafael Franca**, **João Batista Mendes Junior**, **Carlos Alberto Neto** e **Ilysnayry Couto**, que me ajudaram no levantamento de dados em campo.

A **Maria Leide Silva de Alencar**, colega do CDSA/UFCG.

Aos colegas **Iana Rufino**, **Carlos Galvão** e **John Cunha**.

Ao Profo. Dro. **Adriano Azevedo** da UFCG/FACISA e colega de turma do colégio Pio X, obrigada pelas valiosas sugestões.

Ao meu querido amigo de infância **Evaldo Tavares de Medeiros**, mesmo distante geograficamente, sempre presente em minha vida. Obrigada pelo trabalho de tradução.

A nossa querida diarista **Joilda Alves da Silva**, por me proporcionar um ambiente adequado para meu estudo, com a certeza de uma comidinha deliciosa.

Às minhas queridas irmãs **Amélia Panet** e **Rose-France Panet**, mulheres fortes em minha vida, e ao meu cunhado/irmão, **Marco Antônio Barros**, cardiologista de primeira, obrigada pelas orientações.

Aos meus pais amados, **Fernand Jean Marie Panet** (in memorian) e **Carmem de Farias Panet**. Com eles aprendi tanto! Vocês estiveram presentes no rostinho de cada pessoa idosa, que me recebeu de braços abertos em sua casa. Obrigada por acreditar em mim.



Aos idosos da
minha vida,
Carmem e
Fernand (in
memorian).

Aos que me fazem
permanecer
jovem, **Edson** e
Joaquim.

Foto: Rose Panet

L'eau et le temps

Le temps passe et ne revient pas,
Tout comme l'eau de la rivière
Qui ne coule pas en arrière
Mais flue toujours, toujours plus bas.

Mais, si l'eau ne remonte pas
Vers la source de la rivière,
Les nues la rapportent, légère,
Et la déversent vers le bas!

Le temps n'existe qu'au présent!
En un clin d'oeil le présent passe
Et le futur devient présent;

Mais malgré tout, il se surpasse
Car, les leçons du temps qui fuit
Dès maintenant portent leurs fruits!

Fernand Panet

Muitas velas. Muitos remos.
Âncora é outro falar...
Tempo que navegaremos
não se pode calcular.
Vimos as plêiades. Vemos
agora a Estrela Polar.
Muitas velas. Muitos remos.
Curta vida. Longo mar.
(.....)

Cecília Meireles.

Prefácio

Esta obra apresenta ampla pesquisa em busca de um modelo preditivo que possibilite estimar a sensação térmica de idosos, em suas residências, na região do semiárido brasileiro. Obra estruturada em quatro partes, a primeira concentra-se na revisão de estudos precedentes, abrangendo desde bioclimatologia humana até conforto térmico, passando pelas questões específicas do ambiente residencial. Na segunda parte, consideram-se os levantamentos de campo realizados em Campina Grande - PB e o consequente tratamento estatístico dos dados. Na terceira parte, por meio, entre outras, de análises estatísticas inferenciais e multivariadas, culmina-se na proposição do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI). A parte final da obra traz considerações e reflexões do processo desenvolvido e, ainda, em apêndices e anexos, toda a documentação realizada. Fruto da pesquisa de doutoramento da autora, que é Professora da Universidade Federal de Campina Grande, a obra vem contribuir em dois âmbitos pouco explorados nas pesquisas de conforto térmico em nosso país: ambientes de moradia e população idosa. Miriam Panet, além de

trabalho de campo árduo para levantamento das condições microclimáticas das residências e respectivos votos de sensação térmica de 340 pessoas com mais de 60 anos, realiza uma análise exaustiva com rigor técnico e científico dos resultados encontrados, ao mesmo tempo que demonstra sempre uma leitura cuidadosa e humanizada dos contextos da população em estudo. Ciente não apenas das questões de conforto, mas também de saúde – como alterações fisiológicas ao longo do envelhecimento as quais comprometem mecanismos de regulação térmica –, a autora demonstra, por meio do índice de sensação térmica proposto, como as pessoas idosas, residentes no semiárido, tendem a ser mais sensíveis ao frio e menos ao calor, indicando assim a atenção necessária para “um futuro confortável”.

Leonardo Marques Monteiro

Professor Associado

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Resumo

O tema da sensação térmica de pessoas idosas, analisado em ambientes residenciais, tem sido pouco explorado no Brasil. Os estudos desenvolvidos têm como objeto o conforto térmico de pessoas jovens em edificações escolares, em empresas, ou em câmaras climatizadas com controle das variáveis microclimáticas. Com o envelhecimento do corpo humano, acontecem algumas alterações fisiológicas, que comprometem a ação dos mecanismos de regulação térmica, influenciando negativamente a sensação térmica do indivíduo. O calor ou frio extremos podem afetar a saúde dessa população que tem, como fator agravante, os riscos com a hipertermia e a desidratação. Desse modo, teve-se como objetivo construir um modelo preditivo para determinar o índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) em região de clima quente, considerando sua sensibilidade na percepção das alterações climáticas na cidade de Campina Grande, no semiárido do Estado da Paraíba. Para tanto, realizou-se o estudo observacional durante os meses de abril a dezembro de 2016, com 340 pessoas (com idade superior a 60 anos,

não acamadas e saudáveis) no interior de suas residências. Os resultados mostraram que 78% dos participantes foram do sexo feminino e 22% do sexo masculino; a faixa etária entre 60 e 70 anos representou o maior número de participantes, com 47% e, de acordo com os resultados do IMC, 57% dos participantes estão em situação de sobrepeso. Na variável Grau de sensação térmica, 64% dos participantes escolheram a categoria “nem calor, nem frio” para representar seu estado de sensação térmica. As respostas das unidades amostrais (pessoas idosas) às categorias de sensação térmica (quente, confortável e frio) foram transformadas em estimativas de *probits* para a determinação dos parâmetros de conforto térmico. Com a técnica estatística de modelagem multivariada (correlação canônica) foi determinado o ISTI. Por fim, o ISTI mostrou que o comportamento da sensação térmica de pessoas idosas, residentes em Campina Grande, tende a ser mais sensível ao frio e menos sensível ao calor.

Palavras-chave: Pessoas idosas, Sensação térmica, Semiárido, Arquitetura residencial.

Abstract

The thermal sensation of elderly people in their home environment has not been explored much in Brazil. The studies developed have as object the thermal comfort of young people in school buildings, companies or in climatized chambers with control of the microclimatic variables. The ageing of the human body entails a number of physiological changes that impair the body's thermal regulation mechanisms and exert a negative influence over the individual's thermal sensation. The extreme heat and cold may have an impact on the health of this population, who are exposed to aggravating risks of hyperthermia and dehydration. Our objective is to build a predictive model to determine the index of thermal sensation for the elderly (TSIEP) in a hot climate zone, taking into account their perception of weather variations in the city of Campina Grande city, situated in semiarid of Paraíba State, Brazil. For that purpose, an experimental study was carried out between April and December 2016 with 340 not bedridden, healthy people aged over 60 inside their homes. The results showed that 78% of the participants were female and 22%

male; the age group between 60 and 70 years represented the largest number of participants, with 47% and, according to the results of the BMI, 57% of the participants are overweight. In the variable Degree of thermal sensation, 64% of the participants chose the category «neither heat nor cold» to represent their state of thermal sensation. The responses of the sample units (elderly people) to thermal sensation categories (hot, comfortable and cold) were transformed in Probit estimations to elaborate thermal sensation graphs and determine thermal comfort parameters. Then, by applying the statistical technique of multivariate analysis (canonical correlation analysis) the thermal sensation index for elderly people (TSIEP) was determined. Finally, the TSIEP showed that the thermal sensation behavior of elderly people living in Campina Grande tends to be more sensitive to cold and less sensitive to heat.

Keywords: Elderly people, Thermal sensation, Semi-Arid, Residential Architecture.

Listas

Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema da relação entre a ocorrência de mortalidades e extremos climáticos. 44

Figura 2 - Infográfico da Zona Térmica Nula (ZTN), de pessoas jovens e idosas, construído a partir dos dados de Anderson et al., 1996. 60

Figura 3 - Infográfico dos efeitos do envelhecimento nas funções de regulação térmica de pessoas idosas. 66

Figura 4 - Diagrama esquemático dos diferentes tipos de modelos termofisiológicos. 107

Figura 5 - Representação do sistema de controle passivo de Stolwijk (1971). 109

Figura 6 - Diagrama esquemático do sistema de controle passivo do modelo Fiala (1998). 111

Figura 7 - Diagrama esquemático do sistema de controle ativo do modelo Fiala. 113

Figura 8 - Diagrama esquemático do modelo do fluxo de sangue das extremidades. 115

Figura 9 - Diagrama das relações internas entre os segmentos e o meio ambiente. 117

Figura 10 - Infográfico dos efeitos do envelhecimento. 122

Figura 11 - Estrutura da implementação do passo 1. 124

Figura 12 - Estrutura da implementação do passo 2. 124

Figura 13 - Representação das divisões do tronco em seções e camadas. 127

Figura 14 - Visão do sistema passivo do modelo. 128

Figura 15 - Mapa das mesorregiões da Paraíba com as três cidades em destaque. 141

Figura 16 - Mapa de localização de Campina Grande. 142

Figura 17 - Pirâmide etária da população do Município de Campina Grande (Censo IBGE, 2010). 143

Figura 18 - Gráfico das normais climatológicas (1981 – 2010) da temperatura do ar (°C) para Campina Grande. 143

Figura 19 - Gráfico das normais climatológicas (1981 – 2010) da precipitação acumulada (mm) para Campina Grande. 144

Figura 20 - Gráfico das normais climatológicas (1981 – 2010) da umidade relativa do ar (%) para Campina Grande. 144

Figura 21 - Gráfico da precipitação acumulada (mm)

ocorrida no ano de 2016, no município de Campina Grande.
146

Figura 22 - Infográfico de definição do tamanho da amostra.
151

Figura 23 - Mapa da cidade de Campina Grande com a distribuição espacial das UBS visitadas. 152

Figura 24 - Fluxograma dos procedimentos do levantamento de dados das variáveis em campo. 156

Figura 25 - Foto do Medidor de estresse Térmico. 173

Figura 26 - Foto do Termoanemômetro digital. 173

Figura 27 - Esquema dos procedimentos para determinação do ISTI. 180

Figura 28 - Gráfico da distribuição da frequência relativa do grau de sensação térmica para cada faixa etária. 188

Figura 29 - Gráfico da distribuição da frequência relativa do grau de satisfação térmica por faixa etária dos participantes. 188

Figura 30 - Gráfico da associação entre a temperatura de bulbo seco (TBS) e o grau de sensação térmica (ST). 192

Figura 31 - Gráfico de box-plot da distribuição da temperatura de bulbo seco (TBS) segundo a variável ST. 192

Figura 32 - Gráfico da associação entre a temperatura radiante média (TRM) e o grau de sensação térmica (ST). 193

Figura 33 - Gráfico de box-plot da distribuição da

temperatura radiante média (TRM) segundo a variável ST.
193

Figura 34 - Gráfico da associação entre a umidade relativa do ar (UR) e o grau de sensação térmica (ST). 194

Figura 35 - Gráfico de box-plot da distribuição da umidade relativa do ar (UR) segundo a variável ST. 194

Figura 36 - Gráfico da associação entre a velocidade do ar (Var), em m/s, e o grau de sensação térmica (ST). 195

Figura 37 - Gráfico de box-plot da distribuição da velocidade do ar (Var) segundo a variável grau de sensação térmica (ST). 195

Figura 38 - Gráfico da distribuição do total da frequência absoluta das categorias de ST em função da TBS (OC). 197

Figura 39 - Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a temperatura de bulbo seco (TBS). 198

Figura 40 - Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a temperatura radiante média (TRM). 198

Figura 41 - Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a umidade relativa do ar (UR). 199

Figura 42 - Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a velocidade do ar (Var). 199

Figura 43 - Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a vestimenta. 200

Figura 44 - Curvas dos probits acumulados para o índice fisiológico (IF). 203

Figura 45 - Distribuição do índice fisiológico (IF) segundo a sensação térmica (ST). 204

Figura 46 - Curva dos probits acumulados para o índice ambiental (IA). 205

Figura 47 - Distribuição do índice ambiental (IA) segundo a sensação térmica (ST). 206

Figura 48 - Distribuição dos probits do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) segundo a sensação térmica (ST). 207

Figura 49 - Gráfico das médias para os valores do ISTI dos participantes. 207

Tabela 1 - Limites máximos de perda de água (Dmax). 48

Tabela 2 - Equilíbrio de água em condição ambiental moderada (sem exercícios) e quente (com exercícios). 50

Tabela 3 - Efeitos da temperatura no corpo. 63

Tabela 4 - Escalas de votos de conforto da ASHRAE e Bedford. 97

Tabela 5 - Percentual de gordura corporal ajustada à idade. 120

Tabela 6 - Parâmetros do sistema passivo modificados. 122

Tabela 7 - Novos coeficientes de controle do sistema ativo do modelo da pessoa idosa. 125

Tabela 8 - Comparação das estatísticas para a temperatura central do corpo (Tre). 126

Tabela 9 - Comparação das estatísticas para a temperatura média da pele (Tskm). 126

Tabela 10 - Dados para obtenção do tamanho preliminar da amostra. 151

Tabela 11 - Valores da taxa metabólica devido à postura do corpo. 159

Tabela 12 - Valores da taxa metabólica Basal considerando a idade e o sexo. 159

Tabela 13 - Determinação da taxa metabólica (norma ISO 8996). 159

Tabela 14 - Valores de referência do IMC. 160

Tabela 15 - Valores da temperatura central basal por faixa etária. 161

Tabela 16 - Formulário de observação da composição das vestimentas dos participantes. 163

Tabela 17 - Altura de instalação dos instrumentos de medição das variáveis ambientais. 167

Tabela 18 - Características recomendadas para os instrumentos de medição. 174

Tabela 19 - Distribuição da frequência absoluta e relativa da faixa etária dos participantes. 184

Tabela 20 - Distribuição da frequência absoluta e relativa da altura dos participantes. 185

Tabela 21 - Distribuição da frequência absoluta e relativa do peso dos participantes. 185

Tabela 22 - Distribuição da frequência absoluta e relativa do Índice de Massa Corporal (IMC) dos participantes. 185

Tabela 23 - Estatísticas do isolamento térmico da vestimenta (clo) dos participantes. 186

Tabela 24 - Estatísticas da taxa metabólica (watts) dos participantes. 186

Tabela 25 - Estatísticas da temperatura central (OC) dos participantes. 186

Tabela 26 - Distribuição da frequência absoluta e relativa do grau de sensação térmica dos participantes. 187

Tabela 27 - Distribuição da frequência absoluta e relativa do grau de satisfação térmica dos participantes. 188

Tabela 28 - Distribuição da frequência absoluta e relativa do uso das janelas e das portas. 189

Tabela 29 - Estatísticas das variáveis ambientais. 190

Tabela 30 - Matriz de correlação das variáveis ambientais. 191

Tabela 31 - Resultados dos testes de hipótese do Qui-Quadrado. 196

Tabela 32 - Parâmetros de conforto térmico para as variáveis ambientais estudadas e para a vestimenta. 200

Tabela 33 - Resultados das probabilidades das análises multivariadas (correlações canônicas). 202

Tabela 34 - Definição das faixas de sensação térmica para os valores médios do ISTI. 208

Tabela 35 - Resultados do ISTI com alteração na idade dos participantes. 209

Tabela 36 - Resultados do ISTI com alteração na TBS. 211

Tabela 37 - Resultados do ISTI mantendo a TBS a 300C e alterando os valores da vestimenta. 211

Tabela 38 - Resultados do ISTI mantendo a TBS a 240C e alterando os valores da vestimenta. 211

Tabela 39 - Resultados do ISTI alterando a Taxa metabólica. 211

Tabela 40 - Resultados do ISTI com dados referentes à residência do Rio Pequeno, na sala de estar, em São Paulo/SP (ALVES, 2014). 212

Lista de Quadros

Quadro 1 - Relação das referências consultadas por tema discutido. 42

Quadro 2 - Principais índices de conforto térmico. 94

Quadro 3 - Dados fisiológicos modificados pelo "body builder". 116

Quadro 4 - Índices adaptativos selecionados. 131

Quadro 5 - Formulário de observação do ambiente. 148

Quadro 6 - Distritos Sanitários com as respectivas UBS/ bairros visitados. 154

Quadro 7 - Questionário para verificação das variáveis subjetivas. 165

Quadro 8 - Classificação dos objetivos de avaliação para cada questão aplicada. 166

SUMÁRIO

00



Sensação térmica e
envelhecimento no semiárido

- 36 Objeto
- 37 Objetivo
- 37 Objetivos específicos/
etapas da pesquisa
- 37 Hipótese
- 38 Método
- 38 Produtos finais
- 38 Estrutura do livro

01



Estudos
Antecedentes

- 43 Bioclimatologia humana
- 73 Ambiente residencial
- 93 Abordagens de conforto
térmico
- 137 Resumo do capítulo

02



Nem calor,
nem frio

- 140 Pré-teste – estudo piloto
- 149 Teste – quantificação das
variáveis
- 174 Incertezas experimentais
- 175 Procedimentos
estatísticos de análise dos
dados
- 181 Resumo do capítulo

03



Um índice para pessoas
idosas

- 184 Análise descritiva e
exploratória
- 190 Análises estatísticas
inferenciais
- 201 Análises estatísticas de
modelagem multivariada
- 209 Aplicação do ISTI
- 213 Resumo do capítulo

04



Considerações
finais

- 221 Referências
- 242 Apêndices
- 264 Anexos



Questionar





Foto: Saulo Dannyck

Sensação térmica e envelhecimento no semiárido

À palavra conforto pode-se atribuir vários significados: Sentir-se bem entre os amigos, estar sentado em um sofá ergonômico, ou até mesmo se refrescar com um sorvete em um dia quente. Para Ferreira (1999, p.527) conforto seria: "1. Ato ou efeito de confortar(se). 2. Estado de quem é confortado. 3. Consolo, alívio". Esta última definição, que diz respeito ao sentimento de alívio, é destacada por Schmid (2005) em uma visão mais holística, considerando que a definição do conforto não pode ser explicada "com itens estanques, precisamente definidos" (Schmid, 2005, p. 21). Para tanto, o autor recorre à área da enfermagem, que considera o estado de conforto como a substituição do desagradável pelo agradável (KOLCABA; WILSON, 2002 apud SCHMID, 2005). Seria o retorno a uma situação anterior melhor que a atual, o alívio. Confirmando, assim, o estado passageiro, instável e subjetivo da sensação de conforto, que é definido pela ASHRAE (2004) como "(...) a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente (...)". Esta definição considera os atributos do ambiente e o caráter subjetivo do conforto térmico.

Preocupar-se com o conforto parece ser uma atitude natural ao ser humano, mas não é bem assim em se tratando do ambiente construído. Segundo Schmid (2005), até o século XVIII, o termo conforto não era vinculado à edificação.

Já na década de 70 do século passado, com a crise do petróleo, principal fonte de energia, os gastos energéticos com climatização dos edifícios modernos, frutos da arquitetura internacional, passaram a sofrer grandes críticas. Em resposta aos acontecimentos, termos como arquitetura bioclimática, arquitetura passiva e arquitetura sustentável, passaram a ser alvo de discussões e experimentações (SCHMID, 2005). Entretanto, muita coisa não mudou entre aqueles menos favorecidos economicamente. Falar sobre o conforto de suas residências é algo difícil, de caráter supérfluo, quando itens básicos de sobrevivência são escassos.

No campo da pesquisa, as teorias de conforto térmico, segundo Nicol e Roaf (2017), têm seguido três direções: a primeira direção consiste em compreender as respostas involuntárias do sistema de regulação térmica (vasoconstrição¹ e vasodilatação², tremores³ e sudorese⁴);

1. Vasoconstrição - Mecanismo que reduz a perda de calor e a consequente redução da temperatura do corpo. É causado pelo estímulo dos centros simpáticos, localizados no hipotálamo posterior. Tem efeito contrário à vasodilatação (GUYTON, 2017).

2. Vasodilatação - Mecanismo que reduz o saldo de calor e o consequente aumento da temperatura do corpo. Consiste na dilatação dos vasos sanguíneos cutâneos, em todo o corpo, por inibição dos centros simpáticos (GUYTON, 2017).

3. Tremores - Mecanismo que aumenta a produção de calor. Acontecem por meio da ativação do centro motor primário para os calafrios, localizado na porção dorso-medial do hipotálamo posterior, pelos sinais frios provenientes dos sensores presentes na pele e na medula espinhal (GUYTON, 2017).

4. Sudorese - Perda de calor por evaporação do suor. Ocorre quando a temperatura do corpo é maior que 37° (GUYTON, 2017).

a segunda procura entender as ações conscientes ou semiconscientes⁵, que são adotadas pelo indivíduo na sua interação com o ambiente em busca do conforto térmico; e a terceira direção tenta aplicar o entendimento das duas direções anteriores no processo de planejamento dos espaços construídos.

A compreensão da primeira direção, apontada por Nicol e Roaf (2017), pode ser traduzida na análise termoambiental, em uma visão mais técnica, em que são consideradas três zonas: a zona de conforto, a zona de aquecimento e a zona de resfriamento. Quando o saldo do equilíbrio térmico⁶ é nulo, admite-se o indivíduo situado na zona de conforto, sem esforço para o sistema de termorregulação. Quando o saldo é positivo o indivíduo encontra-se na zona de aquecimento e o sistema de termorregulação realizará a vasodilatação ou a sudorese. Na zona de resfriamento, quando o saldo é negativo, com perdas de calor maiores que ganhos, os mecanismos de vasoconstrição e tremores serão ativados (COUTINHO, 2005).

De acordo com Schlader et al. (2011), os estados de sensação térmica ou de desconforto térmico são controladores comportamentais para início da regulação térmica, em seres humanos, mais eficientes que as mudanças de temperatura do corpo. É a sensação térmica que define o início dos mecanismos. Quando em situação de conforto

5. As respostas conscientes e semiconscientes estão associadas ao uso das oportunidades adaptativas.

6. Equilíbrio térmico - "(...) a diferença entre o calor (M) gerado no corpo e aquele convertido em trabalho útil (T) é compensada pelos processos de transferência de calor ocorridos na pele e no aparelho respiratório, mais um eventual saldo (S). Cada parcela representa quantidade de calor por unidade de tempo e por unidade de área superficial do corpo ($J/s.m^2 = W/m^2$) (...)" (COUTINHO, 2005, p. 116).

térmico, os mecanismos não precisam atuar.

Para Guyton e Hall (2017), mais importante que a termorregulação do corpo é o controle comportamental da temperatura (segunda direção das teorias de conforto térmico). Quando a temperatura do corpo está acima dos limites (saldo positivo), sinais cerebrais dão à pessoa a sensação de estar com calor. Na situação oposta, quando o corpo está resfriando (com saldo negativo), sinais provenientes da pele dão ao indivíduo a sensação de estar com frio. Nestas situações, o indivíduo faz ajustes comportamentais para retornar à situação de conforto como, por exemplo: deslocar-se para um local mais ventilado, quando está com calor, ou vestir uma roupa mais aquecida, no caso de estar com frio.

A terceira direção pode ter como ferramentas úteis os modelos ou índices de conforto térmico. Estes índices integram as variáveis microclimáticas, de um determinado ambiente, com as respostas de sensação térmica de um grupo de indivíduos, em estado de repouso ou em atividade, para interpretar e sistematizar, em números, os níveis de sensação térmica das pessoas em relação ao frio e ao calor (PEREIRA; ASSIS, 2010).

A maioria dos modelos de conforto térmico foi desenvolvida a partir de estudos realizados com indivíduos em idade jovem ou com grupos etários heterogêneos. Entre todos aqueles apresentados nesse livro, apenas um modelo, desenvolvido por Novieto (2013), dedica-se ao estudo do funcionamento termofisiológico de pessoas idosas.

Enquanto isso, o número de pessoas idosas tem crescido em quase todos os países. No Brasil, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) em 2050 a população relativa de pessoas com 60 anos ou mais será de 29,75%, com expectativa de vida de 81 anos. Comparando os dados demográficos do ano de 2010 (19.282.049), a população de pessoas idosas irá mais que triplicar em 2050, com número de habitantes estimado para 64.050.980.

Além da carência de pesquisas com pessoas idosas, percebe-se o mesmo quanto à região predominante de estudo e quanto ao ambiente construído utilizado para tais fins. Daqueles desenvolvidos no nordeste do Brasil, a maioria está concentrada em regiões de clima quente e úmido (em cidades do litoral do país), normalmente desenvolvida em ambientes escolares, de empresas ou em câmaras climatizadas, com controle das variáveis microclimáticas (ARAÚJO, 1996 e PEREIRA; ASSIS, 2010).

Todavia, como as pessoas idosas passam a maior parte do tempo no interior de suas residências, principalmente aqueles já aposentados, entende-se que o estudo da sensação térmica desses indivíduos é mais indicado em ambientes residenciais. Nestes ambientes, o indivíduo está sujeito às variações climáticas e é agente ativo nas trocas térmicas com o meio circundante, através do controle pessoal dos dispositivos adaptativos como por exemplo: o uso de vestimentas adequadas, o acionamento de portas e janelas e o funcionamento de ventiladores ou aparelhos de ar-condicionado.

	<p>Respondendo a essas lacunas, a presente pesquisa foi desenvolvida entre pessoas idosas no interior de suas residências, na cidade de Campina Grande, no semiárido paraibano.</p> <p>A partir das reflexões anteriores, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa que norteou os estudos precedentes:</p> <p>Em que medida o estudo da sensação térmica de pessoas idosas, em ambiente residencial, pode contribuir com o planejamento de espaços internos saudáveis??</p> <p>Em suma, ao final dos estudos, pretende-se contribuir com o planejamento de ambientes mais adequados às necessidades das pessoas idosas, durante o processo de projeto arquitetônico, nas Avaliações Pós-Ocupação (APO)⁸ de residências e de Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPI), na simulação do conforto térmico de ambientes residenciais para cenários climáticos futuros, e na elaboração de normas e políticas públicas.</p> <p>A sensação térmica de pessoas idosas em ambientes residenciais, na cidade de Campina Grande, semiárido do estado da Paraíba.</p>	<p>Objetivo</p> <p>Objetivos específicos/ etapas da pesquisa</p>	<p>Construir um modelo preditivo para determinar o índice de sensação térmica para pessoas idosas em região de clima quente, considerando sua sensibilidade na percepção das alterações climáticas na cidade de Campina Grande/Paraíba.</p> <p>Testar o efeito das variáveis individuais e ambientais sobre a variável grau de sensação térmica (ST);</p> <p>Estimar parâmetros de conforto térmico para pessoas idosas residentes em Campina Grande/PB;</p> <p>Determinar um índice numérico de conforto fisiológico (IF) para pessoas idosas considerando a relação entre a variável grau de sensação térmica (ST) e as variáveis individuais;</p> <p>Propor um índice numérico de conforto ambiental (IA) para pessoas idosas considerando a associação entre a variável grau de sensação térmica (ST) e as variáveis ambientais.</p> <p>Contribuir com o planejamento de edificações residenciais adequadas a pessoas idosas residentes em Campina Grande/PB.</p>
<p>Objeto</p>		<p>Hipótese</p>	<p>As pessoas idosas são mais sensíveis ao frio e menos sensíveis ao calor em regiões de clima quente. Desse modo, considerando o atraso na percepção do aquecimento, tendem a ser mais vulneráveis aos efeitos do calor, como a hipertermia e a desidratação.</p>

7. Entende-se por "espaços internos saudáveis" aqueles cujas condições térmicas são favoráveis à manutenção da temperatura central do corpo, sem que haja esforço do sistema de regulação térmica.

8. Avaliação Pós-ocupação (APO) - Consiste em "(...) uma série de métodos e técnicas que diagnosticam fatores positivos e negativos do ambiente no decorrer do uso, a partir da análise de fatores socioeconômicos, de infraestrutura e superestrutura urbanas dos sistemas construtivos, conforto ambiental, conservação de energia, fatores estéticos, funcionais e comportamentais, levando em consideração o ponto de vista dos próprios avaliadores, projetistas e clientes, e também dos usuários" (ROMERO; ORNSTEIN, 2003).

Método

A pesquisa, de natureza empírica, adotou o método hipotético-dedutivo, que resulta da identificação de um problema, acerca do tema estudado, e da formulação de uma hipótese a ser testada através da análise estatística de dados obtidos em campo, a partir do estudo observacional. No estudo observacional o pesquisador atua como um mero expectador sem realizar qualquer intervenção que possa influenciar a ocorrência dos fatos. Todavia, no decorrer do estudo, pode realizar medições, análises e outros procedimentos para coleta de dados. Os resultados deste estudo fornecem os dados necessários para a proposição do índice de sensação térmica para pessoas idosas.

Produtos finais

As análises dos resultados possibilitaram os seguintes produtos finais: (a) determinação dos parâmetros de conforto térmico para pessoas idosas, residentes na cidade de Campina Grande, por meio de correlações de estimativas de probabilidades (probits) das variáveis ambientais com a variável sensação térmica (ST); (b) modelo preditivo para determinação de índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI), através da técnica estatística de análise multivariada (correlação canônica).

O livro está estruturado em 5 capítulos:

Sensação térmica e envelhecimento no semiárido - apresenta o tema do conforto térmico de pessoas idosas

e justifica sua relevância entre as pesquisas já realizadas. Define a questão problema, o objeto, os objetivos, a hipótese e os produtos finais;

Capítulo 1 – Estudos antecedentes - apresenta e discute os estudos considerados mais relevantes sobre os temas da bioclimatologia humana, do ambiente residencial e das abordagens de conforto térmico.

Capítulo 2 – Nem calor, nem frio - refere-se aos procedimentos de coleta de dados das variáveis estudadas em campo e aos procedimentos de análise estatística;

Capítulo 3 – Um índice para pessoas idosas - análise dos resultados obtidos no estudo observacional através de técnicas estatísticas e de proposição do modelo de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI);

Considerações finais - confronto dos resultados com a hipótese e os objetivos, destaque dos pontos positivos e negativos da proposta do modelo numérico e recomendações finais para trabalhos futuros.



Pesquisar





Foto: Saullo Dannyick

Estudos Antecedentes

No presente capítulo são apresentados e discutidos os estudos, considerados mais relevantes, sobre os seguintes temas: (1) **bioclimatologia humana**; (2) **ambiente residencial**; (3) **abordagens de conforto térmico**. Os temas estão relacionados com o objeto de pesquisa e têm como principal contribuição destacar: a importância de estudos acerca da vulnerabilidade das pessoas idosas; sua relação com o ambiente residencial; modelos e índices de conforto térmico mais utilizados.

Foram utilizados o Portal de Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), *Researchgate* (www.researchgate.net), *Scientific Electronic Library Online* - SCIELO (<http://www.scielo.br>) e *Public medical* - PubMed (<http://www.nlm.nih.gov>), com as seguintes palavras-chave: "bioclimatologia humana", "thermal regulation", "relação pessoa-ambiente", "gerontologia ambiental", "modelos de conforto térmico para pessoas idosas", "modelos

termofisiológicos” e “*thermal model for elderly*”.

No Quadro 1 estão relacionados os temas estudados (primeira coluna) com as referências consultadas (segunda coluna).

1

Quadro: Relação das referências consultadas por tema discutido. Fonte: a autora

Temas discutidos	Referências consultadas
Bioclimatologia humana	FANGER (1970), ANDERSON et al. (1996), FERREIRA (2001), LASCHEWSKI; JENDRITZKY (2002), RUAS (2002), TSUZUKI; IWATA (2002), TSUZUKI; OHFUKU (2002), KENNEY; MUNCE (2003), ISO 7933 (2004), PARSONS (2004), ISO 7730 (2005), VANDENTORREN et al (2006), VAN HOOF; HENSEN (2006), DUFOUR; CANDAS (2007); GUNES; ZAYBAK (2008), WHO (2008), GORZONI et al. (2010), WILSON et al. (2010), KENNY et al. (2010), NOVIETO; ZHANG (2010), GUERGOVA; DUFOUR (2011), HANSEN et al. (2011), SETTE; RIBEIRO (2011), TOSHIHARA et al. (2011), VASCONCELOS et al. (2011), PEREIRA (2012), VASCONCELOS (2012), NOVIETO (2013), XU WANSA et al. (2013), CHINDAPOL et al. (2014), MENDES et al. (2014), AZEVEDO (2015), DAANEM et al. (2015), GUYTON; HALL (2017), KINGMA et al. (2017).
Envelhecimento e Ambiente residencial	ITTELSON et al. (1974), DOVEY (1985), BRASIL (1994), BALTES; SMITH (2002), BRASIL (2003), GIULIANI et al. (2004), KRUSE (2005), PAÚL (2005), PERLINI et al. (2007), TOMASINI; ALVES (2007), MACEDO et al. (2008), GOMES (2009), OMS (2009), AMÉRIGO; LOPEZ (2010), CAMARANO; KANSO (2010), ELALI; PINHEIRO (2013), GONZÁLEZ (2014), HOFFMANN; LOBO (2014), GAWANDE (2015), RENAUT et al. (2015), BRASIL (2016), DAMIEN; GULLIFER (2016), GUYTON (2017).
Abordagens de conforto térmico	FANGER (1970), ASHRAE STANDARD 55 (1992), ARAÚJO (1996), de DEAR et al. (1997), FIALA (1998), MALCHAIRE et al. (2000), FERREIRA (2001), FIALA et al. (2001), HUIZENGA et al. (2001), de DEAR; BRAGER (2002), NICOL; HUMPHREYS (2002), ISO 7933 (2004), NICOL (2004), HENRY (2005), LIMA et al. (2005), MONTEIRO (2008), PEREIRA; ASSIS (2009), HALOPAINEN (2012), NOVIETO (2013), PARSONS (2014), KATIC et al. (2016), ISO 7243 (2017), NICOL; ROAF (2017).

1.1

Bioclimatologia humana

A bioclimatologia humana, em linhas gerais, estuda a influência do clima⁹ e do tempo¹⁰ na saúde do ser humano. De natureza multidisciplinar, estabelece estreitas relações com as áreas de geografia, ecologia, epidemiologia e saúde ambiental. “(...) Em todos esses casos, o tempo meteorológico faz parte das relações entre o ambiente físico e social e tem influência na ocorrência de doenças e na dispersão de organismos patogênicos” (SETTE; RIBEIRO, 2011).

Apesar de alguns autores destacarem a vulnerabilidade de crianças e de pessoas idosas aos efeitos da poluição e às variações meteorológicas, um dos maiores desafios enfrentados pela bioclimatologia humana é a comprovação significativa da influência das variáveis do clima na saúde da população (SETTE; RIBEIRO, 2011).

Entre as pesquisas encontradas, os problemas gerados pela poluição do ar são os mais frequentemente estudados. Porém, as discussões apresentadas no presente capítulo, limitaram-se a trabalhos que considerassem, apenas, a influência das variáveis climáticas¹¹ na saúde dos indivíduos, em especial das pessoas idosas.

9. Clima – O clima de uma dada região, ou domínio climático, é o resultado das interações da radiação solar, dos aspectos físicos e geográficos, e da circulação atmosférica. As classificações climáticas objetivam sintetizar, analisar e delimitar diferentes parâmetros climáticos presentes em um domínio climático. Todavia, essa delimitação carece de exatidão espacial por apresentar características transitórias de um tipo climático para outro (NASCIMENTO et al., 2016).

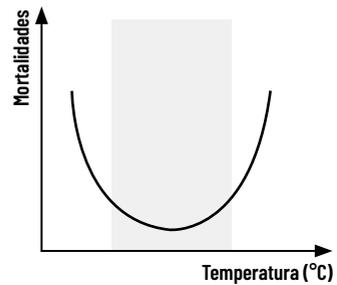
10. Tempo – “[...] estado físico das condições atmosféricas em um determinado momento e local” (www.inmet.gov.br).

11. Variáveis climáticas – Radiação solar, temperatura, velocidade e umidade relativa do ar.

1

Figura: Esquema da relação entre a ocorrência de mortalidades e extremos climáticos

Fonte: Adaptada de Vasconcelos, 2012.



Alguns indivíduos, quando expostos a condições ambientais extremas, podem apresentar uma regulação térmica insuficiente induzindo ao estado de hipotermia¹² ou hipertermia¹³. Nestas condições, as funções do corpo tendem a ser severamente afetadas levando à falência do organismo, nos casos de mortalidade (PARSONS, 2014).

A Figura 1 apresenta a relação mortalidade x temperatura do ar, indicando a zona de conforto (intervalo em que há a redução de mortalidades) na faixa central.

Como se pode observar, há tendência de aumento de casos de mortalidade durante extremos climáticos, com correlação forte entre as ocorrências de mortalidades durante verões e invernos rigorosos. Com base nesses resultados, alguns autores definem a “zona de conforto” a partir do limiar térmico com menores valores de mortalidade (LASCHEWSKI; JENDRITZKY, 2002).

Todavia, de acordo com Vasconcelos (2012), por um lado condições térmicas extremas não são consideradas causas diretas de morbidades¹⁴ ou de mortalidades; por outro lado a exposição prolongada a essas condições, associada a outros fatores, pode provocar a falha nos mecanismos de regulação térmica após alguns dias e prejudicar o equilíbrio da temperatura corporal.

12. Hipotermia - Caracteriza-se pela redução da temperatura interna do corpo com valores inferiores a 35°. Ocorre quando as perdas de calor para o ambiente são maiores que os ganhos térmicos. Nesse caso, o saldo (S) se torna negativo na equação do balanço térmico (COUTINHO, 2005).

13. Hipertermia - Caracteriza-se pela elevação da temperatura interna do corpo, a níveis críticos, acima de 40°. A hipertermia ocorre quando os ganhos de calor são maiores que as perdas, resultando em saldo (S) positivo. Nesse caso, há a desnaturação das proteínas e possível morte do indivíduo (COUTINHO, 2005)

14. Morbidades - “Capacidade de produzir doença num indivíduo ou num grupo de indivíduos” (FERREIRA, 1999).

Durante o inverno, apenas 3% dos casos de morte são atribuídos diretamente ao frio (VASCONCELOS, 2012). As principais causas de morte estão associadas a doenças do aparelho respiratório e cardiovascular. Ou seja, as infecções respiratórias, como os casos de gripe, por exemplo, podem desencadear processos de falência cardíaca, levando à morte.

Estima-se que para cada 1°C de aumento na temperatura do ar, há uma redução nos casos de internações, por *influenza*, de 8%. Foi o que comprovou Azevedo (2015) em pesquisa realizada em cidades da Paraíba/Brasil, com pessoas idosas durante o período de 2002 a 2013. A autora constatou a relação direta entre o aumento da temperatura média do ar e a redução dos casos de internações por *influenza* (PI). A maior ocorrência de PI aconteceu nos meses de julho, do intervalo estudado, quando as médias das temperaturas do ar apresentaram-se como as mais baixas anuais.

Em casos extremos de frio, quando a temperatura interna do corpo é inferior a 35°C, inicia-se o estado de hipotermia, com os sintomas de aumento da vasoconstrição e da produção diurética, de tremores, início de um estado de confusão mental, de hiperglicemia e de disfunção hepática. Nesses eventos, o ritmo da respiração é reduzido, mas por outro lado a frequência cardíaca aumenta (VASCONCELOS et al., 2011). Nessas condições, a necessidade de oxigenação do miocárdio é maior quando o corpo registra um arrefecimento. Isso acontece em especial com a população de pessoas idosas, aumentando os riscos de complicação

cardíaca e relacionando esses problemas à sensação de frio (WILSON et al., 2010).

Já os distúrbios causados pela exposição prolongada ao calor podem ser explicados pelas seguintes razões: (1) existência de fatores como a desidratação ou a falta de aclimatação; (2) desvalorização dos perigos causados pelo calor, principalmente por parte dos profissionais de saúde (agentes de saúde) e das próprias pessoas em risco; e (3) circunstâncias acidentais ou imprevisíveis que levam o indivíduo a um estresse térmico muito elevado (LEITHEAD; LINND, 1964 apud PARSON, 2014).

No Brasil, na cidade de Campina Grande/PB, Pereira (2012) estudou a relação entre a ocorrência de Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) e Diabetes *Mellitus* com as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, insolação, precipitação pluvial, evaporação e pressão atmosférica), entre janeiro de 2000 a dezembro de 2009. Os resultados demonstraram uma correlação positiva entre as variáveis climáticas (temperatura do ar máxima, pressão atmosférica e insolação) e as ocorrências de morbidades por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM). Quanto maior o valor dessas variáveis meteorológicas, maior a ocorrência de morbidades por IAM. O maior número de internações por IAM ocorreu no mês de dezembro (verão).

Durante o estresse térmico por calor, há o aumento da temperatura do corpo na ordem de 38°C a 39°C. Acima de 41°C (temperatura retal) pode ocorrer um colapso do organismo acompanhado de confusão mental, falha na

regulação térmica do sistema nervoso central, sudorese e eventual morte (PARSONS, 2014).

O estresse térmico pode ocorrer quando as perdas, por convecção, radiação ou evaporação, são inferiores aos ganhos de calor. Para evitar o aumento da temperatura interna, quando a temperatura da pele aumenta, os sensores nervosos para calor são ativados. Na primeira linha de defesa, ocorre o aumento da circulação sanguínea periférica com a vasodilatação e a perda de calor por radiação ou convecção. Nos casos em que a temperatura ambiente é mais elevada que a da pele, o mecanismo mais eficiente de perda de calor é a evaporação (segunda linha de defesa). Qualquer fator que dificulte a evaporação, como a umidade do ar elevada, a baixa velocidade do ar, o tipo de vestimenta ou o consumo de certos medicamentos, pode resultar no aumento da temperatura interna, com conseqüente risco de morte ou agravamento das condições de saúde, em indivíduos vulneráveis (WHO, 2008).

A idade e o sexo também podem influenciar a perda de calor por evaporação. Em estudo realizado em câmara climatizada – com grupos de jovens (entre 20 e 30 anos) e pessoas idosas (com idade média de 75 anos)–, o grupo com idade maior, ao final do experimento, com alternância de exercícios e condições térmicas ambientais, apresentou redução na taxa de perda de líquido superior ao grupo mais jovem. Em particular, o grupo de mulheres tende a ser menos tolerante ao estresse térmico por calor, por apresentar taxa de sudorese inferior à taxa dos homens. As mulheres suam menos e, por conseqüente, possuem mais dificuldade de

perder calor por evaporação. Todavia, fatores como níveis de preparo cardiovascular, massa corporal e aclimação, quando padronizados, tendem a reduzir as diferenças entre os sexos (DAANEN; HERWEIJER, 2015).

Se a redução na perda de líquidos pode comprometer o equilíbrio térmico do corpo, quando as perdas acontecem em excesso, pode ocorrer a desidratação¹⁵. Os limites máximos de perda de água estão apresentados na Tabela 1 para pessoas não aclimatadas e aclimatadas.

1

Tabela: Limites máximos de perda de água (D_{max}).
Fonte: adaptada da ISO 7933.

Limites máximos de perda de calor				
Critérios	Não aclimatados		Aclimatados	
	Atenção	Perigo	Atenção	Perigo
Máxima perda de calor (Wh/m ²)	1000	1250	1500	2000
D _{max} (g)	2600	3250	3900	5200

A água, presente no corpo de um homem com peso médio de 75 kg, equivale a cerca de 60% do seu peso corporal, variando para 50% no caso das mulheres. Pessoas idosas possuem um percentual menor de água presente no corpo (50%), semelhante ao das mulheres jovens. Já as crianças têm um alto percentual de água presente no corpo (75% do peso total). Como os músculos armazenam mais água que o tecido adiposo, os atletas apresentam um percentual de

15. Desidratação - "(...) Qualquer redução do teor de água corporal "normal" (euhydration) para um déficit hídrico (hipohidration) é denominada desidratação e pode, dentro dos limites, ser tolerada por curtos períodos de tempo, mas também pode levar a uma redução drástica do desempenho humano e morte (...)" (PARSONS, 2014, p.139).

água relativamente maior que pessoas sedentárias. Embora esses percentuais sejam relativamente altos, a reidratação após a perda de grandes quantidades de água não acontece com a simples reposição de líquidos, pois haverá atrasos à medida que o equilíbrio e a distribuição do líquido pelo corpo são restaurados (PARSONS, 2014).

Por não ser de fácil reposição, a ingestão de líquidos em grandes quantidades durante períodos muito quentes tem sido recomendada como importante medida no programa de aumento da resiliência térmica de pessoas idosas (DAANEN; HERWEIJER, 2015).

Na tabela 2 estão apresentadas as quantidades médias de ganhos (entrada de água) e perdas (saída de água) do corpo de um indivíduo, em duas condições termoambientais distintas: (1) moderada, sem exercício e (2) quente, com exercícios. Na primeira condição ambiental o indivíduo encontra-se em equilíbrio de água (2550ml - 2550ml = 0). Já em ambientes quentes, com a prática de exercícios intensos, há um débito de água mais elevado. As perdas de água são maiores que os ganhos.

A desidratação séria interfere na regulação térmica e no funcionamento do corpo como um todo. Com a redução do suor, devido à intensa perda de líquidos, a temperatura corporal aumenta, gerando fadiga e comprometimento do desempenho, com possíveis danos aos mecanismos de controle central, como: a estanqueidade da sudorese e a vasoconstrição com tremores. Esses efeitos podem

2

Tabela: Equilíbrio de água em condição ambiental moderada (sem exercícios) e quente (com exercícios).
Fonte: adaptada de Katch et al. (2011, apud PARSONS, 2014, p.141).

Equilíbrio de água diário					
		Condição ambiental moderada, sem exercícios		Condição ambiental quente, com exercícios	
Entrada de água		Saída de água		Saída de água	
Recursos	ml	Recursos	ml	Recursos	ml
Comida	1000	Urina	1250	Urina	500
Fluidos	1200	Fezes	100	Fezes	100
Metabolismo	350	Pele	850	Pele	5000
		Pulmão	350	Pulmão	700
Total	2550		2550		6300

impulsionar um rápido aumento da temperatura central, acima de 40°C. Ou seja, para manter-se saudável é necessário que o organismo esteja em equilíbrio térmico e em equilíbrio de água (PARSONS, 2014).

1.1.1 Grupos vulneráveis

Todas as pessoas sofrem, em certo grau, com os efeitos do calor. Porém, os grupos formados pelas crianças, por pessoas idosas¹⁶, por pessoas acamadas com doenças crônicas, em desvantagem socioeconômica e em ocupações específicas, como trabalhadores de fábricas ou mineradoras, se destacam como os mais vulneráveis (WHO, 2015).

As crianças e as pessoas idosas estão no grupo de risco, principalmente, por dependerem de terceiros para se adaptarem às condições ambientais e por possuírem diferenças na produção e dissipação do calor metabólico.

Para uma criança pequena, que não sabe falar, ou um idoso com demência, por exemplo, hidratar-se em um dia quente é uma tarefa que depende de um cuidador.

A ocorrência de estresse térmico, por calor, deve aumentar entre as pessoas idosas pelas seguintes razões: em primeiro lugar, devido ao aquecimento global, a ocorrência de ondas de calor tornar-se-á mais recorrente; segundo, haverá um maior número de indivíduos em risco, em decorrência do aumento da longevidade e da ocorrência de demências. Por último, a população, nascida a partir da segunda metade do século XX, tornou-se cada vez mais dependente do uso da climatização artificial. Em prováveis crises energéticas ou econômicas, essa população sofrerá mais com a adaptação (HANSEN et al., 2011).

Além da idade, tratada aqui como fator de vulnerabilidade, pessoas obesas e pessoas acometidas de doenças crônicas como: hipertensão, diabetes *mellitus*, doenças pulmonares ou cardiovasculares, são mais vulneráveis aos extremos de calor¹⁷. Esta vulnerabilidade está relacionada às deficiências no sistema fisiológico de regulação térmica (KENNY et al., 2010).

Em dias muito quentes, o sistema de regulação térmica atua na dissipação do calor para com o meio ambiente pelos mecanismos de convecção, radiação e evaporação. Para que isso aconteça, é necessário o aumento do débito

16. Pessoas idosas - A Política Nacional do Idoso (LEI Nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994/Art. 2º) Considera idoso, a pessoa maior de sessenta anos de idade (BRASIL, 1994).

17. "No calor, devido à desidratação, o sangue fica mais viscoso, aumentando a possibilidade de derrame e infarto. A 41,5°C já há danos cerebrais e pode conduzir o indivíduo ao óbito..." (SARTORI, 2000 apud PEREIRA, 2012).

cardíaco¹⁸. O calor produzido pelo corpo é transportado pelo sangue até as vias periféricas para ser eliminado a partir da superfície da pele. Por essa razão, é necessário o aumento da vascularização periférica e conseqüentemente aumento da circulação sanguínea. Todavia, pessoas com problemas cardiovasculares, com diabetes ou com aterosclerose, por exemplo, apresentam deficiência na vascularização periférica e na função das glândulas sudoríparas (WHO, 2015).

A situação de pobreza também tende a agravar o estado de saúde dos grupos de pessoas citados anteriormente. De acordo com Hansen et al. (2011) e Chindapol et al. (2014), as pessoas idosas, nessa situação, se tornam mais vulneráveis aos efeitos causados pelo calor, por causa das condições econômicas limitadas, como as dificuldades em arcar com os custos de climatização artificial e habitações de qualidade.

Além daqueles já citados, imigrantes e refugiados, em situação de pobreza, também são apontados como um grupo vulnerável aos efeitos do calor. Alguns estudos realizados nos Estados Unidos (BASU; OSTRO, 2008; WHITMAN et al., 1997; HENSCHER, 1969 e KLINENBERG, 1999), citados por Hansen et al. (2014), identificaram que, entre os acometidos por morte relacionada ao calor, a maioria pode estar entre os afrodescendentes. Todavia, esses efeitos na saúde dos imigrantes são pouco documentados e investigados.

18. Débito cardíaco - "O débito cardíaco é a quantidade de sangue bombeada para a aorta a cada minuto pelo coração... o débito cardíaco talvez seja o mais importante fator que devemos considerar em relação à circulação" (GUYTON, 1989, p.220).

Em pesquisa desenvolvida na Austrália, Hansen et al. (2014) destacam alguns fatores que estão relacionados à vulnerabilidade de imigrantes e refugiados: (1) algumas religiões exigem o uso de roupas mais pesadas e de cores escuras que não são adequadas em dias quentes; (2) imigrantes ou refugiados não ingerem a quantidade mínima recomendada de líquidos, para dias quentes, por falta de hábito, por não gostarem do sabor da água ou por experiências anteriores negativas, como a precariedade da qualidade da água, em campos de refugiados; (3) entre os imigrantes e refugiados há queixa de que o calor, na Austrália, é diferente daquele percebido em seus países de origem, nos quais, no período da noite, as temperaturas não ficam mais amenas e que o sol "queima" mais a pele; (4) o baixo status socioeconômico está relacionado às residências de qualidade questionável. As habitações não dispõem de ar condicionado e ventiladores. Assim, a vulnerabilidade ao calor, nessas condições, aumenta à medida que passam mais tempo dentro de casa; (5) jovens imigrantes com baixo nível de alfabetização, tanto em relação à língua estrangeira, quanto em relação à língua nativa, podem ter dificuldades na compreensão de avisos e sinais de atenção ao calor e (6) o isolamento das pessoas, principalmente das pessoas idosas, e as dificuldades de transporte podem agravar as situações de extremo calor, quando o deslocamento para lugares mais arejados se torna difícil.

As barreiras linguísticas não afetam apenas os jovens; os imigrantes idosos, em condição de demência, por

exemplo, podem retroceder sua compreensão para a língua de origem. O relato a seguir foi registrado pelo grupo de trabalho, com imigrantes, na cidade de Sydney: “Se eu não falo inglês... por exemplo, se tiver alguém doente em casa, mesmo que eu encontre um lugar para ajudar, eu não saberei descrever o que eu preciso” (HANSEN et al., 2014);

Em resumo, a permanência na cama (no caso de doentes acamados), juntamente com algumas condições de saúde preexistentes, incluindo desordem mental, doenças cardiovasculares e neurológicas, associadas ao baixo status social, são apontadas como os principais fatores de risco de morte. Ser um trabalhador manual, é ainda fator de risco significativo, com risco de morte três vezes mais alto que os executivos. Além disso, fatores ambientais – como o isolamento térmico deficiente das habitações e a localização do quarto no pavimento de cobertura da edificação—, podem agravar a situação. (VANDENTORREN et al., 2006).

Concluindo, fatores comportamentais, tais como vestir roupas adequadas e usar técnicas e equipamentos de climatização artificial, podem amenizar os efeitos resultantes de eventos climáticos extremos. O ambiente residencial, por ser aquele de maior permanência das pessoas idosas, deve ser planejado a fim de ter desempenho energético compatível com as necessidades termofisiológicas e econômicas dos usuários.

1.1.2 Envelhecimento e regulação térmica

O equilíbrio térmico, a temperatura média da pele (ou temperatura superficial¹⁹) e a perda de calor por suor são apontados por Fanger (1970), como condições para o conforto térmico em ambientes térmicos estáveis. Ou seja, mesmo que determinado indivíduo esteja em equilíbrio térmico, esta condição não é suficiente para o conforto térmico. Os valores da temperatura média da pele e da perda de calor por suor devem estar dentro de limite estreito para que tais condições sejam alcançadas. Todavia, esses limites são funções do nível de atividade desenvolvida pela pessoa.

Assim, quanto maior esse nível, maior será a perda de suor e menor será a temperatura da pele. No caso da pessoa idosa, suspeita-se que o limite de perdas de calor pelo suor e a temperatura média da pele devem ser distintos daqueles das pessoas jovens por uma série de fatores, como por exemplo, as alterações na regulação térmica, na taxa metabólica²⁰ e nos níveis de atividade física.

Estudos entre pessoas idosas e pessoas jovens, em atividade ou em repouso, têm investigado as possíveis diferenças na preferência de sensação térmica e no sistema de regulação térmica do corpo (GUERGOVA; DUFOUR, 2011; DUFOUR; CANDAS, 2007; TOSHIHARA et al.,

19. Temperatura superficial - “(...) Esta é a temperatura que é importante quando nos referimos à capacidade da pele em perder calor para o meio ambiente” (GUYTON; HALL 2017, p.673).

20. Taxa metabólica - Expressa em w/m^2 ou em met, representa o resultado da conversão de energia química, obtida pela queima de nutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas), em energia térmica e mecânica. Para a combustão desses nutrientes é necessário o consumo de oxigênio. E como produto dessa combustão tem-se dióxido de carbono e água. Outros fatores que também influenciam na produção de energia pelo corpo são: a idade do indivíduo, o tipo de atividade física, o gênero e a temperatura ambiental (FERREIRA, 2001 e RUAS, 2002).

2011; ANDERSON et al., 1996; WILSON et al., 2010; TSUZUKI; OHFUKU, 2002; TSUZUKI; IWATA, 2002). Há consenso de que a preferência das pessoas idosas tende para ambientes com temperaturas mais altas, em decorrência da redução do metabolismo basal²¹ e da consequente dificuldade de aquecimento do corpo.

Além disso, a sensibilidade térmica, tanto para o calor quanto para o frio, parece declinar com o envelhecimento, principalmente nas extremidades do corpo (pernas, braços, pés, mãos, orelhas, nariz, etc). Todavia, segundo os autores, o declínio da sensibilidade térmica parece ser maior para as condições de calor. A pessoa idosa apresenta mais dificuldade em perceber mudanças de temperatura que tendem a aquecer o ambiente (GUERGOVA; DUFOUR, 2011).

Durante o estresse térmico em ambientes quentes, o aumento da temperatura sublingual foi associado à redução na taxa de suor e na sensibilidade dos sensores térmicos da pele de pessoas idosas. Entretanto, apesar dos fatos, não se pode afirmar que a tolerância de pessoas idosas a tais condições térmicas seja menor que a dos jovens (DUFOUR; CANDAS, 2007).

Em experimento desenvolvido, entre grupos de pessoas com faixas etárias distintas, constatou-se maior "limite térmico relativo" das pessoas idosas em comparação às mais jovens, principalmente, nas regiões das mãos, dos pés e das pernas. O "limite térmico relativo" foi definido

com o uso de sensores térmicos (*thermode*) instalados em várias regiões do corpo. Os sensores foram regulados para temperatura inicial neutra. Ao mesmo tempo que os indivíduos percebiam as variações de temperatura, um botão era acionado e os resultados de temperatura eram registrados. O intervalo entre o início do experimento até sua interrupção, pelo acionamento do botão, foi registrado como "limite térmico relativo". Em outras palavras, quanto maior for esse intervalo, menor será a sensibilidade do indivíduo às variações térmicas. (DUFOUR; CANDAS, 2007).

Portanto, a partir da investigação dos "limites térmicos relativos", os autores concluíram que há atraso na percepção do calor por parte das pessoas idosas (DUFOUR; CANDAS, 2007). Além disso, com o envelhecimento, a função das glândulas sudoríparas tende a ser reduzida em maior intensidade nos membros, decrescendo para o tronco: "A exposição ultravioleta ao longo da vida e outros fatores ambientais podem ter um efeito interativo com a idade cronológica, na determinação da capacidade de resposta das glândulas sudoríparas" (KENNEY; MUNCE, 2003).

Toshihara et al. (2011), em experimento semelhante, constataram que as mãos, as pernas e os pés, se apresentaram como as regiões do corpo com menos sensibilidade ao aquecimento, em ambientes térmicos distintos (22°C e 28°C), com destaque maior para o grupo de homens idosos avaliados. No geral, esta sensibilidade decresce verticalmente, no sentido da cabeça aos pés. Quando se trata da sensação térmica, verificou-se que, a 22°C, o grupo de homens jovens sentiu mais frio que o

21. Metabolismo basal - "(...) significa a velocidade de utilização de energia no organismo durante o repouso absoluto, mas com a pessoa acordada (...)" (GUYTON; HALL 2017, p. 671).

grupo de homens idosos. Em outra condição, a 28°C, não houve diferença significativa na sensação térmica dos dois grupos etários (TOSHIHARA et al., 2011).

Um conceito interessante sobre a regulação térmica do corpo humano é aquele denominado por Guyton (2017) de “ponto fixo”. Próximo ao limite de temperatura central de 37,1°C ocorre mecanismos de perda ou ganho de calor. Quando a temperatura atinge níveis superiores a esse valor, a intensidade da perda de calor é maior que a de produção. O mesmo acontece quando há a redução dos níveis de temperatura. Nesse caso, a produção de calor será estimulada e a perda, inibida; “(...) isto é, todos os mecanismos de controle da temperatura tentam continuamente trazer a temperatura corporal de volta para esse nível” (GUYTON; HALL, 2017, p. 678).

Quando a temperatura da pele é superior a 33°C, o ponto fixo hipotalâmico é de 36,7°C, aumentando para 37,4°C quando a temperatura da pele reduz para 29°C. A temperatura do ponto fixo aumenta quando a temperatura da pele é reduzida para que o mecanismo de sudorese cesse. Do contrário, a temperatura central poderia ser reduzida caso a sudorese atuasse em condições de temperatura baixa da pele. Situação semelhante acontece em condições de frio. Os calafrios acontecem em temperatura de ponto fixo de 37,1°C e em temperatura da pele de 20°C. Quando a temperatura da pele se eleva para 31°C, a temperatura do ponto fixo tende a reduzir para 36,5°C, antes de dar início aos calafrios, caso contrário, a temperatura central poderia aumentar muito (GUYTON; HALL, 2017). Ou seja,

a temperatura da pele, tanto em condições de calor, quanto em condições de frio, tem papel imprescindível na determinação do início dos mecanismos de regulação térmica e na fixação do “ponto fixo” de temperatura central. Este ponto pode variar de acordo com as variações da temperatura da pele.

Conceito semelhante e complementar foi desenvolvido por Mekjavic e Bligh (1989 apud NOVIETO, 2013). Segundo os autores, o intervalo, em que a ativação da vasoconstrição (tremores) e da vasodilatação (transpiração) estão ausentes, é denominado de “zona térmica nula” (ZTN) de temperatura central (Tty). O comprometimento do desempenho do sistema passivo e dos órgãos do corpo humano, afetados com o envelhecimento, pode provocar uma mudança nos limites da temperatura central para início dos mecanismos de resfriamento e aquecimento do corpo, influenciando a magnitude da “zona térmica nula” (NOVIETO, 2013).

O alargamento da “zona térmica nula” (ZTN) de temperatura central (Tty) de pessoas idosas pode ser atribuído à redução da sensibilidade dos sensores térmicos periféricos e centrais. Os limites da temperatura timpânica (Tty) de ativação dos mecanismos de regulação térmica (tremores e transpiração) são diferentes daqueles para adultos jovens. A temperatura timpânica para tremores (aquecimento do corpo) é inferior, por outro lado, àquela necessária para ativação da transpiração (resfriamento do corpo), que é superior. Todavia, enquanto a amplitude da ZTN das pessoas idosas (1,1 °C) é significativamente maior que a das pessoas jovens (0,4 °C), a taxa de redução da temperatura central

é similar a ambos os grupos estudados. Tais resultados implicam a vulnerabilidade, das pessoas idosas, na defesa contra perturbações da temperatura central do corpo: “Os resultados apoiam sugestões anteriores de que indivíduos mais velhos são menos capazes de manter e regular sua temperatura central e estão em maior risco de incidência térmica durante períodos de calor e frio” (ANDERSON et al., 1996). Em suma, os jovens e os adultos regulam a temperatura do corpo a partir de faixa mais estreita que a das pessoas idosas, como representado na Figura 2.

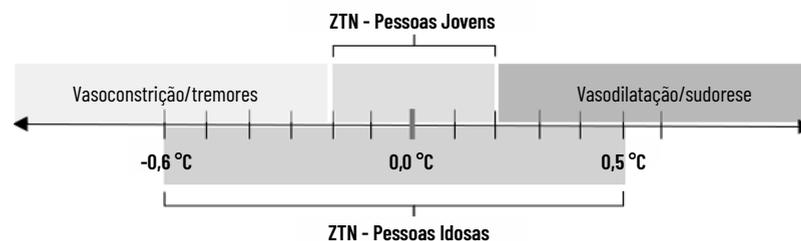
A relação entre a Zona Térmica Nula (ZTN) de temperatura central e a Zona nula, ou neutra, de sensação térmica foi estudada por Kingma et al. (2017). Os autores consideram o princípio de que, assim como nos mamíferos, o corpo humano se utiliza das informações passadas pela sensação térmica para a conservação de energia por meio do comportamento, voluntário e involuntário, de regulação térmica. Fora do alcance da ZTN, a temperatura do corpo pode ser mantida; entretanto, haverá gastos energéticos com o aumento do metabolismo ou com a perda de água pela eliminação do suor. A partir das observações anteriores, entende-se que o centro da ZTN pode ser considerado

como o estado térmico mais seguro para manter a energia e a hidratação do corpo em condições de conforto térmico, sem esforço adicional. Nesta perspectiva, durante pesquisa com um grupo de 16 mulheres jovens, concluiu-se que “o centro da ZTN fisiológica está associado a voto de sensação térmica levemente quente e que o estado de sensação térmica está fortemente relacionado com o centro da ZTN” (KINGMA et al., 2017).

Todas essas alterações no sistema de regulação térmica da pessoa idosa podem afetar, também, a temperatura interna basal. Utilizando um termômetro de mercúrio comum, Gunes e Zaybak (2008) mediram a temperatura axilar de um grupo formado por 133 pessoas idosas para investigar as possíveis alterações da temperatura interna desse grupo, considerando que a temperatura basal de 36,5°C é adotada como referência nos exames clínicos, tanto de pessoas jovens como de pessoas idosas. A temperatura central pode ser identificada pela temperatura esofágica, timpânica, sublingual, axilar e retal. No experimento apresentado, Gunes e Zaybak (2008) decidiram pela temperatura axilar por ser a mais usada em exames clínicos e hospitalares. Durante o experimento foi observado que a temperatura média axilar variou, de forma crescente, ao longo do dia. Às 8:00 a temperatura média axilar aferida foi de 35,6°C, às 14:00 de 35,7°C e às 18:00 de 36°C. O grupo de participantes com faixa etária entre 65 e 74 anos apresentou temperatura média maior que os grupos entre 75 e 84 anos e aqueles com idade superior a 85 anos. Como resultado final constataram que a temperatura basal média axilar é de 35,7°C para as

2

Figura: Infográfico da Zona Térmica Nula (ZTN), de pessoas jovens e idosas, construído a partir dos dados de Anderson et al., 1996.
Fonte: a autora.



peessoas idosas participantes do experimento. Como visto, com o avanço da idade, a temperatura basal média axilar tende a ser reduzida. Nesse sentido, seria incorreto adotar a temperatura basal de 36,5°C como referência para pessoas idosas em diagnósticos de saúde (GÜNES; ZAYBAK, 2008).

Em experimento semelhante, Gorzoni et al. (2010) concluíram, a partir dos resultados de pesquisas correlatas, que a temperatura basal média axilar é de 36,05°C para uma pessoa idosa de 70 anos de idade. Esse valor foi calculado considerando a temperatura basal de um jovem de 20 anos igual a 36,8°C e o decréscimo de 0,15°C para cada década. Assim: $[36,8^{\circ}\text{C} - 0,75^{\circ}\text{C} (5 \text{ décadas} \times 0,15^{\circ}\text{C}) = 36,05^{\circ}\text{C}]$. Associado a esse resultado o valor $\geq 1,1^{\circ}\text{C}$, tem-se a temperatura equivalente ao estado febril da pessoa idosa (Yoshikawa; Norman, 1998 apud GORZONI et al., 2010).

A Tabela 3 apresenta a condição térmica da pessoa sob intervalos de temperatura central do corpo e seus sintomas. Na tabela, uma pessoa com temperatura entre 35 e 36°C estaria em condição de hipotermia leve com sintomas de sensação de frio, arrepios leves a graves e falta de coordenação das mãos.

Apesar dos resultados relatados, alguns autores (KENNEY; MUNCE (2003); WILSON et al. (2010); TSUZUKI; OHFUKU (2002)) afirmam que os níveis de temperatura do corpo de uma pessoa idosa saudável não são diferentes daqueles em indivíduos jovens. Quando expostos ao calor, a temperatura da pele aumenta, mas a temperatura interna do corpo permanece constante, a não ser que a exposição seja

3

Tabela: Efeitos da temperatura no corpo.
Fonte: adaptada de Novieto (2013, p.32).

Condição	Temperatura (C°)	Sintomas
Insolação	>44	Morte certa
	41 - 44	Inclui todos os sintomas de exaustão por calor e disfunção do sistema nervoso central, causando estado mental alterado, desorientação, pulso rápido forte, coma e início da morte cerebral.
Exaustão de calor	39 - 41	Fadiga e fraqueza, náuseas e vômitos, dor de cabeça, câibras musculares, irritabilidade e pulso elevado.
Câimbras de calor	38 - 39	Espasmos musculares dolorosos com pulso normal ou ligeiramente elevado, muitas vezes causados pela redução de sal.
Normal	36 - 38	Normal.
Hipotermia leve	35 - 36	Sensação de frio, arrepios leves a graves e falta de coordenação das mãos.
Hipotermia moderada	34 - 35	Tremores intensos, aparente falta de coordenação muscular, confusão leve, mas parece estado de alerta.
	32 - 34	Tremores violentos, dificuldade em falar, falta de algumas funções cognitivas, rigidez muscular, sinal de depressão.
Hipotermia severa	30 - 32	Sem tremores, incoerência, má coordenação muscular, irracionalidade, confusão mental e incapacidade de caminhar
	28 - 30	Rigidez muscular, semiconsciência, diminuição do pulso e da respiração, dilatação da pupila, desejo de dormir, possível fibrilação cardíaca
	26 - 28	Inconsciente, insuficiência muscular, pulso e frequência cardíaca inconstante, insuficiência respiratória, possível morte.
	<26	Edema pulmonar, insuficiência cardíaca e respiratória, morte.

mais prolongada e as condições de calor sejam extremas. Segundo Kenney e Munce (2003), a habilidade do corpo das pessoas idosas de manter a temperatura interna constante, quando expostas ao estresse térmico não é, em condições desejáveis, comprometida com a idade. Fatores externos como ingestão de medicamentos e estilo de vida podem ter

maior influência nas respostas de regulação térmica que o próprio fator idade.

Apesar de ter sido reportada a redução da resistência periférica e da termogênese durante o estresse térmico, em estudos anteriores, a idade aparenta ser um fator secundário na tolerância térmica, quando os efeitos das doenças crônicas e do estilo de vida sedentários são minimizados (KENNEY; MUNCE, 2003).

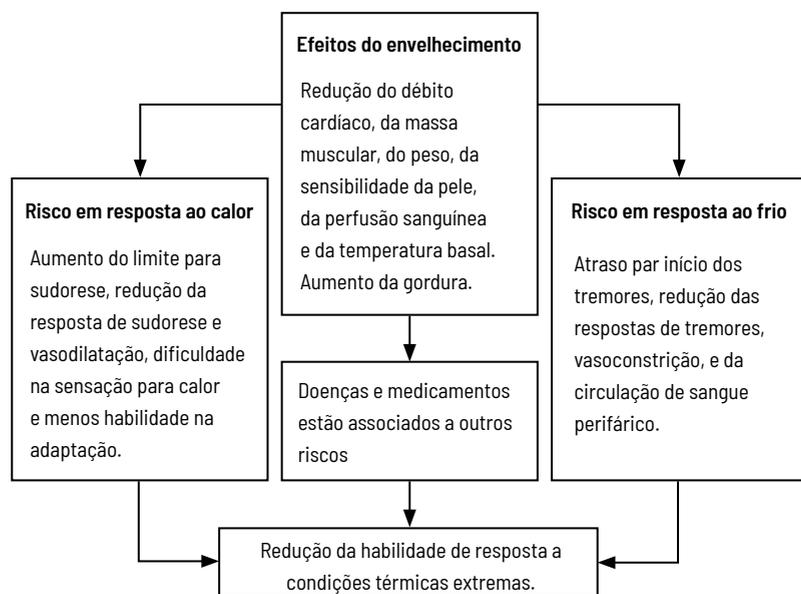
Durante condições de resfriamento, embora a temperatura da pele de grupos etários distintos (20-34 anos e 58-76 anos) tenha baixado, a temperatura interna (temperatura sublingual) permaneceu inalterada. Além disso, em condições de repouso, a pressão sanguínea aumentou para ambos os grupos, com mais destaque para o grupo das pessoas idosas. Quanto à frequência cardíaca, aconteceu o oposto entre os grupos. Os adultos jovens apresentaram leve aumento e as pessoas idosas permaneceram com a mesma frequência, assim como aconteceu com o débito cardíaco (WILSON et al., 2010).

Usando o modelo termofisiológico de Fiala (1998) como referência, Novieto e Zhang (2010) adaptaram as características do sistema passivo do modelo original para investigar as correlações entre idade, taxa de metabolismo basal, débito cardíaco e peso. Para tanto, os autores adotaram parâmetros fisiológicos próprios para representar uma pessoa idosa padrão, baseado em resultados apresentados por outros autores. Assim, para a pessoa idosa padrão adotou-se 70W para a taxa de

metabolismo basal, 4,05 l/min para o débito cardíaco e 66 Kg para o peso, representando uma redução dos parâmetros em relação ao modelo original de -19,2%, -14,4% e -10%, respectivamente.

Como esperado, o modelo que representa a pessoa idosa padrão apresentou desconforto local, nas mãos, maior que o representado pelo modelo original. Segundo os autores, "(...) isso pode ser atribuído aos efeitos combinados da baixa taxa metabólica, da redução da circulação sanguínea nas extremidades, e da baixa capacidade de aquecimento nas partes do corpo devido à perda de peso (...)". O percentual de pessoas insatisfeitas (PPI), calculado pelo método da ISO 7730 (2005), apresentou desconforto por parte da pessoa idosa padrão maior que o modelo original ao longo de todo o experimento. Durante o protocolo de resfriamento utilizado no experimento, concluiu-se que, após a exposição às condições excessivas de frio, o corpo esfria e não consegue retornar à temperatura anterior mesmo depois de vestir roupas pesadas e se deslocar para um ambiente mais aquecido (NOVIETO; ZHANG, 2010). Na Figura 3 é apresentada uma síntese dos efeitos do envelhecimento.

Sobre a preferência de sensação térmica, Collins e Hoinville (1980, apud PARSONS, 2014) observaram em experimento entre dois grupos etários (adultos jovens e idosos), com 16 indivíduos em cada grupo que, quando os dados de vestimenta foram equiparados para 1,0 clo, ambos os grupos preferiram a temperatura média do ar de 21,1°C. A preferência de sensação térmica entre o grupo de pessoas



idosas não foi distinta da apresentada pelo grupo de jovens. Os autores concluíram que a vulnerabilidade das pessoas idosas, quando em suas residências, é resultado do sedentarismo, das respostas deficientes da regulação térmica e do consequente atraso na percepção das mudanças das condições climáticas.

Sob a mesma ótica, revisões realizadas por Parsons (2014) confirmaram que a variável idade não tem efeito sob a sensação de conforto térmico dos indivíduos. Quando as respostas de temperatura neutra foram comparadas entre pessoas idosas e estudantes jovens, Fanger (1970 apud PARSONS, 2014) concluiu que eram similares.

Na mesma linha de pensamento, Pandolf; Kenney e Munce (1997, 2003 apud DAANEM et al., 2015) concluem que a

tolerância ao calor independe da idade, mas depende do nível de atividade realizada pelo indivíduo. Todavia, os casos de mortalidade atribuídos aos extremos climáticos são mais frequentes em pessoas com idade aproximada de 75 anos.

Tsuzuki e Ohfuku (2002) também observaram, durante experimento com pessoas jovens e idosas, que não houve diferenças na preferência de sensação térmica. Os autores suspeitaram que a redução da taxa metabólica pode estar interferindo no equilíbrio do balanço térmico porque a perda de água por evaporação das pessoas idosas não decresce. Baseado nessas informações, foi difícil, para os autores, elaborar uma explicação razoável sobre a inexistência de diferenças significativas na temperatura preferida entre os grupos. Durante o experimento, foram comparadas a preferência de sensação térmica e as respostas fisiológicas entre um grupo de pessoas idosas (idade média de 72,4 anos) e outro formado por jovens (idade média de 23,1 anos). O experimento ocorreu em câmara climatizada, em condições térmicas variadas, com vestimenta uniforme (0,63 clo), para ambos os grupos. Durante todo o experimento não houve diferença na média da taxa metabólica para cada grupo. Porém, a taxa metabólica média do grupo dos idosos correspondeu a 70% daquela apresentada pelo grupo de jovens. Quanto à perda de água por evaporação, não foram observadas diferenças significativas nos dois grupos em todas as situações.

No mesmo experimento, com relação à temperatura da pele houve diferenças quanto à temperatura do ar. A 23°C,

a temperatura da pele das pessoas idosas estava mais alta que a dos jovens, enquanto que, a 31°C, a temperatura da pele estava mais baixa. Suspeita-se que, comparado aos jovens, as pessoas idosas tenham uma redução na sensibilidade ao calor na estação fria e, na estação quente, ao frio. Durante o inverno, a temperatura do ar simulada em câmara climatizada de 31°C, as pessoas idosas tenderam a sentir o ambiente mais frio que os jovens, já no verão, a 23°C (temperatura do ar simulada), as pessoas idosas apresentaram uma sensação térmica mais próxima do quente. Provavelmente, os mecanismos de vasodilatação e vasoconstrição das pessoas idosas funcionam com atraso em relação aos jovens, como também em relação ao clima exterior. Levando a crer que, os idosos têm dificuldade no processo de aclimação. Durante o experimento, a preferência de sensação térmica, para ambos os grupos, variou em +/- 0,5, próximo à sensação neutra.

Em condições térmicas semelhantes, mas durante a prática de exercícios, as pessoas idosas apresentaram um leve aumento da taxa metabólica e tenderam a perceber o ambiente mais quente. Entretanto, ao final dos exercícios, a sensação térmica voltou a decrescer. Além disso, a perda de água por suor não aumentou em função dos exercícios, mas em função do aumento da temperatura de 23°C para 27°C (TSUZUKI; IWATA, 2002).

Apesar das deficiências ocorridas no corpo humano devido ao envelhecimento, a adaptação de pessoas idosas a extremos de calor pode ser uma saída para atenuar os efeitos do envelhecimento. A exposição repetida de

pessoas idosas a essas condições obteve respostas atenuadas ao calor em relação aos jovens submetidos ao mesmo experimento (ARMSTRONG; KENNEY, 1993; INOUE et al., 1999 apud KENNY et al., 2010). Na tentativa de reduzir os danos na saúde das pessoas idosas durante ondas de calor, Daanen et al. (2015) experimentaram estratégias de aclimação em laboratório. Para os autores, a redução da frequência cardíaca – durante o estado de repouso ou em exercícios, devido à aclimação –, é sinal da adaptação efetiva ao calor, com possível minimização dos danos causados pelos efeitos das ondas de calor.

Apesar do otimismo durante o experimento, Daanen et al. (2015) não conseguiram confirmar a hipótese de que um protocolo curto de aclimação (duração de três dias) reduziria a frequência cardíaca dos participantes. Além disso, não foram observadas mudanças fisiológicas durante a exposição ao calor. Por outro lado, os autores suspeitaram que a prática de exercícios em ambientes quentes acarrete maior dano à saúde de pessoas idosas, do que durante as ondas de calor. Ao longo do experimento, os riscos foram reduzidos porque o tempo de exposição ao calor, em atividade, foi relativamente curto para haver uma maior desidratação, nunca excedendo a 160 gramas de perda de peso. Outra possibilidade é que a adaptação fisiológica ao calor ocorra após o período de aclimação, e não durante, como foi investigado. Enfim, sugere-se que a prática de exercícios com menor intensidade durante o programa de adaptação ao calor, com tempo de duração mais prolongado, possa ser mais eficaz.

1.1.3

Considerações sobre a influência da qualidade das edificações na saúde

Assim como a pele e a vestimenta são importantes ferramentas na regulação térmica do corpo humano, o ambiente residencial, na escala do edifício, também colabora na regulação térmica entre o corpo e o meio externo. Alguns autores (VASCONCELOS et al., 2011; CHINDAPOL et al., 2014; MENDES et al., 2014; VANDENTORREN et al., 2006) têm demonstrado que as condições de moradia interferem diretamente na sensação de conforto térmico e, conseqüentemente, na ocorrência de morbidades e mortalidades durante eventos climáticos extremos.

Estima-se que, na Europa, cerca de 250.000 casos de morte, ocorram durante o inverno todos os anos. Desses casos, 70% estão associados a doenças do coração²² e 15% a doenças do aparelho respiratório²³. Como relatado anteriormente, há várias causas para as ocorrências de morbidade e mortalidade. Destaca-se aqui o desconforto térmico no interior das residências. A maioria das habitações populares de Portugal, por exemplo, é construída com baixa qualidade, em particular, no que se refere ao isolamento térmico. As casas são frias e úmidas no inverno e quentes no verão. Nos últimos anos, houve grande investimento na indústria da construção com soluções de climatização artificial. Porém, esses investimentos representam grande gasto, que apenas poucas famílias podem arcar (VASCONCELOS et al., 2011).

“Das pessoas que sofreram de infarto agudo do miocárdio durante o inverno, 76% estavam em espaços fechados enquanto 24% dos pacientes estavam em espaços abertos no momento em que sentiram os primeiros sintomas. Dos pacientes que sentiram os sintomas em espaços fechados, apenas a metade reportou haver algum dispositivo de aquecimento do ar. Entre esses, 26% assumiram ter apenas um aquecedor elétrico. Curiosamente, apenas 54% dos pacientes que admitiram ter um aquecedor de ar em casa, fizeram uso desse equipamento no último inverno” (VASCONCELOS et al., 2011).

Sobre a falta de uso do aquecedor de ar foram levantadas três hipóteses: (a) boas condições térmicas da construção, (b) falta de conhecimento sobre a necessidade de manutenção das condições térmicas, na prevenção às doenças, e (c) falta de recursos financeiros para arcar com os gastos energéticos. Das três hipóteses anteriores, a terceira foi considerada como a mais provável. Entretanto, na verificação das hipóteses a partir da aplicação de entrevistas com pessoas idosas hospitalizadas, os resultados mostraram que 54% dos respondentes identificaram suas casas como termicamente confortáveis; 42% as consideraram frias; e apenas 4% consideraram suas casas levemente quentes (VASCONCELOS et al., 2011).

Os problemas térmicos das habitações foram apontados, por Chindapol et al. (2014), como uma das lacunas existentes nas políticas públicas internacionais que visam a manutenção da saúde de pessoas idosas. Percebe-se que há maior atenção das políticas públicas a essas questões nos países desenvolvidos, de clima temperado, que em países localizados nos trópicos.

22. Doenças do coração – Infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral – AVC.

23. Doenças do aparelho respiratório – Grippes, resfriados, pneumonia.

Mendes et al. (2014) avaliaram a qualidade do ar e o conforto térmico de instituições de longa permanência para idosos, na cidade do Porto, em Portugal. A avaliação dos parâmetros ambientais (dióxido e monóxido de carbono, formaldeído, compostos orgânicos voláteis totais e agentes biológicos) e dos índices de conforto térmico (PMV e PPD) ocorreu durante duas estações do ano (verão e inverno). Os resultados dos índices PMV e PPD mostraram diferenças significativas entre o verão e o inverno. No inverno, a média dos votos estiveram entre “levemente fresco (-1)” e “fresco (-2)”. Também nesse período, foram encontradas associações significativas entre as características da edificação (isolamento térmico, aquecimento e caixilharias das janelas) e a concentração ambiental de bactérias, fungos, alta umidade relativa do ar e o índice PPD. As condições ambientais desse período podem potencializar infecções no trato respiratório de vulneráveis, como o caso das pessoas idosas.

Edifícios com mais de 30 anos de vida foram associados a um alto fator de risco de morte devido ao isolamento térmico deficiente, em comparação aos construídos mais recentemente. O estudo mostrou que as pessoas idosas que mais sofreram com os riscos de morte, durante a onda de calor ocorrida na França em 2003, estavam confinadas na cama, com doenças cardiovasculares, neurológicas ou desordem mental, moravam em edifícios antigos sem isolamento térmico, com quartos localizados nos apartamentos de cobertura ou na área com os maiores efeitos da ilha de calor (VANDENTORREN et al., 2006).

1.2 Ambiente residencial

O processo de envelhecimento inclui perdas gradativas nos domínios físico, cognitivo e social. Quando tratado apenas do ponto de vista das ciências biomédicas, os métodos e técnicas utilizadas para entender as perdas naturais da idade são focados apenas na pessoa, ignorando as influências do meio (RENAUT et al., 2015). Por outro lado, na área da gerontologia ambiental,²⁴ o ambiente residencial tem tido um papel especial nos estudos relativos ao envelhecimento. Nessa revisão serão discutidas as relações entre a pessoa idosa e o ambiente residencial, considerando o objeto de estudo da presente pesquisa.

Para Brofenbrenner (1978 apud Paúl, 2005), o desenvolvimento do indivíduo se dá a partir de vários níveis de relação com o meio: o microsistema, o mesossistema, o exossistema e o macrosistema. Segundo o autor, no mesossistema há interação do indivíduo com vários ambientes sociais, e é nesse nível que deve haver maior variabilidade de interações, para tornar o processo de desenvolvimento mais rico. Entretanto, na velhice, principalmente devido à aposentadoria, observa-se restrição progressiva no mesossistema do idoso, restringindo-o ao nível do microsistema, representado pelo ambiente residencial e pelo convívio reduzido de familiares e amigos mais próximos. Assim, envelhecer com qualidade de vida, passa a depender também da relação do idoso com seu ambiente residencial.

24. Gerontologia ambiental – área da gerontologia que estuda a relação entre a pessoa idosa e o entorno socioespacial em que vive (GONZÁLEZ, 2014).

O ambiente residencial é definido por três categorias: a casa em si, com seus limites físicos; o bairro, em sua extensão imediata, e a vizinhança, como dimensão social (AMÉRIGO; LÓPEZ, 2010). A casa, como elemento físico e restrito a seus limites da envoltória, favorece diferentes comportamentos e relações sociais. Conforme a classificação desenvolvida por Altman (1980 apud AMÉRIGO; LÓPEZ, 2010), a casa pode ser permanente ou temporária; diferenciada ou homogênea; comunitária ou individual; aberta ou fechada. Por exemplo, em uma casa do tipo diferenciada, as diversas atividades diárias tais como comer, dormir, estudar são realizadas em cômodos distintos. Já, em outras culturas, como nas indígenas, essas atividades são realizadas em um ambiente comum – a casa homogênea.

O bairro é considerado zona intermediária entre a casa e a cidade, entre o micro e o macro bairro. O micro bairro seria o entorno imediato à casa, onde se desenvolvem os vínculos de amizade com a vizinhança e estão localizados os serviços básicos. O macro é apresentado em seu significado formal, com as fronteiras físicas dos bairros vizinhos.

A vizinhança reforça o sentimento de comunidade. Ela é formada pelas relações sociais e pelas amizade. Quanto menor a distância entre os vizinhos, maior será a possibilidade de serem amigos. Por outro lado, não é apenas a distância física que define o nível de intimidade. Há outro conceito de distância – a distância funcional–, que é definida como a probabilidade dos indivíduos se

encontrarem mais vezes. O percurso realizado no cotidiano contribui para esses encontros.

Apesar de o ambiente residencial influenciar o comportamento dos indivíduos, ele não o determina. As experiências e objetivos de cada um, associados a padrões socioculturais, econômicos e políticos, irão definir a percepção ambiental de cada indivíduo (ITTELSON et al., 1974). Nessa perspectiva, se o processo de envelhecimento e a percepção do ambiente residencial não acontecem de forma semelhante entre os indivíduos, o entendimento do comportamento desses dois elementos será condição indispensável na relação pessoa-ambiente.

Essa relação é estudada pela psicologia ambiental²⁵ e varia de acordo com as diferentes faixas etárias. Para os jovens e adultos, por exemplo, o sentimento de apego ao lugar é substituído pela necessidade de explorar novos horizontes e conquistar sua independência. A necessidade de segurança e proteção, que o ambiente residencial oferece, é mais forte durante a infância e a velhice. Na velhice, o sentimento de apego ao lugar é maximizado e entendido como retorno às necessidades da infância (GIULIANI et al., 2004).

O vínculo afetivo entre a pessoa e o lugar, construído ao longo do tempo, constitui o lar e é recheado de sentimentos e memórias (AMÉRIGO; LÓPEZ, 2010). No caso da maioria das pessoas idosas, o sentimento de apego é descrito

25. Psicologia ambiental – Área da psicologia que considera a influência do ambiente no comportamento do indivíduo (KRUSE, 2005).

não apenas pelo lugar físico, mas pelas coisas, pelas recordações e pelas suas experiências e expectativas. Por ser lugar controlado e de domínio do próprio indivíduo, o lar é a mais clara representação da independência. Significa mais do que uma estrutura física, cercada por quatro paredes; o lar representa a independência do ser (SIXSMITH, 1986 apud DAMIEN; GULLIFER, 2016).

Sobre esses sentimentos de caráter afetivo, Macedo et al. (2008) desenvolveram uma pesquisa nas cidades de Natal/RN e Brasília/DF com 340 participantes (169 homens e 171 mulheres), com idades entre 60 e 90 anos. A pesquisa teve como objetivo investigar os lugares favoritos e evitados quando em estado de felicidade ou infelicidade. Os autores observaram que, por um lado, quando as pessoas idosas estão felizes, elas apontam como lugares favoritos: em primeiro lugar, com 39,4%, ambientes facilitadores de interação social; e, em segundo lugar, a casa, com 33,5%. Por outro lado, quando esses não se sentem alegres, preferem permanecer em casa (62,2%) ou em ambientes facilitadores de interação social (16,8%), seguido de igreja (14,4%) e ambiente natural (6,5%). Nota-se que a casa se destaca como referência forte, tanto em momentos felizes como em momentos tristes. As pessoas idosas comumente associam a casa com o relacionamento entre familiares e amigos e como “um lugar para voltar a se sentir bem”.

Sobre esse aspecto, Dovey (1985) discute as diferenças entre a semântica das palavras casa (*house*) e lar (*home*). Para a autora, a casa é um objeto, algo construído que faz parte do ambiente. Já o lar possui significado menos concreto, seria

a relação emocional construída entre a pessoa e o ambiente. O lar, em seu sentido mais amplo, significa antes de tudo segurança, autonomia, independência e continuidade da própria identidade. Sentimentos comumente perdidos com o avanço da idade, principalmente quando há mudanças do local de residência. Pode-se concluir, então, que o lar possui grande influência no modo como as pessoas vivem e, principalmente, no modo como irão envelhecer.

O termo “envelhecimento bem-sucedido”, comumente utilizado para descrever uma boa velhice, refere-se ao processo de envelhecimento no qual o indivíduo consegue retardar por mais tempo os impactos e as pressões do meio em si próprio, se adaptando melhor às limitações impostas pela idade avançada. A boa relação entre o indivíduo e o meio em que vive favorece a qualidade do envelhecimento (PAÚL, 2005).

Em outras palavras, o envelhecimento bem-sucedido seria função de três condições de vida dos idosos: (a) ter boa saúde e apresentar baixo risco de incapacidades; (b) ter uma vida ativa, desenvolvendo atividades cognitivas e de linguagem; (c) ter uma vida social ativa e participar de atividades produtivas, mesmo que não sejam remuneradas (PAÚL, 2005).

Para Damien e Gullifer (2016), o modelo do envelhecimento bem-sucedido representa uma distinção entre os conceitos de controle primário e secundário. O controle primário seria a habilidade da pessoa de se adaptar à pressão do ambiente através de mecanismos compensatórios. Como,

por exemplo, a instalação de rampas, de barras de apoio e de banheiros adaptados. Já o controle secundário consiste na aceitação cognitiva das limitações físicas. Nesse caso, a adaptação depende apenas do esforço do próprio indivíduo. O controle secundário significa também a prevenção de possíveis sequelas psicológicas naturais da idade, tal como a depressão.

Apesar do conceito de envelhecimento bem-sucedido assumir uma posição crescente no meio da gerontologia, ainda não há consenso geral entre os especialistas. Questiona-se o seu caráter prescritivo e restritivo que exclui o caso de indivíduos em situação de fragilidade e desvantagem. Outro ponto também questionado é quanto ao termo “sucedido”, que costuma assumir a conotação de “sucesso”, vinculando o termo às conquistas econômicas. Para Renaut et al. (2015), as adaptações físicas e psicológicas no ambiente residencial devem ser consideradas também pelo ponto de vista das diferenças socioeconômicas.

Considerando o envelhecimento como o balanço entre as perdas e ganhos, o metamodelo de otimização seletiva com compensação define “sucesso” como a realização de objetivos e “envelhecimento bem-sucedido” como a minimização de perdas com a maximização de ganhos. (BALTES; CARTENSEM, 2000 apud TOMASINI; ALVES, 2007).

Outro ponto de vista apresentado se refere ao termo “ideologia da velhice”, discutido por Neri (1995 apud TOMASINI; ALVES, 2007), cujo significado atribui ao

indivíduo a responsabilidade de envelhecer bem. A autora se contrapõe a essa afirmação com as seguintes palavras: “Envelhecer bem depende das chances do indivíduo quanto a usufruir de condições adequadas de educação, urbanização, habitação, saúde e trabalho durante todo o seu curso de vida...” (p. 35,). Entende-se que envelhecer bem ou ter envelhecimento bem-sucedido não depende apenas da capacidade do indivíduo, mas também de suas oportunidades durante a vida e de sua relação com o meio em que vive.

Sobre este aspecto, o metamodelo ambiental do envelhecimento de pressão-competência (ou modelo ecológico) desenvolvido por Lawton (apud WEISMAN; MOORE, 2003) considera a competência individual para lidar com as pressões exercidas pelo ambiente (TOMASINI; ALVES, 2007). A competência individual é definida por Paúl (2005) como a “capacidade do indivíduo para funcionar, nas áreas de saúde biológica, sensação/percepção, comportamento motor e cognitivo”. No modelo, a pressão do ambiente significa as barreiras físicas encontradas frente às dificuldades do indivíduo. No caso das pessoas idosas, devido às dificuldades inerentes à idade, eles tendem a sofrer uma maior pressão do ambiente. O comportamento do indivíduo passa a depender mais das possibilidades oferecidas pelo ambiente. Quanto menor a competência individual maior será a pressão do ambiente.

Nessa relação entre a competência individual e a pressão do ambiente são discutidas duas hipóteses: (1) a hipótese da docilidade ambiental, que considera o ambiente

como fator colaborativo no processo de adaptação do indivíduo, quando atua como facilitador. Entretanto, o ambiente pode prejudicar o desenvolvimento do indivíduo quando os recursos oferecidos partem do pressuposto da dependência. O indivíduo passa a necessitar dos recursos presentes no ambiente para realizar as atividades da vida diária; (2) a hipótese da proatividade do ambiente, onde as condições ambientais devem colaborar com o indivíduo de forma estimulante, incentivando os idosos a manterem sua capacidade funcional a partir dos desafios impostos pelo ambiente (TOMASINI; ALVES, 2007). Com maior independência e autonomia, a competência individual se sobrepõe à pressão do ambiente, proporcionando efeito positivo no comportamento e colaborando para um envelhecimento bem-sucedido.

Segundo Baltes e Smith (2002), as hipóteses acima citadas não correspondem à realidade de pessoas menos favorecidas e/ou com idade mais avançada. A partir da quarta idade (acima de 85 anos), o idoso passa a depender cada vez mais dos recursos do ambiente para seu bem-estar.

Estudos recentes em gerontologia chegaram a resultados não muito otimistas para a quarta idade: consideráveis perdas no potencial cognitivo e na habilidade de aprendizagem; aumento do estresse crônico; considerável predomínio da demência (cerca de 50% aos 90 anos) e altos níveis de fragilidade, disfunções e multimorbidades. No contexto social, a maioria dessas pessoas idosas é hospitalizada por várias vezes em seu último ano de vida e

tendem a morrer sozinhas, nos hospitais ou em instituições asilares. Baseado neste contexto, BALTES e SMITH (2002) criticam os grandes investimentos na longevidade: "(...) até que ponto esses investimentos reduzem a possibilidade dos indivíduos de viverem e morrerem com dignidade?" Complementando esta questão, qual seria, então, o melhor lugar para envelhecer com dignidade? Na própria casa, em casa de parentes ou em instituições asilares de longa permanência?

No passado, quando as famílias eram maiores, os mais velhos assumiam a condição de conselheiros e viviam em suas próprias casas cercados por familiares. Na atualidade, as condições desta população, principalmente nos centros urbanos, estão muito mudadas. Primeiro, a pessoa idosa vive mais e, por essa razão, está propensa a passar mais tempo que o esperado sob os cuidados de familiares. Estes, por sua vez, já não dispõem de tanto tempo para tais cuidados. As mulheres, que tradicionalmente eram as cuidadoras, entram cada vez mais cedo no mercado de trabalho e conquistam rapidamente sua independência (PERLINI et al., 2007). Nessa realidade, restam apenas duas opções para a pessoa idosa: mudar para instituições que ofereçam cuidados especiais e segurança ou permanecer sozinha em sua própria casa.

Na maioria das vezes, a escolha não é feita pela própria pessoa idosa. Geralmente é levada para instituições asilares por familiares, que não têm condições de mantê-la em casa. É importante destacar que a carência financeira, a falta de moradia e o caráter filantrópico de grande parte

das instituições para pessoas idosas, estão associados às principais causas pela procura por tais instituições (CAMARANO; KANSO, 2010). Outra causa muito comum se dá quando a pessoa idosa é desprovida de família nuclear. Ou não casou, ou não tem filhos, nem cônjuge vivo (PERLINI et al., 2007).

Todavia, apesar de muitos não terem escolha, mudar para uma instituição asilar significa perder a independência e a autonomia. Deixar o lar para morar em uma instituição é descrito, pela gerontologia, como sentimento de perda e arrependimento seguido muitas vezes por quadro clínico de depressão (GROGER 1995, apud TOMASINI; ALVES, 2007). Para essas pessoas, os estabelecimentos raramente são vistos com bons olhos, pois representam a ruptura do convívio social e o abandono do lar – entende-se aqui como abandono não apenas à casa, mas ao convívio com a vizinhança, à autonomia nas atividades da vida diária e aos hábitos pessoais.

Sobre as impressões das instituições asilares, Gawande (2015) cita o sociólogo Erving Goffman que, em 1961, escreveu “Manicômios, prisões e conventos”, relatando a semelhança entre prisões e casas de repouso. Em seu livro, o sociólogo destaca e critica as casas de repouso daquela época como locais de isolamento do resto da sociedade. Para Goffman, os indivíduos de uma sociedade moderna realizam suas necessidades básicas de dormir, divertir-se e trabalhar em lugares distintos com pessoas variadas e sem “um plano racional geral”. Em contrapartida à vida em sociedade, nas casas de repouso as rotinas dos indivíduos

são estabelecidas a partir de suas próprias regras, enumeradas por Goffman em Gawande (2015, p.76).

“Em primeiro lugar, todos os aspectos da vida são realizados no mesmo local e sob uma única autoridade. Em segundo lugar, cada fase da atividade diária do participante é realizada na companhia imediata de um grupo relativamente grande de outras pessoas, todas elas tratadas da mesma forma e obrigadas a fazer as mesmas coisas em conjunto. Em terceiro lugar, todas as atividades diárias são rigorosamente estabelecidas em horários, pois uma atividade leva, em tempo predeterminado, à seguinte, e toda a sequência de atividades é imposta de cima, por um sistema de regras formais explícitas e um grupo de funcionários. Por fim, as várias atividades obrigatórias são reunidas num plano racional único, supostamente planejado para atender aos objetivos oficiais da instituição”.

No Brasil, a primeira casa de repouso foi criada no Rio de Janeiro em 1790 para abrigar os soldados portugueses, de idade avançada, que lutaram na guerra dos Sete Anos²⁶. Posteriormente, em 1808 com a vinda da família real para o país, “a casa dos inválidos” foi transformada na residência do médico real e as pessoas idosas foram transferidas para a “Santa Casa de Misericórdia”, criada para dar assistência médica aos doentes carentes.

26. Guerra dos Sete Anos – Foi uma série de conflitos em torno do controle de regiões de exploração colonial, que ocorreu principalmente entre a França e a Inglaterra, e seus aliados, entre os anos de 1756 a 1763. A Inglaterra saiu como grande vitoriosa, mas com sua economia enfraquecida devido aos custos com a guerra. Para sanar suas dívidas, a Inglaterra passou a cobrar mais impostos ao colonos norte-americanos. Fato que tencionou a relação com os colonos, dando início às guerras de independência dos EUA (<https://guerras.brasilecola.uol.com.br/seculo-xvi-xix/guerra-dos-sete-anos.htm>)

"A criação dos asilos foi uma necessidade da época, na tentativa de solucionar a problemática das doenças, da pobreza e da mendicância, visto que, até o século XVIII, todos os excluídos da sociedade (velhos, mendigos, vagabundos, criminosos e prostitutas) eram confundidos com os doentes, sendo todos tratados como marginais e assistidos igualmente" (GOMES, 2009, p. 52).

No fim do século XIX, com as reformas higiênico-sanitárias e o aprimoramento da medicina, os excluídos da sociedade foram tratados de forma isolada e as pessoas idosas foram transferidas para casas específicas. Entretanto, apenas no século XX que os asilos passaram a ser reconhecidos como instituições de longa permanência para acolher pessoas idosas (GOMES, 2009).

No século XXI, o caráter único de assistência social atribuído aos asilos²⁷ tem sido questionado. Com o aumento da população de pessoas idosas, faz-se necessário mais que apenas abrigar, mas oferecer também assistência à saúde. Por essa razão, a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia sugeriu o termo Instituições de Longa Permanência para Idosos - ILPI - com o intuito de expressar as novas funções dessas instituições. Assim, "entende-se ILPI como residência coletiva, que atende tanto idosos independentes, em situação de carência de renda e/ou de família, quanto aqueles com dificuldades para o desempenho das atividades diárias, que necessitem de cuidados prolongados" (CAMARANO; KANSO, 2010).

27. Asilos - Nomenclatura mais antiga substituída, atualmente, por Instituições de longa permanência para idosos - ILPI.

Na atualidade, algumas ILPI têm passado por reformas a partir da organização de equipes multidisciplinares como médicos, assistentes sociais, enfermeiros, psicólogos, fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais. Contudo, infelizmente, essas "inovações" ainda acontecem de forma muito tímida (TOMASINI; ALVES, 2007).

A seguir, serão apresentadas algumas alternativas às tradicionais formas de acolhimento da pessoa idosa, como casas de repouso que têm em seu princípio proporcionar maior liberdade e autonomia (estabelecimentos de moradia assistida) ou a permanência das pessoas idosas na própria residência (ageing in place), sendo assistidos por tecnologias de comunicação e monitoramento.

1.2.1 Estabelecimentos de moradia assistida

Com a intenção de resolver o problema de pessoas idosas que, como a sua mãe, precisavam de cuidados especiais, mas se negavam a abandonar o lar, Keren Brown Wilson desenvolveu o conceito de Moradia Assistida. Tal conceito tem como meta principal o comprometimento com os valores de independência, de possibilidade de escolhas e de dignidade do indivíduo (WILSON, 2000).

No entendimento de Wilson (2000), as casas de repouso tradicionais (long-term care) têm como objetivo principal cuidar do idoso e protegê-lo de acidentes. Entretanto, tais cuidados significam a perda da independência e da autonomia do indivíduo institucionalizado. Do ponto de vista das pessoas idosas, a preservação da liberdade constitui bem maior que a proteção contra riscos.

Os estabelecimentos de moradia assistida criados por Wilson baseiam-se na composição de três modelos: (a) *residencial model*, para o componente residencial; (b) *hotel model*, para abordagem hoteleira dos serviços; e (c) *model consumer*, para os cuidados de saúde. Esses estabelecimentos possuem atributos de residência particular, como espaços privados e mobiliários de propriedade do idoso. A moradia assistida seria a composição de ambientes residenciais, hoteleiros e de saúde. “Com a moradia assistida, como ficou conhecido o conceito de Wilson, a meta era que ninguém se sentisse institucionalizado” (GAWANDE, 2015).

Em 1983 Keren Brown Wilson e seu marido inauguraram o primeiro estabelecimento de moradia assistida. O *Park Place*, construído em Portland com 112 unidades.

“(...) embora alguns dos residentes tivessem sérias deficiências, nenhum deles era chamado de paciente. Eram todos apenas inquilinos e tratados como tais. Tinham apartamento privado com banheiro, cozinha e uma porta principal que podia ser trancada (um detalhe que muitos haviam considerado especialmente difícil de imaginar). Podiam ter bichos de estimação e escolher seus próprios carpetes e mobiliário. Controlavam o termostato, sua alimentação, quem entrava em suas casas e quando. Eram apenas pessoas vivendo em apartamentos, insistia Wilson (...)” (GAWANDE, 2015, p. 91).

Após a abertura de um novo estabelecimento em Portland, com 142 unidades e capacidade para idosos desfavorecidos financiados com recursos do estado, foi exigido um

monitoramento das condições físicas e mentais, e da satisfação dos residentes. Assim, “(...) revelou-se que os residentes não tinham de fato trocado saúde por liberdade. Seu nível de satisfação aumentara e, ao mesmo tempo, sua saúde se mantivera inalterada. Suas funções físicas e cognitivas haviam melhorado” (GAWANDE, 2015, p. 92).

De acordo com os princípios da **moradia assistida**, Perlini et al. (2007) afirmam que um dos fatores que contribuem na escolha da instituição de longa permanência é a possibilidade de a pessoa idosa poder recriar uma ambiência física semelhante à de sua casa. Para isso, é preciso que a instituição ofereça condições, ao futuro institucionalizado, de levar seus próprios móveis, utensílios e objetos de valor afetivo e com os quais está familiarizado. Nesta ótica, o Programa Cidade Madura²⁸, desenvolvido na Paraíba se destaca por oferecer essa possibilidade aos seus moradores.

Instalado inicialmente nas cidades de João Pessoa (2014), Campina Grande (2015) e Cajazeiras (2016), foi desenvolvido pelo governo estadual com um conceito muito semelhante ao criado por Wilson (2000). Segundo a Companhia Estadual de Habitação Popular – CEHAP – o programa Cidade Madura é um projeto pioneiro no Brasil. Trata-se de condomínio residencial planejado para atender às necessidades das pessoas idosas. O projeto, semelhante entre as três cidades, conta com 40 unidades habitacionais. Cada unidade possui

28. Por ser de construção recente, ainda não se encontram publicações sobre a qualidade do programa e o nível de satisfação dos residentes do Cidade Madura.

os seguintes cômodos: um quarto, um banheiro adaptado, uma sala com cozinha americana e uma varanda. Nas áreas comuns há uma praça com espaço para horta comunitária; uma pista de caminhada; um centro de vivência; uma unidade de saúde composta por: um consultório médico e odontológico, uma sala de curativos, enfermaria e sala de repouso para plantonista (<http://www.cehap.pb.gov.br/site/cidade-madura.html>). Assim como o exemplo do *Park Place*, os mobiliários foram trazidos também pelos moradores.

1.2.2 Casa de repouso *Chase Memorial Nursing Home*

Outro exemplo apresentado por Gawande (2015) é o da casa de repouso *Chase Memorial Nursing Home*, localizada no estado de Nova York/EUA. Segundo Gawande (2015), quando William Thomas assumiu a direção médica da casa de repouso, ele assumiu consigo o desafio de mudar a qualidade de vida de seus residentes. Para Thomas "(...) a meta era atacar o que ele chamava as "três pragas da existência em uma casa de repouso": o tédio, a solidão e a sensação de impotência" (GAWANDE, 2015, p.114).

Através da introdução de plantas naturais e animais de estimação (cachorros, gatos e passarinhos) ele proporcionou aos residentes maior satisfação na vida e conseguiu integrar tanto os residentes como os funcionários nos cuidados do local. Com os animais, os residentes assumiram a tarefa de cuidar deles e passaram a se sentir úteis. A solidão foi substituída pela companhia dos bichos de estimação.

Até o ano de 2015, além dos animais, a instituição contava com uma creche para os filhos dos funcionários e um programa de atividades extracurriculares para crianças maiores. Durante o período de dois anos o programa desenvolvido pela equipe de William Thomas foi alvo de uma pesquisa que comparou seus resultados com os de outras instituições próximas.

"(...) O estudo concluiu que o número de medicamentos receitados por cada residente caiu para a metade. Os medicamentos psicotrópicos para agitação, como o Handol, foram os que tiveram o uso mais reduzido. Os custos totais com medicamentos caíram para 38%. O número de mortes diminuiu 15%" (GAWANDE, 2015, p. 120).

As alternativas apresentadas anteriormente são fundamentadas em propostas simples que, na busca por melhores resultados na qualidade de vida dos residentes, encontraram na semelhança com o lar a melhor solução. Infelizmente as alternativas apresentadas apenas existem em número reduzido. De qualquer forma, envelhecer em sua própria casa ainda é a alternativa mais desejada entre as pessoas idosas.

1.2.3 Envelhecer em casa

De acordo com Renaut et al. (2015), as políticas sociais têm considerado e incentivado formalmente a possibilidade de envelhecer em casa como principal medida no contexto atual do envelhecimento. Segundo o autor, para que isso

aconteça, é necessário desinstitucionalizar²⁹ as casas de repouso e investir na capacitação de cuidadores e programas que visem a adaptação das moradias com modificações físicas e implantação de tecnologias de assistência ao idoso. Nesse contexto, o autor destaca que, na Europa, as iniciativas para a implantação de políticas de incentivo ao *ageing in place* incentivaram novas estratégias como o *ageing well* e *active ageing*. Tais estratégias ampliaram os cuidados centralizados na moradia para todo o ambiente residencial, incluindo a adaptação do entorno imediato com o objetivo de facilitar o acesso aos serviços.

Em 2007, a Organização Mundial de Saúde - OMS - desenvolveu uma pesquisa a fim de subsidiar a elaboração de um guia para cidades (Guia global das cidades amigas das pessoas idosas) com o objetivo de incentivar a promoção do envelhecimento ativo. A pesquisa ocorreu em 33 cidades de 22 países desenvolvidos e em desenvolvimento, com a participação de cerca de 1.500 pessoas idosas e 750 cuidadores e prestadores de serviços. Foram identificados os aspectos mais importantes e classificados em oito domínios: (1) prédios públicos e espaços abertos, (2) transporte, (3) moradia, (4) participação social, (5) respeito e inclusão social, (6) participação cívica e emprego, (7) comunicação e informação e (8) apoio comunitário e serviços de saúde (OMS, 2009).

A propósito, dentre os aspectos mais importantes sobre a moradia, a pesquisa destacou que "(...) num reduzido número de cidades, as casas não estão devidamente equipadas para fazerem face às condições climáticas. Mais concretamente, o ar condicionado é visto como uma necessidade em Cancún e em algumas zonas de Melville, onde o modelo dos telhados das casas novas as torna mais quentes no interior" (OMS, 2009). Nesse contexto, questionam-se quais foram os critérios de avaliação das necessidades térmicas das pessoas idosas.

Em recente publicação, Damien e Gullifer (2016) investigaram a percepção das pessoas idosas, com mais de 85 anos, quanto a envelhecer em suas próprias casas. Na análise dos resultados foram encontrados quatro temas principais: (1) O lar proporciona a máxima autonomia e privacidade; (2) Casas de repouso significam a estagnação do ser enquanto que o lar preserva a identidade; (3) O lar, como o lugar das memórias conectando o passado e o presente do indivíduo e (4) O apego ao lugar - a independência no lar proporciona mais sentido à vida. Os participantes da pesquisa demonstraram sua satisfação quanto à autonomia de poder cuidar de si próprios e, em especial, na realização das atividades da vida diária, como ter privacidade para se vestir, por exemplo.

No Brasil, o Estatuto do Idoso (BRASIL, 2003) e a Política Nacional do Idoso (BRASIL, 1994) asseguram o direito à moradia digna, podendo morar com a família ou desacompanhado, desde que seja de preferência da pessoa idosa. A permanência em instituições de longa permanência

29. Desinstitucionalizar - Reduzir o número de pessoas idosas institucionalizadas e incentivar sua volta para casa, desde que seja tudo preparado para uma vida confortável e segura.

para idosos – ILPI – deve ocorrer pelos seguintes motivos: (1) por opção da pessoa idosa, (2) em caso de não possuir família ou (3) quando não apresentar condições de manter sua própria sobrevivência. Quanto ao estado físico das habitações, os programas de assistência ao idoso devem desenvolver condições de adaptação de suas moradias, considerando seu estado físico e sua autonomia.

Em artigo de revisão, Camargos et al. (2011) apresentam um estudo da ONU que mostra a influência do nível de desenvolvimento do país nas condições de moradia do idoso. Ou seja, nos países desenvolvidos, o número de idosos que moram em suas próprias casas de forma independente é maior que em países em desenvolvimento. No caso brasileiro, quando a renda do idoso aumenta, ele tende a valorizar mais a sua privacidade (FERREIRA, 2001, apud CAMARGOS et al., 2011). Como o salário mínimo tem aumentado, essa condição da pessoa idosa também tem sofrido mudanças. Segundo o IBGE (2010), o número de pessoas que reside sozinha aumentou de 10,4%, em 2004 para 12% em 2009.

Neste contexto, as Redes de Atenção à Saúde (RAS) do Sistema Único de Saúde (SUS), em parceria com a Secretaria de Atenção Básica, vêm desenvolvendo programas de saúde e atenção básica à população, como é o caso do programa Melhor em Casa ou Atenção Domiciliar (AD), executado em parceria com estados e municípios brasileiros. O programa está voltado à atenção de pessoas com necessidade de reabilitação motora, com doenças crônicas, em situação pós-cirúrgica e pessoas idosas,

oferecendo assistência humanizada e multiprofissional em domicílio, com equipes multidisciplinares formadas por médicos, enfermeiros, técnicos em enfermagem e fisioterapeutas. Podendo incluir, quando necessário, a assistência de fonoaudiólogos, nutricionistas, odontólogos, psicólogos e farmacêuticos (BRASIL, 2016). Segundo dados estatísticos de 2012, 68,9% dos usuários do programa Melhor em Casa são pessoas idosas, sendo que 31,1% dos pacientes atendidos são aqueles com idade superior a 80 anos (HOFFMANN; LOBO, 2014).

Manter a pessoa idosa em seu ambiente residencial não somente contribui para a qualidade de vida dessa população, como também é mecanismo de redução da ocupação de leitos em hospitais e em ILPI. Todavia, para que seja realmente eficaz, a casa da pessoa idosa deve estar preparada para recebê-la. Tanto no aspecto físico (adaptações da estrutura física às limitações), quanto no aspecto social e de saúde.

1.3 Abordagens de conforto térmico

Desde o início do século XX, vários modelos e índices térmicos têm sido desenvolvidos, a fim de estimar o comportamento do corpo humano frente às variações climáticas e em situação de estresse térmico, seja por calor ou por frio. A aplicação desses modelos varia do nível de complexidade à facilidade de uso. Os mais simples relacionam fatores ambientais com os votos de preferência térmica do indivíduo, por meio de respostas categorizadas. Outros, mais complexos, requerem o uso de sistemas

computacionais de ponta que são desenvolvidos, por exemplo, para estudos na NASA (KATIC et al., 2016).

Os modelos térmicos são representações matemáticas que buscam assemelhar-se às representações reais e consideram, em sua concepção, princípios termofisiológicos, tais como: a transferência de calor entre o corpo e o ambiente, o equilíbrio e a regulação térmica, e a fisiologia e a anatomia do corpo humano (PARSONS, 2014).

Lima et al. (2005) classificam os índices de conforto térmico em dois grandes grupos: os índices analíticos e os índices empíricos. No Quadro 2 são apresentados os índices de conforto térmico citados pelos autores.

2

Quadro:
Principais índices de conforto térmico
Fonte: adaptada de Lima et al. (2005)

Tipo	Ano	Índice	Sigla	Autor
ANALÍTICOS	1945	Razão de Aceitação Térmica	RAT	US-Quartremaster General-EUA
	1947	Taxa de Sudação Prevista em 4 horas	TSP4	McArdle
	1955	Índice de Esforço Térmico	IET	Belding e Hatch
	1958	Índice de Tensão Térmica	ITT	Lee
	1963	Índice de Tensão Relativa	ITR	Lee e Henschel
	1963	Índice de Fadiga Térmica	IFT	Givoni
	1969	Índice de Sensação Térmica	IST	Gagge
	1971	Nova Temperatura Efetiva	NTE	Gagge
	1972	Voto Médio Estimado	PMV	Fanger
	1976	Temperatura Subjetiva	TS	McIntyre
1977	Temperatura Efetiva Padrão	TEP	Nishi e Gagge	

Tipo	Ano	Índice	Sigla	Autor
EMPIRICOS	1923	Temperatura Efetiva	TE	Houghten e Yaglou
	1932	Temperatura Efetiva Corrigida	TEC	Vernon e Warner
	1932	Temperatura Equivalente	TEq	Dufton
	1936	Calor Equivalente	CE	Bedford
	1937	Temperatura Operativa	TO	Winslow, Herrington e Gagge
	1948	Temperatura Resultante	TR	Missenard
	1957	Temperatura de Globo de Bulbo Úmido	TGBU	Yaglou e Minard
	1960	Índice de Conforto Equatorial	ICE	Webb
	1987	Índice de Verão Tropical	IVT	C.B.Research Institute - Índia

Parsons (2014), classifica os modelos térmicos por “modelos racionais” e “modelos empíricos”. Os primeiros são modelos matemáticos que descrevem as respostas humanas frente ao ambiente térmico, como as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. “Podem ser considerados como extensão da equação de equilíbrio térmico usada para determinar índices térmicos racionais” (PARSONS, 2014, p. 167). Já os empíricos, consideram as respostas de indivíduos expostos a uma variedade de condições térmicas. “Modelos empíricos simples incluem o índice térmico de temperatura efetiva (Houghton e Yagloglou, 1923)” (PARSONS, 2014, p. 162).

Duas abordagens semelhantes são apresentadas por Novieto (2013) para classificar os modelos existentes: a “abordagem do equilíbrio térmico” e a “abordagem adaptativa”. Para o autor, a abordagem do balanço térmico, também conhecida como abordagem racional, utiliza-se de dados provenientes de experimentos em câmara

climatizada, já a abordagem adaptativa considera a influência do ambiente natural nas respostas humanas, e por essa razão, são resultado da análise de dados provenientes de experimentos em campo.

Na abordagem do equilíbrio térmico são consideradas as respostas dos indivíduos ao ambiente térmico por meio da transferência de calor entre o corpo e o ambiente, nos termos físicos e fisiológicos (NICOL; HUMPHREYS, 2002). Sob a ótica dessa abordagem, os modelos racionais fornecem uma descrição matemática das respostas humanas ao ambiente térmico (PARSONS, 2014).

Na abordagem adaptativa, os resultados são determinados a partir de experimentos em campo, considerando as variáveis ambientais e subjetivas. Nesses casos, a pesquisa de campo é conduzida com o indivíduo em seu ambiente natural, realizando suas atividades do cotidiano, sob a menor intervenção possível do pesquisador (PEREIRA; ASSIS, 2009). Nesta abordagem a tendência natural das pessoas de se adaptarem às mudanças no ambiente em que vivem é expressa para o conforto térmico (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

Os dados das variáveis ambientais são coletados em simultâneo aos dados das variáveis subjetivas (sensação térmica). Em geral, as respostas de sensação térmica são orientadas pelos votos de conforto, em uma escala de 7 pontos, como as sugeridas pela ASHRAE e por Bedford (NOVIETO, 2013). Essas escalas também são adotadas por modelos racionais, como o caso do PMV (*predicted mean vote*) de Fanger (1970). A Tabela 4 apresenta as

escalas adotadas pela ASHRAE e por Bedford (1936) e suas descrições.

4
Tabela: Escalas de votos de conforto da ASHRAE e Bedford.
Fonte: adaptada de Novieto (2013).

Descrição da ASHRAE	Número equivalente	Descrição de Bedford
Muito quente	3	Muito quente
Quente	2	Quente
Levemente quente	1	Confortavelmente quente
Neutro	0	Confortável
Levemente frio	-1	Confortavelmente frio
Frio	-2	Frio
Muito frio	-3	Muito frio

Nesse livro os modelos estão apresentados em duas abordagens: **modelos racionais** e **modelos empíricos**, como descritos a seguir.

1.3.1 Modelos racionais

Os modelos e índices racionais são baseados na equação do equilíbrio térmico do corpo humano, que envolve três conceitos básicos: (1) a geração de calor no corpo, (2) a transferência de calor entre o corpo e o ambiente e (3) o armazenamento de calor, assim representados na seguinte equação:

$$M - W = E + R + C + K + S \quad (1)$$

Onde:

M = taxa metabólica (W/m^2),

W = trabalho mecânico (W/m^2),

E = evaporação (W/m^2),

$R = \text{radiação (W/m}^2\text{)},$

$C = \text{convecção (W/m}^2\text{)},$

$K = \text{condução (W/m}^2\text{)},$

$S = \text{armazenamento de calor (W/m}^2\text{)}.$

A energia necessária para a realização do trabalho mecânico (W) é produzida pelo metabolismo (M), e seu excedente é liberado em forma de calor (M - W). As transferências de calor entre o corpo e o ambiente podem acontecer por condução (k), convecção (C), radiação (R) e evaporação (E). A taxa de armazenamento de calor (S) é o resultado da diferença entre os ganhos e as perdas de calor. Para que o corpo esteja em equilíbrio térmico, a taxa de armazenamento de calor deve ser igual a zero. Se for maior que zero ($S > 0$) haverá acúmulo de calor e, conseqüentemente, aumento da temperatura corporal, se for menor que zero ($S < 0$), haverá perda de calor e redução da temperatura (PARSONS, 2014).

Considerando a taxa de armazenamento de calor igual a zero ($S = 0$), a equação (1) será representada da seguinte forma:

$$M - W - E - R - C - K = 0 \quad (2)$$

O processo de condução K ocorre através das vestes ou quando a pessoa entra em contato com superfícies com temperatura diferente. Nas equações de equilíbrio térmico ele está implícito nas parcelas referentes à convecção C, radiação R e evaporação E, por meio do fator de área das

vestes fcl, definido como a relação entre a área do corpo vestido e do corpo nu.

A seguir serão apresentados alguns índices utilizados para ambientes internos que foram desenvolvidos a partir da equação do equilíbrio térmico do corpo humano.

1.3.1.1 Índice de temperatura efetiva: Effective Temperature (ET)

O índice de Temperatura Efetiva (ET) foi desenvolvido em 1923 por Houghton e Yaglou e considerava em sua versão original as variáveis ambientais de temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar, sendo, posteriormente, incorporado os efeitos da velocidade do ar e da vestimenta (ARAÚJO, 1996; KATIC et al., 2016).

1.3.1.2 Índice de temperatura efetiva corrigida: Corrected Effective Temperature (ET)

Após 9 anos, em 1932, foi publicada a revisão do índice de temperatura efetiva, por Vernos e Warner, quando passou a ser denominado de Temperatura Efetiva Corrigida (CET). No índice CET, a temperatura de bulbo seco foi substituída pela temperatura de globo para considerar os efeitos da radiação sobre o conforto térmico (ARAÚJO, 1996; MONTEIRO, 2008; KATIC et al., 2016).

Apesar de ter sido criticado, o índice CET foi adotado como padrão pela ASHRAE por quase 50 anos, quando apenas em 1971 foi substituído pela Nova Temperatura Efetiva (ET) e em seguida pela Temperatura Efetiva padrão (SET). As críticas ao índice CET questionaram os efeitos da umidade relativa do ar, superestimada para baixas temperaturas e subestimada para altas temperaturas (ARAÚJO, 1996).

1.3.1.3

Índice de temperatura de globo e de bulbo úmido: *Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)*

Desenvolvido por Yaglou e Minard (1957), o índice considera a Temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido (em ambiente naturalmente ventilado) e a temperatura de globo. Para ambientes internos e externos, sem radiação solar direta, é representado pela seguinte equação (MONTEIRO, 2008):

$$\text{WBGT} = 0,7 \cdot t_{\text{nw}} + 0,3 \cdot t_g \quad (3)$$

Onde:

WBGT = índice de temperatura de globo e de bulbo úmido (°C);

t_g = temperatura de globo (°C);

t_{nw} = temperatura de bulbo úmido em ambiente naturalmente ventilado (°C).

A ISO 7243 (2017) avalia o estresse térmico usando o índice WBGT em ambientes internos e externos, com adultos de ambos os sexos em situação de trabalho. De acordo com Monteiro (2008), a adoção do índice WBGT pela norma ISO resulta da facilidade de realização das medições das variáveis ambientais requeridas.

1.3.1.4

Índice de estimativa do esforço térmico: *Predicted Heat Strain (PHS)*

O PHS, desenvolvido e validado por Malchaire et al. (2000) a partir da equação do equilíbrio térmico, investiga o esforço do corpo humano para manter-se em equilíbrio térmico em condições de calor. Como dados de entrada, considera as variáveis ambientais (temperatura e velocidade do ar,

pressão de vapor de água e temperatura radiante média), a taxa metabólica e o isolamento térmico da roupa, tendo como resultados finais a temperatura central do corpo (T_{re}) e as perdas de água por suor.

A norma ISO 7933 (2004) adota o PHS para determinar e interpretar o estresse térmico por calor, sugerindo como perda máxima de água 7,5% da massa corpórea de uma pessoa média ($D_{\text{max}50}$) e 5% para 95% da população de trabalhadores ($D_{\text{max}95}$). Se o trabalhador não tiver acesso livre à reposição de líquidos, este valor pode ser limitado a 3% da massa corpórea. Em caso de exposição prolongada ao calor, o máximo admissível pela norma para a temperatura central (t_{re}) é de 38°C.

1.3.1.5

Índice de estimativa do voto médio: *Predicted Mean Vote (PMV)*

O índice PMV foi desenvolvido por Fanger entre as décadas de 60 e 70 do século XX, a partir de experimentos desenvolvidos com pessoas norte americanas pertencentes a vários grupos etários, sob condições ambientais estáveis (*steady state*). Para Fanger (1970), os valores médios da temperatura da pele e da secreção de suor podem ser usados como condição básica para o conforto térmico. Esses dois valores, quando combinados com o equilíbrio térmico do corpo humano, formam a base para a dedução da equação de conforto, que contém as seguintes variáveis: taxa de metabolismo (*met*), isolamento térmico da vestimenta (*clo*), temperatura do ar (t_{ar}), temperatura radiante média (*trm*), velocidade do ar (v_{ar}) e pressão de vapor de água (p_a).

A equação de conforto indica como essas variáveis podem ser combinadas, em diferentes arranjos, para obter um conforto térmico ótimo. Considerando as respostas individuais dos participantes, o índice PMV associado ao PPD (*predicted Percentage of dissatisfied*) usa uma escala psicofisiológica para representar as respostas de pessoas expostas a um determinado ambiente e seu percentual de insatisfação com as condições térmicas.

Por se tratar de resultados baseados em pesquisa realizada em câmara climatizada, com as variáveis ambientais controladas artificialmente, o índice PMV não é o mais indicado para avaliação do conforto térmico em condições ambientais naturais, considerando a não uniformidade térmica dos ambientes (ARAÚJO, 1996). Para tanto, os modelos adaptativos são mais apropriados.

Os modelos termofisiológicos representam abordagens racionais contemporâneas, que além do equilíbrio térmico consideram também aspectos fisiológicos do corpo humano.

A investigação do comportamento do sistema de regulação térmica do corpo humano em casos extremos de frio ou calor, ou até mesmo em situações de risco como em ambientes de incêndio, por exemplo, torna o experimento muito caro e principalmente eticamente inaceitável (FIALA et al., 2001). Neste contexto, de forma mais econômica e segura, os modelos termofisiológicos podem simular

as respostas térmicas do corpo às diversas condições ambientais.

Por apresentarem uma maior complexidade quanto aos dados de entrada e de saída, as simulações são realizadas por meio de programas computacionais, que representam as respostas do corpo sob condições ambientais assimétricas, envolvendo os sistemas de regulação térmica do corpo humano de controle passivo e ativo (PARSONS, 2014; KATIC et al., 2016).

O sistema de controle passivo modela as características físicas do corpo humano e os fenômenos de transferência de calor, que ocorrem entre a superfície do corpo e o ambiente. O sistema ativo controla o sistema passivo na regulação da temperatura do corpo e simula as respostas de regulação térmica do sistema nervoso central por meio da vasodilatação e da vasoconstrição (FIALA et al., 2001). “Os principais sinais do sistema ativo são as temperaturas da pele e a temperatura central do corpo, além da taxa de mudança da temperatura da pele” (KATIC et al., 2016).

Os dados de saída dos modelos termofisiológicos, como temperatura da pele e temperatura central, são usados como dados de entrada para índices preditivos de sensação térmica (KATIC et al., 2016). Recentemente houve um retorno ao uso desses modelos, por fisiologistas, por entenderem sua capacidade em, não apenas, contribuir na predição do conforto térmico ou do equilíbrio de calor, mas também na predição do ambiente térmico e até mesmo na saúde das pessoas, entre outras funções (NICOL; ROAF, 2017).

1.3.2 Modelos termofisiológicos

O equilíbrio térmico não é o único fator para a condição de conforto térmico, a temperatura média da pele e a perda de água por evaporação têm influência direta nessa condição. De acordo com Fanger (1970), a neutralidade térmica é a condição necessária para o conforto térmico, mas não é o bastante. Ou seja, o indivíduo exposto a um aquecimento ou resfriamento assimétrico, pode estar em neutralidade térmica e não estar em conforto térmico.

Partindo dessa premissa, os modelos termofisiológicos, consideram a não uniformidade térmica e o estado transitório das condições ambientais para a determinação das variações da temperatura em diferentes regiões do corpo humano. Neste sentido, na avaliação das condições de conforto térmico, o desconforto local tem efeito significativo (KATIC et al., 2016).

De acordo com Fu (1995, apud HOLOPAINEN, 2012), os modelos termofisiológicos estão classificados em quatro categorias: (1) Modelos térmicos de um nó (*one-node*); (2) Modelos térmicos de dois nós (*two-node*); (3) Modelos térmicos de múltiplos nós (*multi-node*) e (4) Modelos térmicos de múltiplos elementos (*multi-element*).

Os **modelos térmicos de um nó** representam o corpo humano a partir de um único material homogêneo, com temperatura uniforme (NOVIETO, 2013) e não incluem o sistema de regulação térmica. Esses modelos são também conhecidos por modelos empíricos, por derivarem de equações matemáticas de predição de respostas térmicas, a partir de dados obtidos em experimentos práticos (FU, 1995, apud HOLOPAINEN, 2012).

Os **modelos térmicos de dois nós** dividem o corpo humano em duas conchas concêntricas. A mais externa representa a camada da pele e a mais interna, ou central, representa os órgãos internos, os ossos, os músculos e os tecidos subcutâneos. Cada nó equivale a uma temperatura uniforme. “Como as temperaturas de ambas as conchas são geralmente assumidas como uniformes, o modelo consiste termicamente em dois nós” (HOLOPAINEN, 2012).

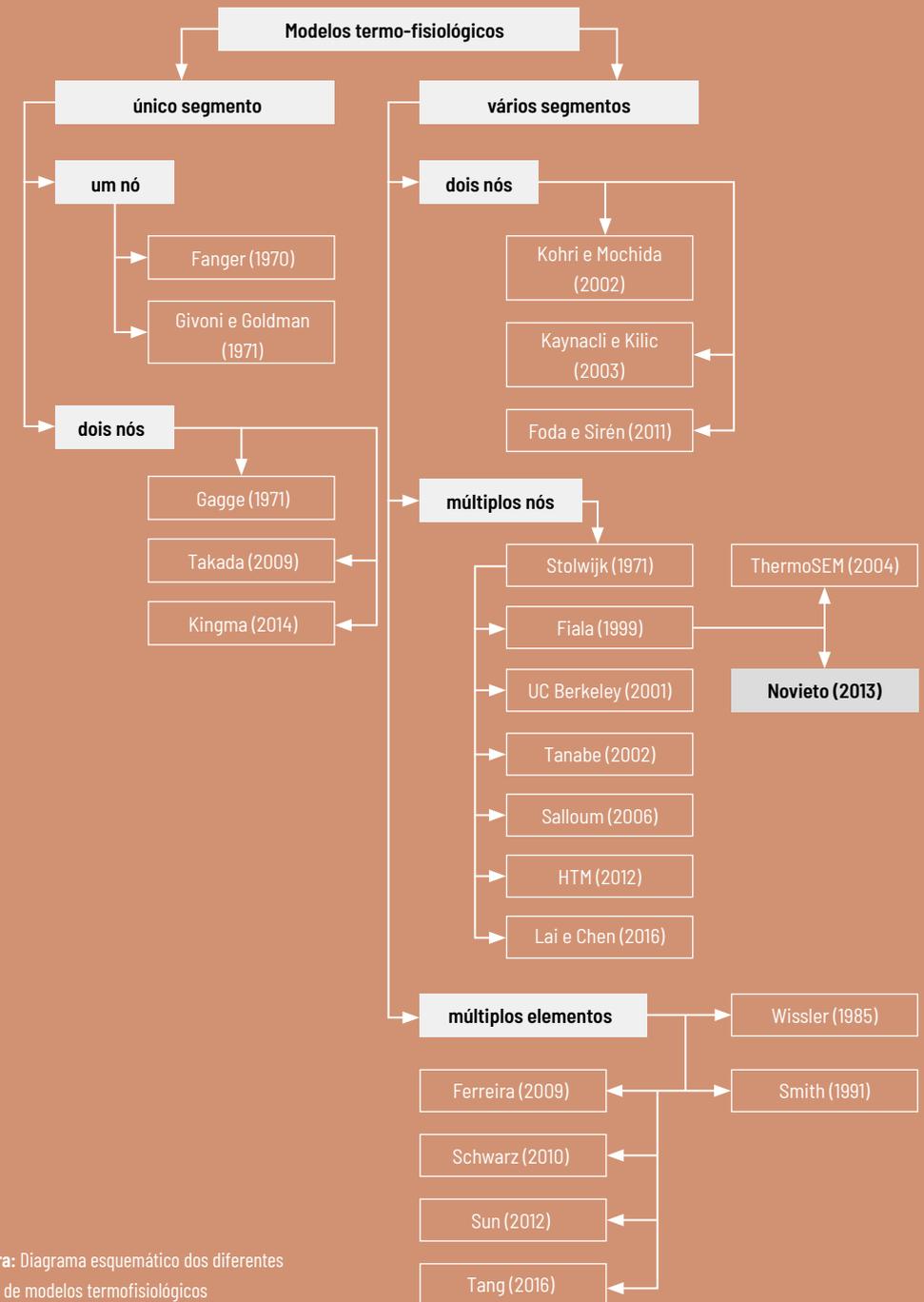
Os **modelos térmicos de múltiplos nós** derivam dos modelos de dois nós e são mais complexos que os anteriores, pois são compostos por várias conchas concêntricas de temperaturas variadas. Várias camadas representam os órgãos centrais, ossos, músculos, tecido adiposo e pele. A equação do balanço de energia é aplicada para cada uma delas (HOLOPAINEN, 2012).

Os modelos térmicos de múltiplos elementos são os mais detalhados em relação às características reais do corpo humano e, portanto, mais complexos que os demais. Nesses modelos a maioria das propriedades geométricas do corpo são divididas em vários elementos e a uniformidade da temperatura em cada nó, como considerada nos modelos anteriores, não é aplicada. A temperatura de cada nó é heterogênea em uma mesma região, considerando a possibilidade de inserção de vários nós dentro de um mesmo nó dos modelos de múltiplos nós (KATIC et al., 2016). As equações do balanço de energia, do controle do fluxo sanguíneo, dos tremores, da transpiração, da vasodilatação e da vasoconstrição, são aplicadas para cada elemento, sendo resolvidas por métodos de elementos finitos (FU,

1995 apud HOLOPAINEN, 2012).

A Figura 4, adaptada de Katic et al. (2016), mostra um diagrama esquemático dos principais tipos de modelos termofisiológicos desenvolvidos até os dias atuais. Todos esses modelos contribuíram, de alguma forma, para o melhor entendimento do funcionamento do sistema de regulação térmica do corpo humano (FIALA et al., 2001). O modelo de Novieto (2013), com destaque na cor rosa (Figura 4), é uma adaptação dos parâmetros do modelo desenvolvido por Fiala, em 1999, para estimativa das respostas térmicas de pessoas idosas (NOVIETO, 2013). De acordo com a revisão realizada por Katic et al. (2016), Novieto (2013) apresenta o primeiro modelo termofisiológico que considera as características dos sistemas passivo e ativo de pessoas idosas.

Os modelos termofisiológicos, citados por Katic et al. (2016), de múltiplos segmentos e múltiplos nós de Stolwijk (1971), Fiala (1999), UC Berkeley (2001) e Novieto (2013) e o modelo de múltiplos elementos de Ferreira (2001), serão detalhados a seguir:

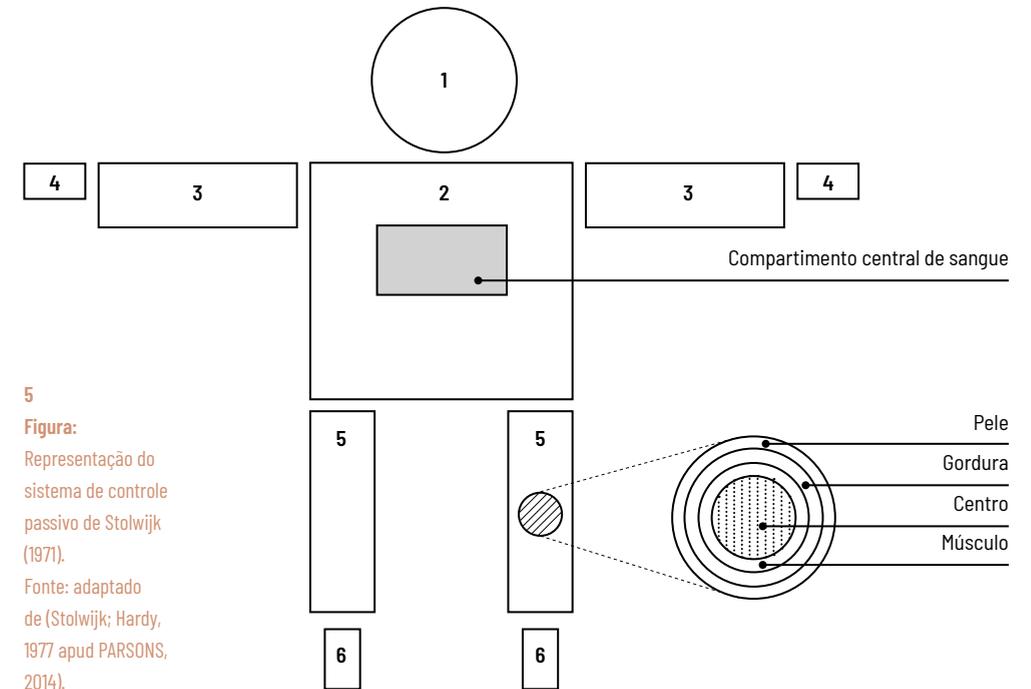


4
Figura: Diagrama esquemático dos diferentes tipos de modelos termofisiológicos
Fonte: adaptado de Katic et al. (20

1.3.2.1 Stolwijk (1971)

Como apresentado na Figura 6, o modelo termofisiológico desenvolvido por Stolwijk é o precursor dos modelos de múltiplos nós, servindo como base para modelos como os de Fiala (1999), UC Berkeley (2001), Tanabe (2002), Salloum (2006), HTM (2012) e Lai e Chen (2016). Desenvolvido entre as décadas de 60 e 70 do século XX por Stolwijk e Hardy (1977), nos Estados Unidos, foi utilizado inicialmente para simular as respostas térmicas dos astronautas da NASA (PARSONS, 2014).

O modelo de múltiplos nós representa o corpo humano em cinco segmentos cilíndricos, compreendendo o tronco, os braços, as mãos, as pernas e os pés, e um segmento esférico representando a cabeça. Para reduzir o número de cálculos, o modelo assume a simetria do corpo humano usando apenas um cilindro para cada par de membros (Figura 5). Todos os segmentos são divididos em quatro camadas ou conchas concêntricas (centro, músculos, gordura e pele) com um total de 25 nós usados para simular as características térmicas do corpo humano. O vigésimo quinto nó é constituído por um compartimento central de sangue, localizado no tronco, que simula o sistema de circulação sanguínea, que é a única conexão entre as partes do corpo. No modelo de múltiplos nós a temperatura do sangue é considerada uniforme e a equação de balanço térmico é planejada para cada um dos nós, em separado, resultando em uma temperatura uniforme para cada nó (STOLWIJK, 1971 apud NOVIETO, 2013; HOLOPAINEN, 2012 e PARSONS, 2014).



A definição do sistema passivo, como as dimensões físicas do corpo e as propriedades térmicas de cada nó, foi baseada em estudos anteriores. Assim, o modelo representa as características físicas do corpo de um homem padrão, medindo 1,72 metros de altura, 74,4 kg de massa corporal e 74,4 x 10⁻³m³ de volume (PARSONS, 2014).

1.3.2.2 Fiala (1998)

O modelo termofisiológico de Fiala tornou-se popular na última década do século XXI por sua possibilidade variada de aplicações em diferentes estudos; De múltiplos segmentos e múltiplas camadas, tem origem no modelo de Stolwijk (1971), porém, mais complexo em sua composição física e termofisiológica. O modelo é composto por 15

elementos esféricos ou cilíndricos, considerando os lados esquerdo e direito do corpo (cabeça, rosto, pescoço, tórax, abdômen, quadril, ombros, braços e antebraços, mãos, coxas, pernas e pés). Cada segmento é composto por camadas concêntricas que representam 7 tipos de tecidos e órgãos com suas respectivas funções e propriedades fisiológicas e termofísicas, como: cérebro, pulmão, osso, músculo, vísceras, gordura e pele. A pele é modelada a partir de duas camadas, a pele interna e a pele externa. A primeira camada é usada para simular o sistema vascular periférico e a segunda, sem vasos sanguíneos termicamente significativos, o processo de transpiração a partir das glândulas sudoríparas (FIALA, 1998).

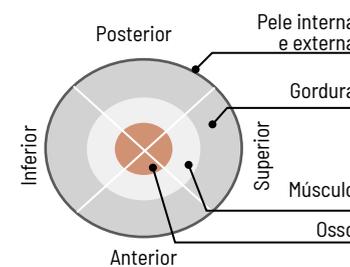
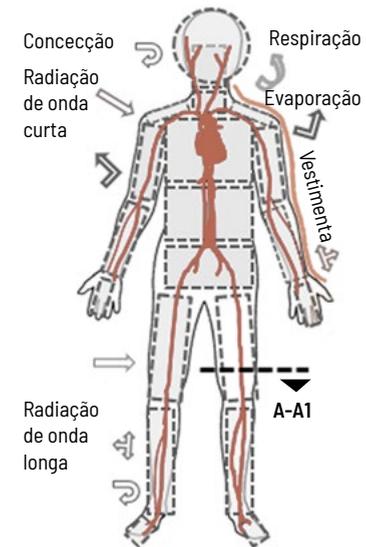
O **sistema passivo** representa um homem médio com 35 anos, massa corpórea de 73,5kg, taxa de gordura de 14% e área da superfície do corpo igual a 1,90 m². As trocas de calor entre o corpo e o ambiente foram modeladas considerando as perdas de calor por convecção natural e forçada, radiação de onda longa com as superfícies circundantes, irradiação solar e transpiração do suor pela pele (com vestuário não uniforme). As assimetrias térmicas foram tratadas a partir da setorização espacial do corpo (FIALA, 1998). Esses valores são apropriados para um homem em posição reclinada, em temperatura ambiente de 30°C, sem ocorrência de mecanismos de regulação térmica (NOVIETO, 2013).

Na Figura 6, é apresentado o sistema de controle passivo do modelo de Fiala, com o corpo dividido em segmentos e a indicação dos mecanismos de trocas de calor. Em detalhe

6

Figura: Diagrama esquemático do sistema de controle passivo do modelo Fiala (1998).

Fonte: Adaptada de Fiala, 1998, p. 22.



Seção A - A1
Sem escala

ampliado, um corte transversal de um dos segmentos do corpo, com as camadas concêntricas que simulam os diferentes tipos de tecidos e órgãos. Cada segmento é dividido em três setores: anterior, posterior e inferior (ou superior). Os setores anterior e posterior consideram o tratamento das possíveis assimetrias térmicas que ocorrem no ambiente. Já o setor inferior (ou superior) é entendido como a parte do segmento que fica protegida, por outras partes do corpo, da radiação proveniente do ambiente. Por essa razão, neste setor, a troca de calor é considerada reduzida (FIALA, 1998).

As perdas de calor (q_{sk}), em W/m², para o meio externo, são o resultado da soma dos processos de troca de calor por convecção (q_c), radiação (q_r), irradiação de altas temperaturas (q_{sr}), como a solar, e evaporação do suor pela pele (q_e). O fluxo total é representado pela seguinte equação (FIALA, 1998, p. 30):

$$q_{sk} = q_c + q_r - q_{sr} + q_e \quad (4)$$

O **sistema ativo** simula as respostas de regulação térmica do sistema nervoso central, exposto a diferentes condições de estresse térmico, estacionárias ou transitórias, sob atividades que vão de exercícios leves a pesados (0,8 a 10 met) e tem como resposta final dados como: temperatura da pele em diferentes partes do corpo, temperatura central e taxa de variação da temperatura da pele (FIALA et al., 2001; HOLOPAINEN, 2012).

As equações a seguir, para simulação das respostas de regulação térmica, foram definidas por meio da análise de dados das respostas de experimentos ocorridos em condições térmicas diferentes por regressão não-linear, usando como dados de entrada a temperatura média da pele ($T_{sk,m}$), do hipotálamo (T_{hy}) e a taxa de mudança da temperatura da pele (dT_{skm}/dt) (FIALA, 1998, p.85, 90, 94, 97).

Tremores (SH):

$$SH = 10[\tanh(0,51\Delta T_{skm} + 4,19) - 1] \Delta T_{sk,m} - 27,5\Delta T_{hy} - 28,2 + 1,9 \Delta T_{sk,m} (dT_{sk,m}/dt) \quad (5)$$

Vasoconstrição (CS):

$$CS = 35[\tanh(0,29 \Delta T_{sk,m} + 1,11) - 1] \Delta T_{sk,m} - 7,7 \Delta T_{hy} - 3,0 \Delta T_{sk,m} (dT_{sk,m}/dt) \quad (6)$$

Sudorese (SW):

$$SW = [0,65 \tanh(0,82\Delta t_{skm} - 0,47) + 1,15] \Delta T_{sk,m} + [5,6 \tanh(3,14\Delta T_{hy} - 1,83) + 6,4] \Delta T_{hy} \quad (7)$$

Vasodilatação (DL):

$$DL = 16[\tanh(1,92\Delta T_{sk,m} - 2,53) + 1] \Delta T_{sk,m} + 30 [\tanh(3,51\Delta T_{hy} - 1,48) + 1] \Delta T_{hy} \quad (8)$$

Onde:

Tanh = tangente hiperbólica clássica.

A temperatura média da pele ($T_{sk,m}$) pode ser obtida a partir da seguinte equação (FIALA, 1998, p. 66):

$$T_{skm} = \sum_i^{elem.} (\alpha_{sk,i} \sum_j^{sect} \frac{A_{sk,ij}}{A_{sk,i}} T_{sk,ij}) \quad (9)$$

Onde:

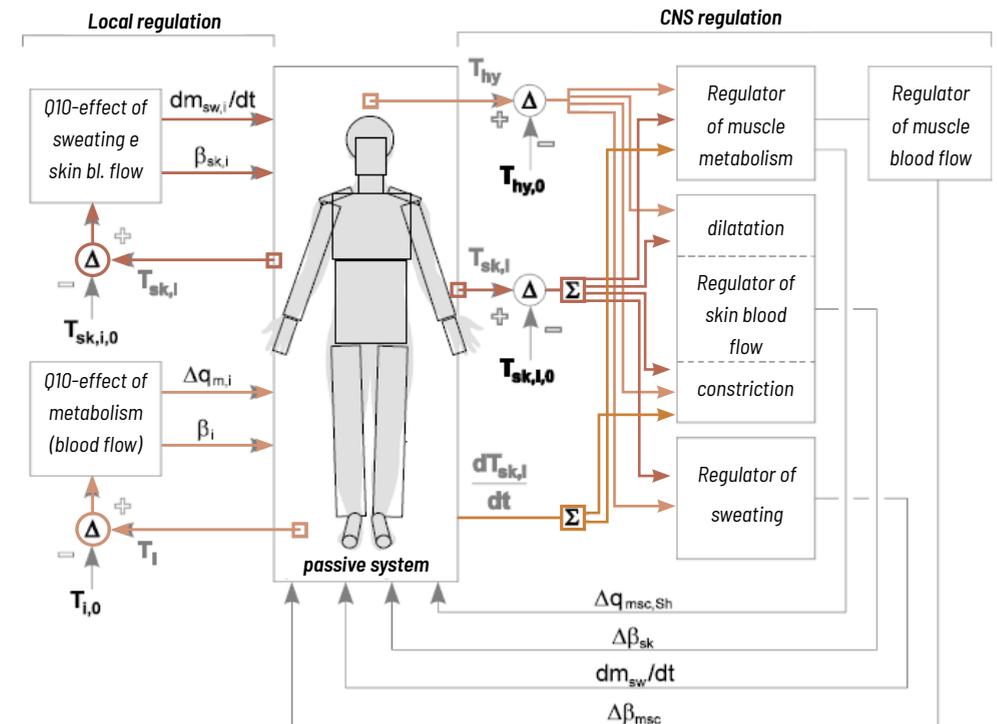
$\alpha_{sk,i}$ = coeficiente para a sensibilidade da pele;

A_{sk} = área da superfície da pele;

T_{sk} = temperatura local da pele.

A Figura 7 apresenta um diagrama esquemático do sistema ativo, com as respostas de regulação térmica aos sinais de temperatura da pele e do hipotálamo, e da taxa de mudança da temperatura da pele.

7
Figura: Diagrama esquemático do sistema de controle ativo do modelo Fiala.
Fonte: Fiala, 1998, p. 119.



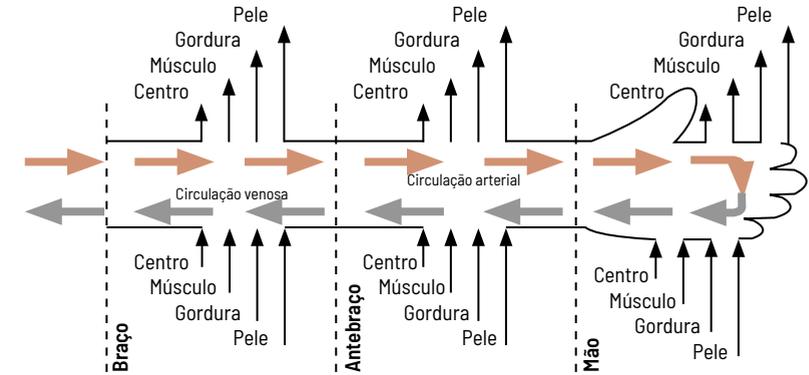
1.3.2.3
UCBerkeley (2001)

O modelo de Berkeley, também baseado no modelo de Stolwijk (1971), apresenta uma série de melhorias como, por exemplo, o número de segmentos ilimitados, o nó adicional referente à vestimenta, a transferência de calor por condução entre a superfície de contato e o corpo humano, coeficiente de transferência de calor por convecção e por radiação, e a capacidade de estimar as respostas fisiológicas do corpo humano para ambientes térmicos transitórios e não uniformes, em ambientes internos de edifícios e automóveis ou em ambientes externos (HUIZENGA et al., 2001).

Na figura 8, é apresentado um diagrama esquemático do modelo de troca de calor pelo fluxo sanguíneo, ocorrido nas extremidades do corpo, através das artérias e das veias. O modelo segue o princípio da pequena e grande circulação do sangue, que percorre todo o corpo e retorna para o coração e pulmões. No diagrama, as setas na cor vermelha representam a circulação arterial e aquelas em azul, a circulação venosa. A troca de calor ocorre quando o sangue arterial entra nos tecidos locais com a temperatura média dos segmentos e retorna pela circulação venosa com a temperatura média dos tecidos. Nos tecidos, o calor conduzido pelos vasos sanguíneos é trocado na superfície do corpo por convecção e por radiação.

O modelo de Berkeley, contrariando o modelo de Stolwijk (1971), considera os coeficientes de transferência de calor por convecção e por radiação, em separado. O coeficiente de transferência de calor por convecção é calculado com

8
Figura: Diagrama esquemático do modelo do fluxo de sangue das extremidades.
Fonte: Adaptada de Huizenga et al., 2001.



base na média das temperaturas e velocidades do ar, atuantes em cada segmento estudado (de DEAR et al., 1997). O coeficiente de radiação pode ser calculado usando o modelo linear de temperatura radiante média (TRM), para cada segmento do corpo. Todavia, o uso do modelo realístico do corpo em três dimensões é significativamente mais preciso para ambientes não uniformes do que este anterior. Fatores de forma (*shape factors*) são calculados entre cada segmento do corpo e superfícies presentes no ambiente estudado. Cada uma dessas superfícies é descrita pela sua posição, área, temperatura e capacidade de emitir calor (CONRRADO et al., 1995 apud HUIZENGA et al., 2001).

Partindo do princípio de que as características físicas do corpo humano são variáveis e próprias de cada indivíduo, podendo influenciar na percepção de conforto térmico, os autores desenvolveram um processador prévio ao modelo, denominado de "body builder". O processador mapeia seis características do corpo humano (altura, peso, idade, gênero, cor da pele e taxa de gordura) para definir dados fisiológicos usados pelo modelo (HUIZENGA et al., 2001). O

Quadro 3 apresenta os dados fisiológicos considerados para a definição do *body builder* e seus respectivos parâmetros a serem modificados, a partir de dados resultantes de pesquisas anteriores.

O modelo físico é composto por vários objetos, que representam os elementos do corpo humano. O objeto segmento representa as partes do corpo que são conectadas pelo sistema circulatório. O objeto “nó” representa a unidade básica do modelo. Entre os nós há a troca de calor por condução e também pelo sangue, entre as artérias e as veias. A Figura 9 mostra alguns segmentos conectados pelo sistema circulatório e a estrutura de nós, pertencente a cada segmento, em forma de “galhos paralelos” ligados entre si. Múltiplos “galhos” podem estar presentes em cada segmento para simular diferentes

padrões de fluxo de calor e de massa entre os segmentos, ou diferentes fluxos de calor entre os segmentos e o meio ambiente (HUIZENGA et al., 2001).

Essa estrutura interna dos segmentos (Figura 9) não precisa ser idêntica. Cada parte do corpo humano possui suas estruturas próprias, assim como, diferentes formas de interação com o meio externo. Se o indivíduo está vestido com roupas leves, que possibilitam maior exposição da pele, o modelo gerará um caminho de nós diferente para a parte exposta e outro para a parte do corpo protegida pela vestimenta. Assim, o modelo proporcionará a capacidade de modelar estruturas físicas particulares em interação com condições ambientais específicas, considerando as características do *body builder*.

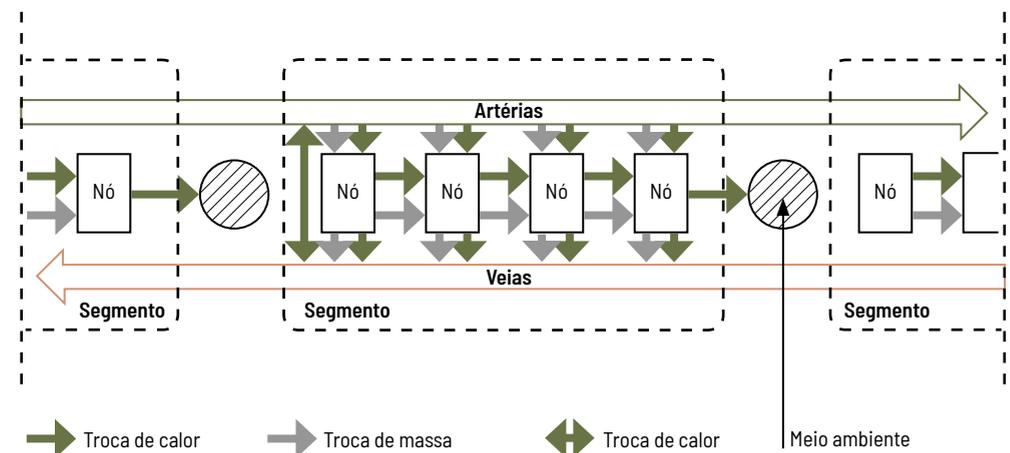
3

Quadro: Dados fisiológicos modificados pelo “body builder”.
Fonte: Adaptada de Huizenga et al., 2001.

Dados fisiológicos	Parâmetros usados	Fonte de dados
Área da superfície	Altura e peso	Dubois (1927)
Produção do calor metabólico basal	Altura, peso, gênero e idade	Harris e Benedict (1958)
Débito cardíaco basal	Altura, peso e taxa de gordura	Gregersen (1950); Allen et al.(1956)
Resistência térmica	Quantidade de gordura corporal	Stolwijk (1970)
Capacitância térmica	Altura e peso	Stolwijk (1970)
Troca de calor em contracorrente	Altura (comprimento)	Mitchel e Myers (1968)
Absorção solar da pele	Cor da pele	Houdas e Ring (1982)
Absorção solar da vestimenta	Tipo de tecido e cor	Blum (1945)

9

Figura: Diagrama das relações internas entre os segmentos e o meio ambiente.
Fonte: Adaptada de Huizenga et al., 2001.



1.3.2.4 Novieto (2013)

O modelo termofisiológico para pessoas idosas (*Older Persons Model*) foi desenvolvido por Novieto (2013) a partir da adaptação do modelo Fiala (1998) às propriedades antropométricas e termofisiológicas de pessoas idosas. O modelo de Novieto (2013) é capaz de estimar a temperatura interna do corpo e as respostas de regulação térmica de pessoas idosas expostas a ambientes frios, moderados e quentes (*cold, warm and hot*). Assim como no modelo de Fiala, Novieto (2013) define o corpo humano por meio de dois sistemas: o sistema passivo e o sistema ativo.

Como visto anteriormente, segundo Novieto (2013), o sistema passivo do modelo de Fiala possui as características médias de um homem adulto de origem europeia, representado pelos seguintes parâmetros: peso (kg), percentual de gordura (%), altura (m), área da superfície do corpo (m²), taxa de metabolismo basal (w) e débito cardíaco (L/min.). A partir da revisão de dados, publicados por vários autores sobre as características termofisiológicas das pessoas idosas, Novieto (2013) alterou os demais parâmetros para definir o **sistema passivo** da pessoa idosa típica (*The typical older person*).

De acordo com o autor, não há um consenso entre os pesquisadores sobre a idade padrão que definiria uma pessoa idosa típica. Em geral, considera-se a pessoa com idade jovem entre 21 e 40 anos, intermediária entre 40 e 70 anos e idosa acima de 70 anos (NOVIETO, 2013). Todavia, considerando as necessidades de cuidados com a saúde e com pesquisas, Crews e Zavotka (2006) relatam que a

idade de 65 anos ou mais é frequentemente descrita para caracterizar as pessoas idosas. Assim, adotando-se a idade de 65 anos como início da velhice, classificam-se esta fase em três grupos etários: (1) idosos jovens, com idade entre 65 a 74 anos; (2) idosos velhos, entre 75 a 84 anos; (3) mais que idosos, com idade acima de 85 anos.

De acordo com Crews e Zavotka (2006), as pessoas não só estão vivendo mais como estão mais saudáveis. Assim, as doenças próprias do envelhecimento serão adiadas para idades mais avançadas no século XXI, podendo, em função dessa perspectiva, alterar a idade mínima que define o início da velhice. Para determinar a idade média da pessoa idosa típica, Novieto (2013) calculou a média da idade da população idosa prevista para 2050, que resultou em **75 anos**.

O envelhecimento do corpo humano também está associado à redução de **peso**. Segundo o autor, este fato é consenso entre a literatura revisada, porém, há diferenças sobre o percentual de redução do peso com o avanço da idade. Partindo da idade de referência de 75 anos, Novieto (2013) adotou o peso de **64,2kg**, baseado no trabalho realizado por Ogden et al. (2004), que estimou a média de peso, altura e índice de massa corporal (IMC) para adultos de ambos os sexos, diferentes etnias e grupos etários, a partir de dados medidos entre o período de 1960 a 2002. Assim, comparado ao peso determinado para a pessoa típica do modelo Fiala (1999) houve uma redução no peso de 12,4%. A pessoa idosa típica definida por Novieto (2013) pesa menos que a pessoa típica definida para o modelo de Fiala. O que era de

se esperar, uma vez que há perda de massa corporal com o envelhecimento.

Já o **percentual de gordura** das pessoas idosas é inversamente proporcional ao peso. Enquanto o peso é reduzido com o envelhecimento, aquele tende a aumentar (NOVIETO, 2013). Na Tabela 5 estão discriminados os percentuais de gordura, adotados por Novieto (2013), por faixa etária e por sexo. Os percentuais foram definidos com base nos limites publicados de IMC para baixo peso (<18,5), sobrepeso (≥25) e obesidade (≥30) a partir da análise dos resultados de pesquisa desenvolvida por Gallager et al. (2000), realizada com 1626 adultos cujo IMC era menor ou igual a 35.

A partir da análise detalhada destes e de outros estudos, Novieto (2013) determinou o valor de **25% de gordura** para a pessoa idosa típica, correspondendo a um aumento de 78,6% do percentual de gordura definido para a pessoa típica do modelo de Fiala.

5

Tabela: Percentual de gordura corporal ajustada à idade.

Fonte: adaptada de Novieto (2013, p.76).

Mulheres				
Idade	Abaixo do peso	Saudável	Acima do peso	Obeso
20 - 40 anos	Abaixo de 21%	21 - 33%	33 - 39%	Acima de 39%
41 - 60 anos	Abaixo de 23%	23 - 35%	35 - 40%	Acima de 40%
61 - 79 anos	Abaixo de 24%	24 - 36%	36 - 42%	Acima de 42%
Homens				
20 - 40 anos	Abaixo de 8%	8 - 19%	19 - 25%	Acima de 25%
41 - 60 anos	Abaixo de 11%	11 - 22%	22 - 27%	Acima de 27%
61 - 79 anos	Abaixo de 13%	13 - 25%	25 - 30%	Acima de 30%

Assim como o peso, a **altura** dos indivíduos também tende a reduzir com o envelhecimento devido à "(...)compressão da vértebra, achatamento dos discos entre as vértebras, perda de massa muscular e tônus, especialmente nas regiões abdominais, levando a baixa postura e cifose" (VILLAREAL et al., 2005 apud NOVIETO, 2013, p.77). Entretanto, considerando o estudo desenvolvido por – Dougherty 1998 apud NOVIETO, 2013 –, que apontam para um crescimento da altura da população, em torno de 10cm, nos últimos 150 anos, o autor manteve a mesma altura de **1,72m**, determinada para o modelo de Fiala.

A **taxa metabólica basal** (TMB) e o **débito cardíaco** também apresentam valores reduzidos com o envelhecimento do indivíduo. Os estudos revisados por Novieto (2013) confirmaram essa afirmação. Para um indivíduo com 75 anos a TMB determinada de **64 W** está de acordo com os valores definidos pelos índices *Oxford basal metabolic rate* (Oxford BMR) e *Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations University basal metabolic rate* (FAO/WHO/UNU BMR), para a mesma faixa etária (HENRY, 2005). Para a determinação do débito cardíaco de **4,05L/min.**, Novieto (2013) adotou o resultado do trabalho de – Brandfonbrener et al. 1955, apud NOVIETO, 2013 –, para uma faixa etária média de 73,3 anos. A Tabela 6 mostra os parâmetros modificados por Novieto (2013) a partir dos resultados dos trabalhos revisados.

O **sistema ativo** do modelo foi alterado devido aos efeitos do envelhecimento do corpo humano. O infográfico da

6

Tabela: Parâmetros do sistema passivo do sistema passivo modificados.

Fonte: adaptada de Novieto, 2013, p. 85.

Nº.	Parâmetros do corpo	Unidade	Pessoa idosa típica
1	Peso	Kg	64,2
2	Percentual de gordura	%	25
3	Altura	m	1,72
4	Área da superfície do corpo	m ²	1,77
5	Taxa metabólica basal	W	64
6	Débito cardíaco	L/min.	4,05

10

Figura: Infográfico dos efeitos do envelhecimento.

Fonte: adaptado de Novieto, 2013, p. 90.

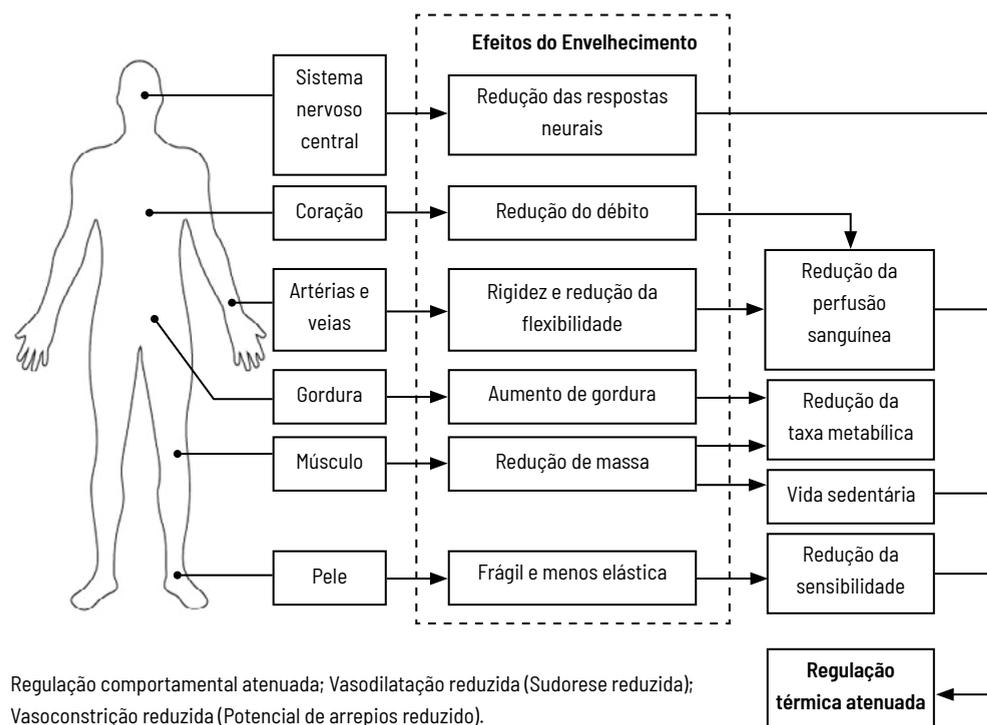


Figura 10 mostra o sistema passivo do corpo humano (sistema nervoso central, coração, artérias e veias, gordura, músculos e pele) e o sistema ativo (regulação térmica) afetados pelas alterações consequentes do envelhecimento.

Nas equações 9 a 12, encontram-se coeficientes determinados por Fiala que, quando inseridos na equação geral de regulação térmica (13), simulam as reações do sistema nervoso central de uma pessoa típica (sistema ativo), definida para o modelo Fiala. Segundo Novieto (2013), na adaptação desse modelo para simulação do comportamento da pessoa idosa típica, esses coeficientes devem ser mudados. Para tanto, o autor investigou os resultados de 15 estudos anteriores. Oito experimentos foram usados na etapa de calibração dos coeficientes, e sete na etapa de verificação e validação do modelo proposto para a pessoa idosa.

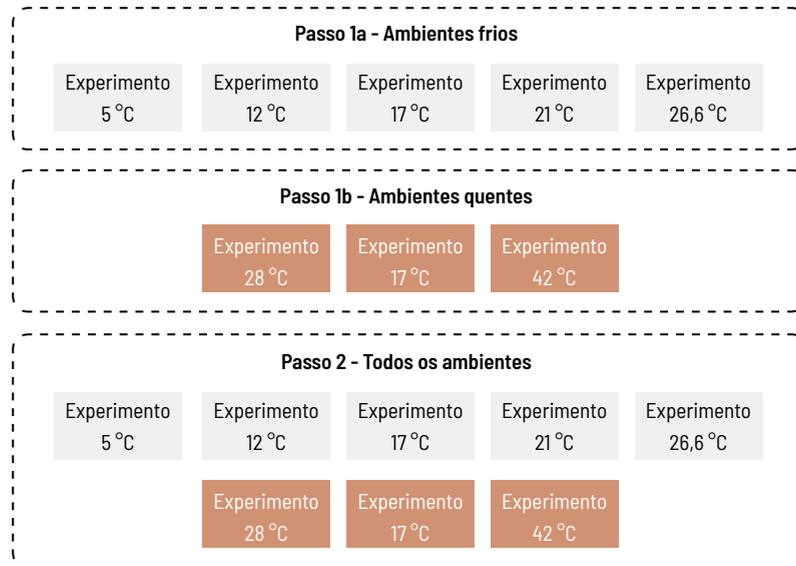
A **etapa de calibração dos coeficientes** compreende dois passos: o passo 1, dividido em passo 1a e 1b (Figura 11) e o passo 2. O passo 1a, com um total de 5 experimentos, representa os experimentos desenvolvidos em ambientes classificados como frios, com temperaturas do ar de 5, 12, 17, 21 e 26,6°C. O passo 1b, incluindo 3 experimentos, representa os ambientes quentes, com temperaturas de 28, 30 e 42°C.

O passo 2 consistiu no agrupamento dos oito experimentos (ambientes frios e quentes).

11

Figura: Estrutura da implementação do passo 1.

Fonte: adaptado de Novieto, 2013, p. 119.



12

Figura: Estrutura da implementação do passo 2.

Fonte: adaptado de Novieto, 2013, p. 119.

Os novos coeficientes foram testados, pela comparação por algoritmos genéticos (AG), com os dados resultantes das simulações para cada experimento em condições de teste, (passo 1a e 1b) e o Erro Quadrático Médio (EQM)³⁰ foi calculado. Em seguida, os procedimentos de simulação em condições de teste foram repetidos e os resultados com menores valores de EQM foram selecionados e implementados no passo seguinte (passo 2), que resultou da combinação de todos os casos de teste para ambas as condições de calor e frio (Figura 12). O passo 2 teve como objetivo principal testar a possibilidade destes resultados produzirem um conjunto de coeficientes que, quando implementados no modelo, fossem capazes de produzir resultados compatíveis com as condições experimentais individuais. Como resultado final, obteve-se a equação

30. O EQM é utilizado para investigar a diferença entre os resultados dos experimentos e aqueles oriundos da simulação.

geral (10) e os novos coeficientes definidos para o sistema ativo da pessoa idosa (Tabela 7).

$$F = \{A_1 \tanh [A_2 (T_{skm} - 34,4) + A_3] + A_4\} (T_{skm} - 34,4) + \{B_1 \tanh [B_2 (T_{hy} - 37,0) + B_3 + B_4]\} (T_{hy} - 37,0) + C \Delta T_{skm} \times T_{skm} + D \quad (10)$$

Na **etapa de verificação e validação** foram comparados valores estimados entre o modelo Fiala (usados para pessoas idosas, para jovens e com dados do corpo de pessoas idosas) e o modelo para pessoas idosas. Os valores estimados e os experimentais, de temperatura central e da pele, foram avaliados por meio de matrizes estatísticas (soma residual dos quadrados (SRQ), erro quadrático médio (EQM), média ponderada do erro quadrático médio, coeficiente de determinação (R²), máximo residual (@max) e mínimo residual (@min) e percentil 95) para confirmação da eficácia do modelo proposto.

7

Tabela: Novos coeficientes de controle do sistema ativo do modelo da pessoa idosa

Fonte: adaptada de Novieto, 2013, p.123.

	SH	CS	DL	SW
A1	0,01	4,99	13,38	0,03
A2	0,08	0,2	0,01	0,02
A3	1,18	1,41	-1,98	-1,02
A4	-1,4	-4,65	14,19	0,97
B1	0	0	17,17	2,07
B2	0	0	9,73	0,35
B3	0	0	-4,85	-6,77
B4	-23,54	0	3,02	5,68
C	1,1	2,19	0	0
D	-30,53	0	0	0

Nas Tabelas 8 e 9 estão apresentados os valores resultantes das matrizes estatísticas de cada modelo.

8

Tabela: Comparação das estatísticas para a temperatura central do corpo (T_{re}).
Fonte: adaptado de Novieto (2013, p. 142).

	Modelo Fiala usado para pessoas idosas	Modelo Fiala com dados do corpo de pessoas idosas	Modelo para pessoas idosas	Modelo Fiala para pessoas jovens
Erro quadrático médio	0,24	0,32	0,13	0,12
Média ponderada	0,214	0,273	0,113	0,091
e _{max}	0,35	0,43	0,37	0,24
e _{min}	-0,74	-1,05	-0,41	-0,59
Desvio médio	0,21	0,27	0,10	0,12
R ²	0,63	0,33	0,90	0,87
Percentil 95	0,47	0,64	0,25	0,42

9

Tabela: Comparação das estatísticas para a temperatura média da pele (T_{skm}).
Fonte: adaptado de Novieto (2013, p. 151).

	Modelo Fiala usado para pessoas idosas	Modelo Fiala com dados do corpo de pessoas idosas	Modelo para pessoas idosas	Modelo Fiala para pessoas jovens
Erro quadrático médio	1,61	1,44	1,62	1,05
Média ponderada	1,29	1,15	1,33	0,81
e _{max}	2,79	2,72	2,06	2,43
e _{min}	-2,51	-2,51	-2,60	-4,17
Desvio médio	1,17	1,00	1,20	0,90
R ²	0,86	0,89	0,87	0,90
Percentil 95	2,37	2,35	1,92	1,87

O modelo para pessoas idosas adaptado de Fiala, por Novieto, apresenta os melhores valores de estimativa para a temperatura central (T_{re}) quando comparados com os demais. Todavia, quanto às estimativas da temperatura

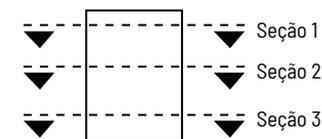
média da pele (T_{skm}), os resultados não foram os melhores, porém se igualaram aos outros modelos comparados. Assim, pode-se afirmar que o modelo para pessoas idosas de Novieto é o mais eficiente para estimar a temperatura central do corpo de pessoas idosas.

1.3.2.5 Ferreira (2013)

13

Figura: Representação das divisões do tronco em seções e camadas.

Fonte: adaptada de Ferreira, 2001, p. 69.



Tronco Seção 1



Tronco Seção 2

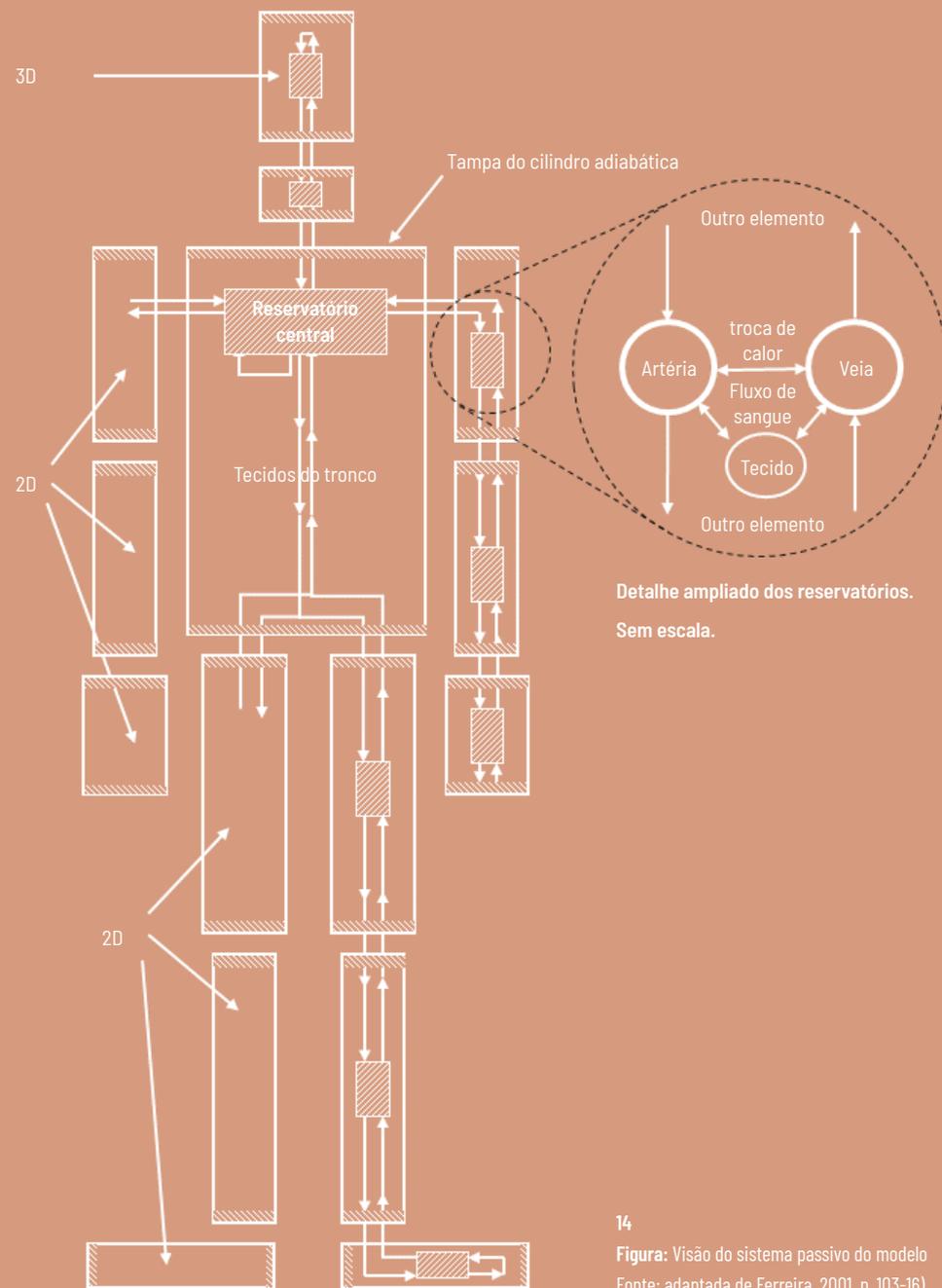


Tronco Seção 3



O modelo do sistema térmico do corpo humano é constituído por 15 elementos que representam a cabeça, o tronco, e os pares de braços, antebraços, mãos, coxas, pernas e pés. A partir da análise detalhada de imagens de seções transversais de partes do corpo humano definiu-se, como forma geométrica do modelo, um cilindro de seção elíptica, considerada inovadora (Figura 13). Cada cilindro é constituído por várias camadas que representam os tecidos e os órgãos.

No modelo anatômico, foram utilizadas as características do modelo de Werner e Buse (1988 apud FERREIRA, 2001), com 67kg, porcentagem de gordura de 14%, altura de 176cm, área superficial de 1,80m² e metabolismo basal de 47W/m² (FERREIRA, 2001). Conforme Ferreira (2001), diferentes características do modelo anatômico e do ambiente térmico podem ser simuladas mediante alteração no programa computacional (Figura 14).



14
 Figura: Visão do sistema passivo do modelo
 Fonte: adaptada de Ferreira, 2001, p. 103-16).

No modelo de transferência de calor entre o sangue e os tecidos, considerou-se separadamente os pequenos e os grandes vasos. Os pequenos vasos, baseado em Chen (1985 apud FERREIRA, 2001), foram tratados como parte de um contínuo devido às suas dimensões reduzidas. Os grandes vasos, com diâmetro representativo de seis milímetros, foram modelados, de acordo com Wissler (1985 apud FERREIRA, 2001) e representados por dois reservatórios, um para o sangue arterial e outro para o sangue venoso, conforme modelo representado na Figura 14. Cada elemento do corpo possui um reservatório, conectado aos demais elementos pelas artérias e veias, que trocam calor entre si e com os tecidos por meio do fluxo de sangue (massa), de acordo com aquele representado no detalhe ampliado da Figura 14.

1.3.3
Modelos empíricos

Os modelos empíricos são desenvolvidos a partir de análises estatísticas de dados coletados em campo, considerando as condições naturais do ambiente estudado. Essa abordagem considera a adaptação do indivíduo na busca do retorno da condição anterior de conforto. Ou seja, se ocorrer alguma mudança no ambiente que cause desconforto, o indivíduo tenderá a reagir para restaurar sua condição anterior de conforto (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

Embora os modelos baseados na abordagem do equilíbrio térmico considerem certa possibilidade de adaptação por meio das vestimentas e do ajuste da ventilação local, eles ignoram a dimensão psicológica da adaptação, como a interação do indivíduo com o meio, com os outros indivíduos e com suas experiências térmicas anteriores (de DEAR; BRAGER, 2002).

“Um modelo que representa o equilíbrio térmico como um balanço de calor em um ponto no tempo não refletirá completamente o conforto térmico no campo. Sem uma tolerância total para a natureza dinâmica da interação humana com seus ambientes, é provável que tal modelo tenha uma aplicabilidade limitada. Isto é especialmente verdadeiro nas condições encontradas em edifícios ventilados naturalmente em climas quentes” (NICOL, 2004).

Os modelos adaptativos são abordagens contemporâneas dos modelos empíricos e, em geral, são interpretados a partir de equações matemáticas simples. Essas equações são derivadas da combinação entre as variáveis ambientais

e as variáveis psicofisiológicas, das quais se originam indicadores que estimam a temperatura de conforto ou as condições para um ambiente confortável.

Os modelos adaptativos de conforto térmico, apresentados por Pereira e Assis (2009), são os de Auliciems e de Dear (1986), Humphreys (1978), Nicol e Humphreys (2000) e de Dear e Brager (2002). O Quadro 4 mostra os autores dos modelos adaptativos e as faixas que definem a “zona de conforto”, considerando as possibilidades de adaptação térmica dos indivíduos, em que T_c é a temperatura de conforto, e T_o média mensal da temperatura do ar externo.

As “oportunidades adaptativas” são interpretadas como a capacidade de abrir e fechar janelas, ligar um ventilador ou até mesmo a possibilidade de trocar de roupa. Essas oportunidades não têm influência direta na temperatura de

4
Quadro: Índices adaptativos selecionados. Fonte: adaptada de Pereira e Assis (2009).

Autores	Equação	Faixa de conforto
Auliciems (1981)	$T_c = 17,6 + 0,31.T_o$	Sem definição
Humphreys (1978)	$T_c = 0,534.T_o + 12,9$	$T_c \pm 2$ a 3°C , quando é possível o uso de ventiladores $T_c \pm 2^\circ\text{C}$ e, em condições de umidade relativa elevada, $T_c \pm 1^\circ\text{C}$ (NICOL, 2004)
Nicol e Humphreys (2000)	$T_c = 0,540.T_o + 13,5$	$T_c \pm 2^\circ\text{C}$ em situações em que não há possibilidades de mudança de vestimenta, atividade ou ventilação (NICOL; HUMPHREYS, 2002).
De Dear e Brager (2002)	$T_c = 0,310.T_o + 17,8$	$T_c \pm 2,5^\circ\text{C}$ (90% de aceitabilidade) e $T_c \pm 3,5^\circ\text{C}$ (80% de aceitabilidade) (de DEAR; BRAGER, 2002).

conforto, mas permitem que o usuário altere as condições térmicas do ambiente para se adaptar melhor (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

De acordo com Dear e Brager (2002), o conforto depende também do contexto. Por um lado, pessoas que estão habituadas em ambientes climatizados artificialmente, por exemplo, tendem a desenvolver maior expectativa de temperaturas mais baixas e homogêneas, além de serem menos tolerantes ao desconforto térmico. A sensação de conforto térmico dessas pessoas costuma estar próxima ao centro da zona de conforto. Por outro lado, aquelas que convivem em espaços naturalmente ventilados serão mais tolerantes às variações térmicas ambientais e apresentarão maior facilidade de adaptação.

Nas equações dos modelos adaptativos as variações do clima externo são consideradas, como importante variável (média mensal da temperatura do ar), por duas razões: a primeira baseia-se no fato de que o tempo e as estações influenciam as adaptações comportamentais ao ambiente térmico. Ao escolhermos uma roupa, por exemplo, procuramos nos informar sobre a previsão do tempo. A segunda razão parte do princípio de que as variações climáticas – tanto as passadas quanto as previstas –, determinam as adaptações psicológicas no tocante às expectativas térmicas (de DEAR; BRAGER, 2002). A seguir, serão apresentados de forma mais detalhada os modelos expostos na Tabela 6.

1.3.3.1 *Auliciems (1981)*

O modelo adaptativo de Auliciems (1981) foi desenvolvido para ser aplicado em ambientes internos. A temperatura de conforto (T_c) varia em função da temperatura média mensal externa (T_o), além de considerar as respostas fisiológicas e as expectativas de conforto térmico dos ocupantes a partir de determinantes climáticos e culturais (LIMA et al, 2005). Para o modelo de Aluciem, não foi definida uma faixa de conforto.

A relação linear entre as variáveis determina a seguinte equação de conforto:

$$T_c = 17,6 + 0,31. T_o \quad (11)$$

1.3.3.2 *Humphreys (1978)*

O modelo adaptativo de Humphreys foi desenvolvido para regiões de clima quente e úmido, em edifícios naturalmente ventilados. Nesses edifícios, a temperatura que as pessoas consideram confortável se assemelha à média da temperatura externa (NICOL, 2004). Dessa forma, a relação linear entre a temperatura de conforto e a média da temperatura externa resultou na seguinte equação:

$$T_c = 0.534T_o + 12.9 \quad (12)$$

Na análise de dados obtidos no Paquistão, Humphreys observou que, em ambientes com uso de ventiladores, a temperatura de conforto poderia ser aumentada em 2°C. Já nas condições em que a umidade relativa é alta, recomenda-se a redução de 1°C na temperatura de conforto (T_c) resultante, para que as pessoas se sintam em conforto (NICOL, 2004).

1.3.3.3
Nicol e Humphreys (2000)

Nicol e Humphreys (2000), em revisão à “Norma de Conforto Adaptativo” (*Adaptive Comfort Standard*) desenvolvida por de Dear e Brager (1998) como um suplemento à ASHRAE *Standard 55*, comprovaram que a relação entre a temperatura de conforto (T_c) e a média mensal da temperatura externa (T_o) é estável para edifícios naturalmente ventilados. Essa relação está expressa na equação 13.

$$T_c = 13.5 + 0.546 T_o \quad (13)$$

Para edifícios climatizados artificialmente, por sua vez, essa relação é mais complexa e menos estável, além de ser menos precisa. Nesses casos, a temperatura interna do edifício está desconectada com a externa do edifício e é em função das preferências das pessoas ou do controle do sistema central de acondicionamento de ar (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

Em situações em que não há oportunidades adaptativas, a zona de conforto pode variar em $\pm 2^\circ\text{C}$. Nos casos mais flexíveis, com possibilidade de troca de roupas e até mesmo de atividades, o alcance da zona de conforto pode ser maior. “(...) O conforto térmico adaptativo é, portanto, uma função das possibilidades de mudança, bem como das temperaturas reais alcançadas”. (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

1.3.3.4
de Dear e Brager (2002)

Na investigação de dois ambientes internos em condições climáticas distintas, um com climatização artificial (ar-condicionado) e outro com ventilação natural, os autores verificaram o comportamento dos resultados da temperatura de conforto resultantes do PMV (*predicted mean vote*) de Fanger e do modelo adaptativo, comparando resultados observados no local.

Por meio da técnica estatística de regressão entre as variáveis “Média da temperatura do ar externa” e “Temperatura de conforto interna” foi observado que, a Temperatura de conforto resultante do modelo adaptativo variava em função da média da temperatura externa e correspondia às respostas observadas. As respostas das temperaturas de conforto do modelo adaptativo foram mais tolerantes que aquelas do PMV. A equação a seguir representa o modelo adaptativo proposto para a ASHRAE *Standard 55* (1992), por de Dear e Brager (2002).

$$T_c = 0,310 \cdot T_o + 17,8 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (14)$$

A média aritmética para os limites de amplitude térmica da zona de conforto, para edifícios naturalmente ventilados, correspondeu a 5°C para 80% de aceitabilidade térmica, e 7°C para 90% (de DEAR; BRAGER, 2002). Ou seja, para a primeira e segunda condições de aceitabilidade térmica, as temperaturas de conforto (T_c) variam em $\pm 2,5^\circ\text{C}$ e $\pm 3,5^\circ\text{C}$, respectivamente.

A norma de conforto adaptativo é descrita, na seção 5.3, como “um método opcional para determinar as condições térmicas aceitáveis em ambientes condicionados naturalmente” (ASHRAE Standard 55, 1992). Assim, a adoção do referido modelo adaptativo é recomendada para as seguintes condições: ambientes naturalmente ventilados; atividade sedentária (entre 1 a 1,3 met) e livre iniciativa, por parte dos usuários, para trocar de roupa conforme as necessidades de adaptação térmica (de DEAR; BRAGER, 2002).



Observar



Resumo do capítulo

A partir dos resultados do pré-teste foi selecionada a cidade de Campina Grande para realização do teste. O estudo aconteceu em 2016 e, devido à escassez de chuvas, não houve grande variação das temperaturas. Ao final das análises estatísticas gerais contou-se com as respostas de 270 participantes, com idade superior a 60 anos, e maioria do sexo feminino. Durante o teste foram medidos os dados das variáveis individuais, subjetivas e ambientais, que foram analisados por meio das técnicas de análise estatística de Tukey-HSD, Qui-Quadrado, probits e modelagem multivariada (correlação canônica).



Nem calor, nem frio

Neste capítulo, serão apresentados os procedimentos aplicados no estudo observacional³¹ e as técnicas de análises estatísticas dos dados coletados. Tem por objetivo definir e validar os instrumentos de investigação utilizados na obtenção dos dados das variáveis individuais, subjetivas e ambientais.

31. Os procedimentos realizados durante o estudo observacional foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos - CEP/UFMG - sob o projeto de número CAAE: 52584315.7.0000.5182 e parecer de número: 1.872.415, apresentado no Anexo A.

2.1 Pré-teste – estudo piloto

O estudo ocorreu em duas etapas: **pré-teste** e **teste**. A primeira foi realizada entre os meses de junho e agosto de 2015, nas cidades paraibanas de Campina Grande, Monteiro e Patos, a fim de testar o método inicialmente proposto e observar possíveis falhas nos procedimentos de levantamento de dados em campo. Entrevistou-se um total de 156 pessoas idosas, sendo 67 participantes na primeira cidade (equivalente a 62%), 58 na segunda (26%) e 31 na terceira (12%). A etapa de teste teve como objetivo coletar os dados das variáveis em campo, utilizando os procedimentos testados na etapa anterior. Foi realizada durante os meses de abril a dezembro de 2016, apenas na cidade de Campina Grande, em decorrência das seguintes dificuldades: deslocamento entre as cidades, identificação das pessoas idosas, e acesso às suas residências. Participaram da pesquisa um total de 340 pessoas idosas.

As três cidades visitadas durante a etapa do Pré-teste foram selecionadas a partir dos seguintes critérios: (a) localização dentro da nova delimitação do semiárido, no estado da Paraíba; (b) presença de estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ou da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA); (c) população acima de 30.000 habitantes e (d) localização em mesorregiões distintas.

As cidades de Campina Grande, Monteiro e Patos atenderam a todos os critérios pré-estabelecidos. As três cidades estão localizadas dentro do polígono definido

para a nova delimitação do semiárido; possuem estações climatológicas do INMET instaladas em seus territórios; apresentam população estimada para 2017, de 410.332, 33.294 e 107.790 habitantes, respectivamente (<https://cidades.ibge.gov.br>); e localizam-se nas mesorregiões do Agreste Paraibano (Campina Grande), da Borborema (Monteiro) e do Sertão Paraibano (Patos), como ilustrado na Figura 15.

Após a análise dos procedimentos do Pré-teste foram realizados alguns ajustes nos instrumentos de investigação, como por exemplo, a redução do número de questões dos formulários e a adaptação de linguagem mais clara para os participantes. Por consequência, os dados obtidos nessa etapa não foram passíveis de aproveitamento para os resultados finais da pesquisa.

15
Figura: Mapa das mesorregiões da Paraíba com as três cidades em destaque.
Fonte: a autora.



2.1.1 Caracterização da cidade de Campina Grande

16
Figura: Mapa de localização de Campina Grande (sem escala)
 Fonte: a autora.



O município de Campina Grande está inserido na mesorregião do Agreste Paraibano, com latitude de 07°13'50" e longitude de 35°52'52" (Figura 16). Está 120 Km da cidade de João Pessoa e encontra-se entre microrregiões de clima e vegetação diferentes.

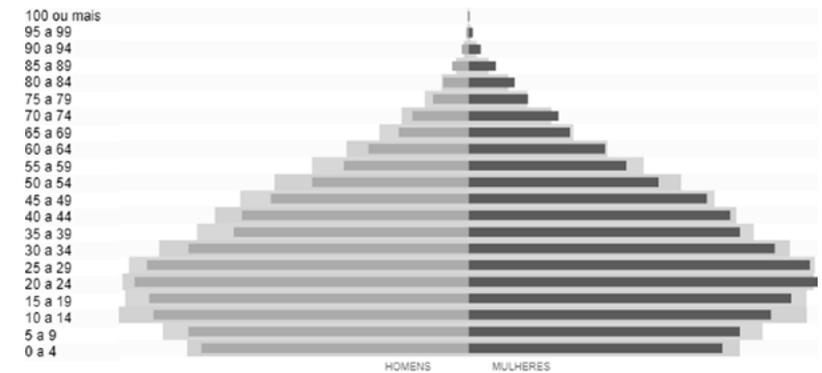
"Ao Nordeste, a paisagem é verde e arborizada, típica do brejo presente nas partes mais altas do planalto. Ao Sudeste, encontra-se uma paisagem típica do agreste, com árvores e pastagens. As regiões oeste e sul do município são dominadas pelo clima e vegetação do Cariri, com vastas áreas de vegetação rasteira tipo caatinga e clima seco" (ARANHA, 2016, p.30).

O mencionado município possui área territorial de 593,026 km² e população de 385.213 pessoas, segundo o censo de 2010, e estimada para 2017 de 410.332 pessoas (<https://cidades.ibge.gov.br>). A Figura 17 apresenta a pirâmide etária de homens e mulheres.

Apesar de apresentar clima tropical com estação seca (As)³², o município caracteriza-se por temperaturas mais amenas, devido a sua altitude de aproximadamente 555 metros acima do nível do mar (OLIVEIRA, 2013). Na nova proposta de zoneamento bioclimático para o Brasil, Campina Grande se encontra na zona bioclimática de número 10, no grupo de temperaturas médias anuais entre 20 e 26°C (RORIZ, 2012).

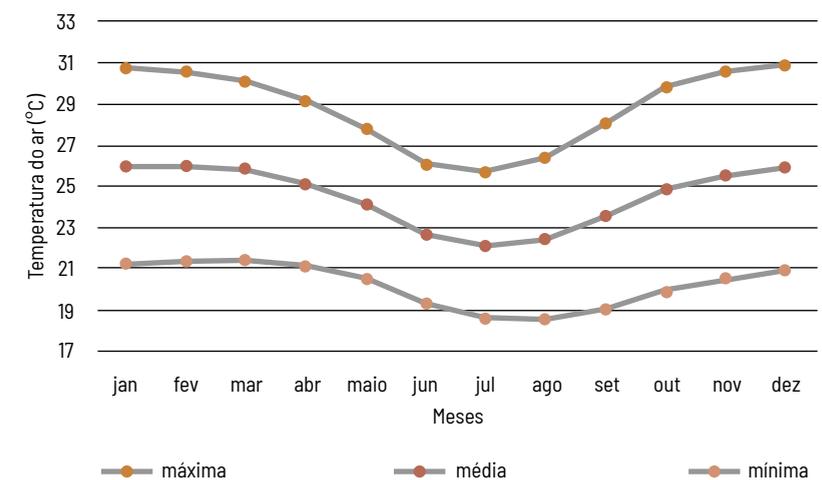
32. Classificação climática de Köppen - Geiser (1928).

17
Figura: Pirâmide etária da população do Município de Campina Grande (Censo IBGE, 2010).
 Fonte: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>. Acesso em 08/03/2018.

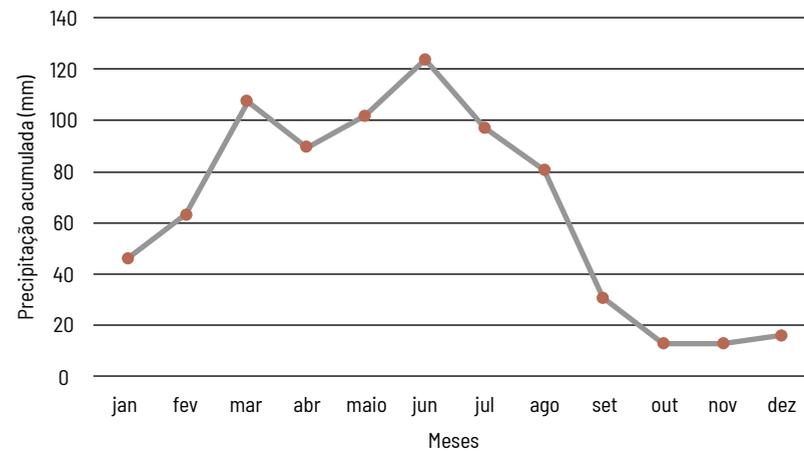


Os gráficos das Figuras 18, 19 e 20 foram construídos a partir dos dados das normais climatológicas³³, para o período de 1981 e 2010 e contemplam as máximas, mínimas e médias da temperatura do ar, da precipitação acumulada e da umidade relativa do ar para a cidade de Campina Grande/PB (disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 16/05/2018)

18
Figura: Gráfico das normais climatológicas (1981 - 2010) da temperatura do ar (°C) para Campina Grande.
 Fonte: a autora

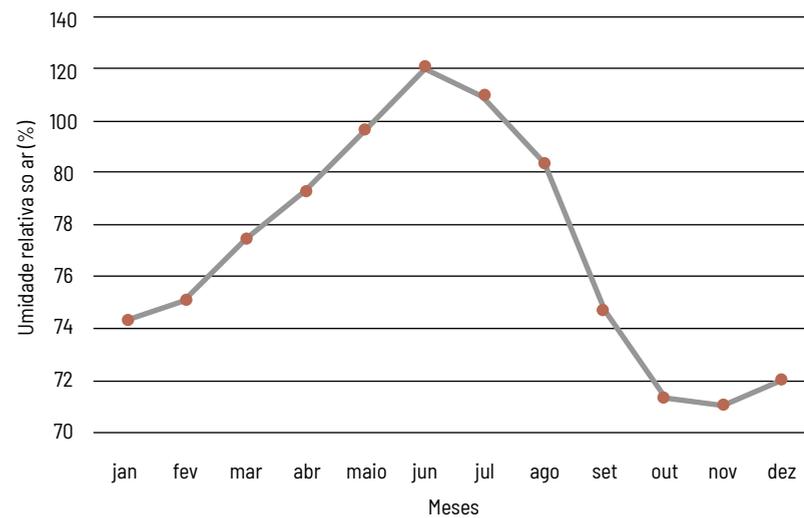


33. Normais climatológicas - Dados climatológicos médios, observados durante um período longo e uniforme de 30 anos (<http://www.inmet.gov.br>).



19

Figura: Gráfico das normais climatológicas (1981 - 2010) da precipitação acumulada (mm) para Campina Grande
 Fonte: a autora



20

Figura: Gráfico das normais climatológicas (1981 - 2010) da umidade relativa do ar (%) para Campina Grande.
 Fonte: a autora

2.1.2 Participantes

Os participantes da pesquisa foram pessoas idosas, de ambos os sexos, residentes em unidades habitacionais horizontais³⁴ na cidade de Campina Grande/PB, não acamados³⁵, sem doenças mentais (demências em geral) ou mobilidade comprometida (amputação dos membros inferiores³⁶ ou necessidade de uso de cadeira de rodas).

No momento da pesquisa os participantes apresentavam-se saudáveis, sem doenças do tipo: pneumonia, gripe, resfriado, zica vírus, dengue ou chikungunya³⁷. Os estados de saúde crônicos como hipertensão, diabetes, depressão controlada e artrose, artrite ou reumatismo foram considerados durante o estudo, já que a maioria dos participantes apresentava um ou mais casos.

2.1.3 Período de aplicação do Teste

O período de aplicação do Teste foi, inicialmente, definido para dias quentes (período seco) e dias frios (período de chuvas) do ano de 2016³⁸. Porém, devido à eventualidade da seca, a ocorrência de dias frios no ano de 2016 foi comprometida pela falta de chuvas, como demonstrado no gráfico da Figura 21, a partir dos dados do INMET (disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 16/05/2018).

34. Unidades habitacionais horizontais - residências unifamiliares, térreas, construídas em alvenaria de tijolos cerâmicos, com reboco e pintura. Telhado em estrutura de madeira (ripas e caibros) com telha cerâmica tipo colonial, com ou sem forro de gesso.

35. Não acamados - aqueles idosos capazes de se locomover. Sem necessidade de permanecer na cama durante o dia.

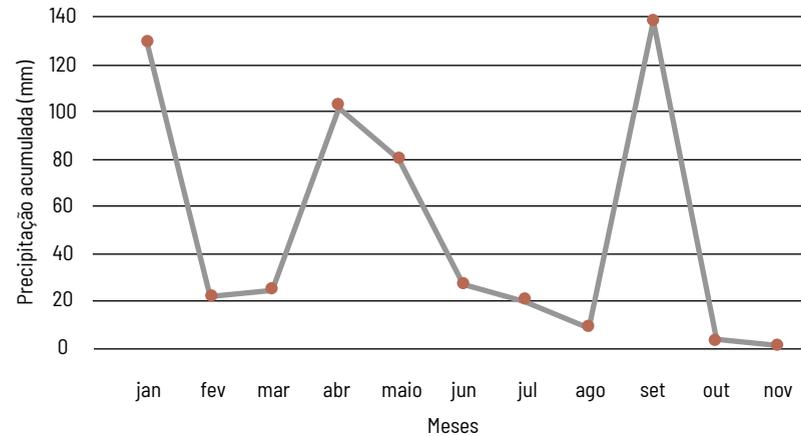
36. Amputação de membros inferiores - muito comum entre as pessoas diabéticas de baixa renda.

37. Zica vírus, dengue ou chikungunya - doenças virais transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

38. Segundo Dantas et al. (2015), o período de dias frios em Campina Grande apresenta temperaturas do ar que não ultrapassam as mínimas diárias de 20°C e as máximas diárias de 25°C.

21

Figura: Gráfico da precipitação acumulada (mm) ocorrida no ano de 2016, no município de Campina Grande. Fonte: a autora



Diante do ocorrido, para o período de aplicação do Teste, decidiu-se pelo intervalo compreendido entre os meses de abril a dezembro de 2016, de modo a abranger todas as variações climáticas da região objeto de estudo. Com essa definição, pretendeu-se assegurar maior confiabilidade dos dados levantados, reduzindo o risco de possíveis ocorrências de eventos climáticos circunstanciais.

2.1.4 Instrumentos de investigação

A interação entre as características físicas de um ambiente e as sensações percebidas pelo indivíduo constitui um fenômeno psicológico. Por essa razão, é necessária a participação do usuário em seu ambiente de convívio.

De acordo com Parsons (2014), a forma mais indicada para investigar a sensação de conforto térmico de uma dada população, em um determinado ambiente, é questionando de forma direta como ela se sente.

2.1.4.1 Entrevista Estruturada

Os métodos e técnicas de coleta de dados estão apoiados na estratégia de múltiplos métodos que, por ser constituída pela associação de dois ou mais instrumentos de investigação, garante uma maior confiabilidade na análise dos dados (VILLA; ORNSTEIN, 2013). Os instrumentos de investigação utilizados foram a entrevista estruturada, a medição dos dados das variáveis ambientais e o formulário de observação do ambiente, detalhados a seguir.

A entrevista estruturada ou padronizada, assim como o questionário, utiliza um roteiro de conversação em formato de formulário impresso. A maior diferença encontrada entre esses dois instrumentos está na relação pessoal entre o entrevistado e o entrevistador ou pesquisador. No questionário, o entrevistado deve responder às questões na ausência do pesquisador, já na entrevista estruturada, há a necessidade da presença do pesquisador para sua aplicação. Neste tipo de entrevista, as questões devem ser lidas exatamente como estão redigidas. “Uma leve reelaboração da pergunta ou qualquer explicação de improviso deve ser evitada, pois pode provocar estímulos e respostas em diferentes quadros de referência” (SELLTIZ et al., 1987 apud RHEINGANTZ et al., 2009). Como se trata de pesquisa com pessoas idosas, este instrumento foi definido por ser o mais adequado às limitações dos participantes.

A entrevista estruturada foi aplicada no levantamento de dados das variáveis individuais e subjetivas. Nos Apêndices A e B estão dispostos os formulários utilizados.

2.1.4.2 Formulário de observação do ambiente

As situações arquivadas na memória, reveladas como maneiras personalizadas de reagir aos estímulos dão origem aos comportamentos (VILLA; ORNSTEIN, 2013), aqui observados pelo uso das oportunidades adaptativas, tais como: abrir ou fechar a janela, ligar ou desligar o ventilador/ ar condicionado, procurar ambientes mais aquecidos ou mais ventilados, entre outros.

Na observação comportamental, o pesquisador, presente no ambiente de forma passiva, observa as características do local e o comportamento dos participantes, registrando as informações em uma planilha de dados sob a orientação de um formulário impresso, como apresentado no Quadro 5.

5
Quadro: Formulário de observação do ambiente.
Fonte: a autora

Oportunidades adaptativas / Possibilidades	Presente no ambiente?		Está sendo utilizada?		O idoso consegue acionar só?	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1. Janelas	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
2. Portas	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
3. Ventilador	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
4. Aparelho de ar-condicionado	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não

No caso das portas e janelas, considerou-se sua utilização quando estas estavam abertas. Ou seja, usadas para incrementar a ventilação natural. Além disso, considerou-se também a possibilidade delas serem acionadas pelos participantes da pesquisa. A possibilidade de escolha de seu acionamento, sem depender da ajuda de terceiros, pode influenciar significativamente o estado de conforto do indivíduo.

2.1.4.3 Medição dos dados das variáveis ambientais

Os dados das variáveis ambientais também foram registrados no formulário de observação do ambiente.

Os dados das variáveis ambientais quantitativas foram obtidos por meio de instrumentos de medição especializados, instalados no local da pesquisa, em simultâneo com a aplicação da entrevista estruturada.

2.2 Teste - quantificação das variáveis

Para a quantificação das variáveis, os procedimentos iniciais de seleção dos participantes e acesso às suas residências contaram com a colaboração dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), locados nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) selecionadas, como detalhados a seguir:

(1) Obtenção de autorização formal para realização do estudo experimental (Apêndice B) - visita à Secretaria de Saúde do Município, para esclarecimentos sobre os objetivos da pesquisa, junto ao gerente de Atenção Básica. No ato da visita, foram fornecidos pelo gerente a autorização formal e os contatos de todas as Unidades Básicas de Saúde - UBS;

(2) Visitas às UBS - contato com a enfermeira chefe de cada UBS para apresentação da pesquisa e da indicação de um ACS;

(3) Seleção das unidades amostrais - contato com o ACS de cada UBS para apresentação da pesquisa, da autorização de acompanhamento durante as visitas domiciliares e da

definição dos horários e residências a serem visitadas. A seleção das unidades amostrais (pessoas idosas em suas residências) contou com os conhecimentos dos ACS. A partir da definição do tamanho preliminar da amostra, adotou-se uma média de visitas por ACS.

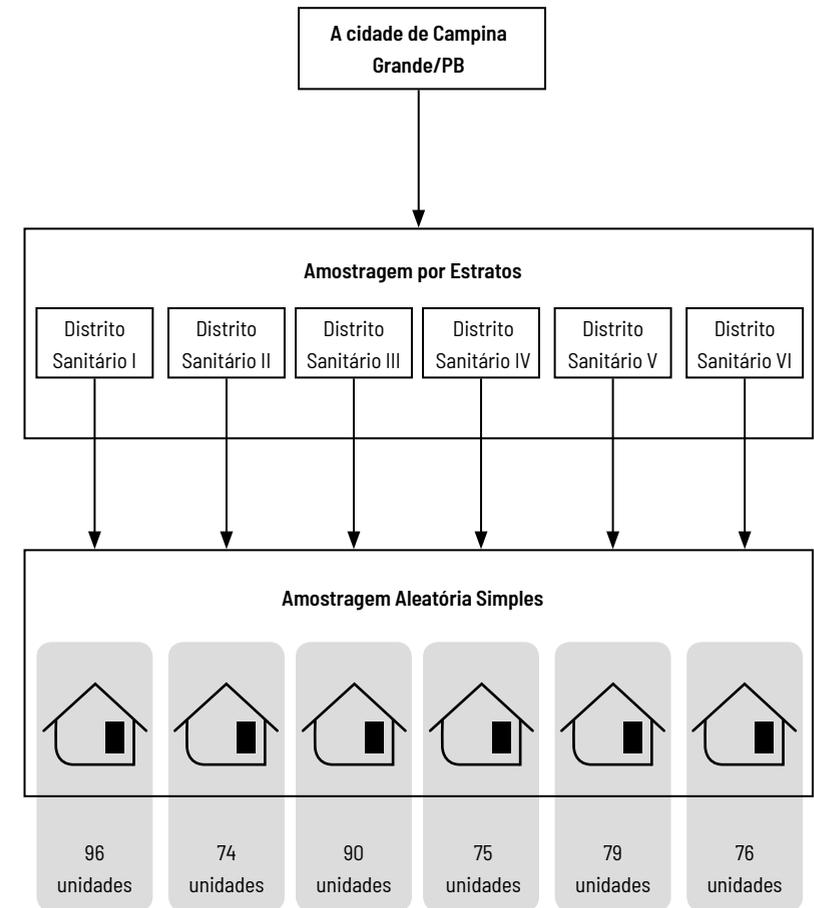
O tamanho preliminar da amostra foi estimado a partir das técnicas estatísticas de amostragem por estratos³⁹ e amostragem aleatória simples⁴⁰. A zona urbana de Campina Grande é setorizada, pela Secretaria de Saúde, em seis Distritos Sanitários (DS). Estes distritos foram adotados como estratos na amostragem. A variável subjetiva “grau de sensação térmica”, cujos dados foram coletados no Pré-teste, foi utilizada para definir o tamanho da amostra de usuários, considerando a população total de pessoas idosas residentes na cidade de Campina Grande, para o ano de 2016 (www.populacao.net.br); assim, o erro amostral é de 3,8% e o coeficiente de confiança é de $\alpha=95\%$. Os procedimentos de amostragem estão esquematizados na Figura 22.

O tamanho preliminar da amostra foi estimado em um total de 490 pessoas idosas (unidades amostrais), residentes entre os seis Distritos Sanitários da Zona Urbana de Campina Grande (Tabela 10).

22

Figura: Infográfico de definição do tamanho da amostra.

Fonte: a autora



10

Tabela: Dados para obtenção do tamanho preliminar da amostra.

Fonte: a autora

Estrato/ Distritos Sanitários	Desvio Padrão*	Média*	Ni** (população)	ni (amostra)
Distrito Sanitário I	0,2	1,1	4786	96
Distrito Sanitário II	0,5	1,2	2801	74
Distrito Sanitário III			3342	90
Distrito Sanitário IV	0,5	1,3	2875	75
Distrito Sanitário V			3837	79
Distrito Sanitário VI			3487	76
TOTAL			21128	490

39. Amostragem por estrato ou estratificada - Técnica de amostragem que consiste em dividir a população em subgrupos, denominados de estratos, com características homogêneas (BARBETTA, 2015).

40. Amostragem aleatória simples - Técnica de amostragem possível de ser realizada quando há o conhecimento de todos os elementos da população. Nesse caso, a seleção da amostra ocorre por sorteio, sem restrição. “A amostra aleatória simples tem a seguinte propriedade: qualquer subconjunto da população, com o mesmo número de elementos, tem a mesma probabilidade de fazer parte da amostra” (BARBETTA, 2015, p. 45).



23

Figura: Mapa da cidade de Campina Grande com a distribuição espacial das UBS visitadas.

Fonte: a autora

Legenda:

- 1 - Alto Branco
- 2 - Bela Vista
- 3 - Bodocongó
- 4 - Catolé
- 5 - Conceição
- 6 - Estação Velha
- 7 - Jardim Tavares
- 8 - Jardim Verdejante
- 9 - Jeremias
- 10 - José Pinheiro
- 11 - Ligeiro
- 12 - Malvinas
- 13 - Monte Castelo
- 14 - Monte Santo
- 15 - Multirão
- 16 - Nova Brasília
- 17 - Pedregal
- 18 - Ramadinha
- 19 - Santa Cruz
- 20 - Santa Terezinha
- 21 - Serrotão
- 22 - Tambor
- 23 - Três Irmãs
- 24 - Velame

A localização das unidades amostrais teve como intenção obter uma distribuição espacial homogênea nos limites da zona urbana (Figura 23).

Em cada Distrito Sanitário, foram visitados quatro bairros, previamente selecionados. Para cada bairro foi selecionada uma UBS, a partir dos seguintes critérios: (1) distribuição homogênea das Unidades Amostrais (UA) na zona urbana, (2) disponibilidade dos ACS e (3) qualidade construtiva das residências. Neste último critério, optou-se por não incluir bairros em condições higiênico-sanitárias precárias.

6

Quadro: Distritos Sanitários com as respectivas UBS/ bairros visitados.
Fonte: a autora

	Distrito Sanitário I	Distrito Sanitário II	Distrito Sanitário III	Distrito Sanitário IV	Distrito Sanitário V	Distrito Sanitário VI
UBS/Bairro	UBS Jardim Tavares/ Jardim Tavares	UBS Bodocongó I/ Bodocongó	UBS Rosa Mística/Alto Branco	UBS Estação Velha/ Estação Velha	UBS Ronaldo Cunha Lima/Três Irmãs	UBS Ramadinha I/Ramadinha
	UBS Monte Castelo/ Monte Castelo	UBS Bela Vista/Bela Vista	UBS Araxá/ Jeremias	UBS Tambor I/Tambor	UBS Raiff Ramalho/ Santa Cruz	UBS Malvinas V/ Malvinas
	UBS Tota Agra/José Pinheiro	UBS Mutirão I e II/Mutirão	UBS Bonald Filho/Monte Santo	UBS Porteira de Pedra/Santa Terezinha	UBS Serra da Borborema/ Ligeiro	UBS Malvinas III/ Serrotão
	UBS Wesley Targino/ Nova Brasília	UBS Raimundo Carneiro/ Pedregal	UBS Conceição/ Conceição	UBS N. Sra. Aparecida/ Catolé	UBS Velame/ Velame	UBS Jardim Verdejante/ Jardim Verdejante

O levantamento de dados ocorreu no interior da residência de cada pessoa idosa selecionada. O cômodo utilizado, em sua maioria, foi o da sala de estar. Durante todos os procedimentos, participante e pesquisadora se mantiveram sentados.

As visitas foram realizadas no turno da manhã (das 8h às 12h), com acesso a uma média de 10 domicílios por dia por UBS, sendo entrevistado apenas um idoso por domicílio. Duas razões foram responsáveis pela definição do turno

da manhã: (1) maior quantidade de pessoas em casa; (2) os ACS trabalham nas visitas domiciliares apenas no turno da manhã, entre 7:00 e 13:00.

Os procedimentos ocorreram da seguinte forma: O ACS apresentava a pesquisadora à pessoa idosa (participante) e explicava de forma sucinta o objetivo daquela visita. Em seguida, a pesquisadora explicava os procedimentos de forma mais detalhada e apresentava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – para que o participante pudesse ler e assinar com calma.

Durante o início das apresentações e conversas informais, que tiveram duração de aproximadamente 20 minutos, a pesquisadora, em simultâneo, instalava os equipamentos nos locais mais adequados e próximos ao participante. Além de considerar os critérios de seleção dos participantes previamente estabelecidos, foi observado, também, se o participante estava em repouso a mais de 30 minutos. Assim, aqueles participantes que haviam acabado de chegar em casa ou que estavam realizando alguma atividade doméstica foram descartados da pesquisa. Nos casos em que os indivíduos não estavam aptos, partia-se para o seguinte da lista. Ao final da manhã, caso o mínimo de participantes definido por UBS não fosse atingido, uma lista complementar era selecionada para aplicação em nova data (ver Figura 24).

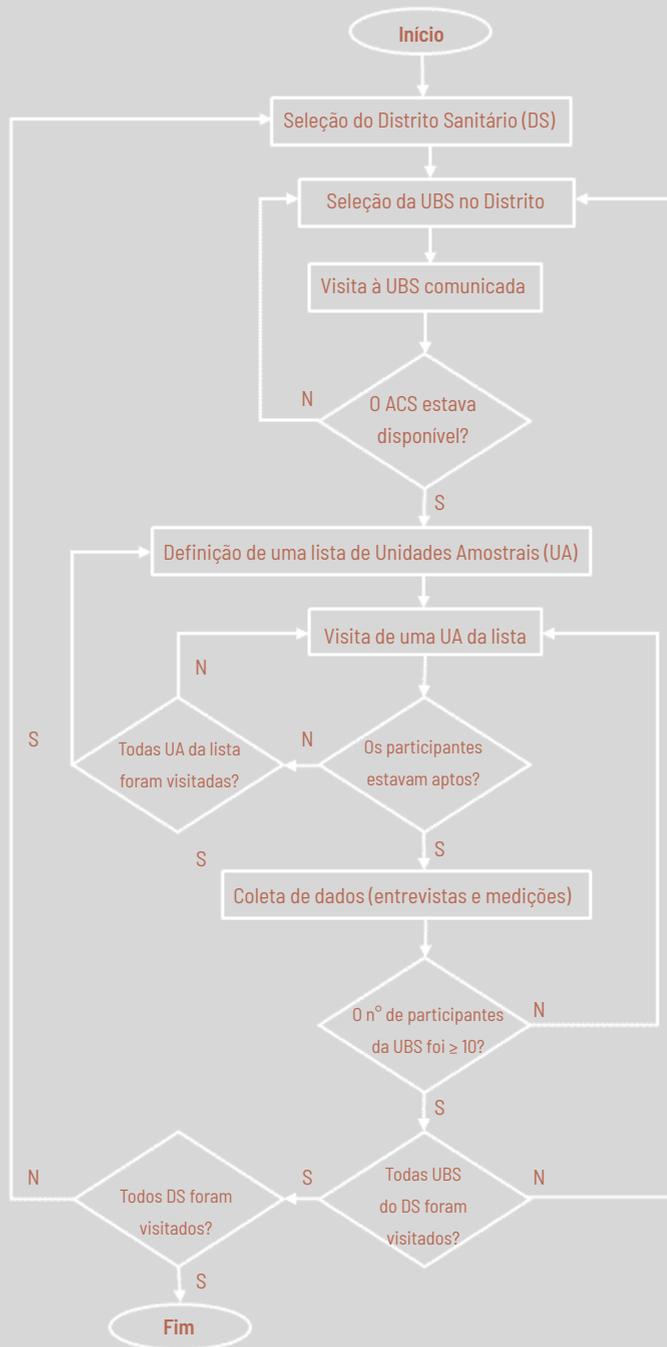


Figura: Fluxograma dos procedimentos do levantamento de dados das variáveis em campo.
Fonte: a autora

2.2.1 Variáveis individuais

As primeiras questões apresentadas aos participantes foram com relação às variáveis individuais, tempo de moradia no imóvel, propriedade do imóvel, ocupação e doenças crônicas. Na sequência, o pesquisador anotava na planilha de dados a composição da vestimenta do participante e, com a ajuda do formulário de observação do ambiente, registrava o comportamento dos participantes quanto ao uso das oportunidades adaptativas presentes no cômodo utilizado. As questões subjetivas foram introduzidas na sequência e, por último, o registro dos dados das variáveis ambientais. Essa sequência teve como objetivo alcançar o maior tempo possível para uma melhor aclimatação do participante e a estabilização dos equipamentos.

As variáveis individuais, consideradas na avaliação do conforto térmico, foram as seguintes: idade⁴¹, altura, peso⁴², sexo, taxa metabólica e vestimenta. Para a estimativa da taxa metabólica considerou-se a atividade sedentária como principal variável, seguida da taxa metabólica basal. A composição da vestimenta dos participantes foi registrada na planilha de dados, com os códigos referentes a cada peça de roupa, de acordo com o formulário de uso do pesquisador.

41. A categorização da idade foi adotada no levantamento de dados para evitar possíveis constrangimentos por parte das mulheres, em especial.

42. Quando os participantes desconheciam as informações do peso ou altura, os dados das variáveis eram obtidos através da consulta da ficha cadastral de cada participante, constante nos arquivos da UBS de referência.

2.2.1.1 Taxa Metabólica (TM)

Os valores da taxa metabólica foram determinados, como sugeridos pela norma ISO 8996(2004), pela categoria de observação, nível 2/método 2B. O método consiste no produto dos seguintes valores estimados: taxa metabólica basal (TMB), taxa metabólica pelo tipo de postura, pelo tipo de trabalho e pelo movimento do corpo durante a atividade. Com exceção da TMB, os demais valores estão tabelados na referida norma.

A taxa metabólica pelo tipo de postura representa a posição adotada pelo indivíduo durante o desenvolvimento da atividade (Tabela 11). A postura do corpo "sentado" foi adotada como condição para o estudo experimental.

As taxas metabólicas, pelo tipo de trabalho e pelo movimento do corpo durante a atividade, foram consideradas nulas por não haver esforço despendido. Durante as medições todos os participantes mantiveram-se em atividade sedentária, na posição sentada e sem movimento significativo.

A determinação da Taxa Metabólica Basal (TMB) foi considerada de grande importância por representar, em suas variações, a influência da faixa etária e do sexo dos indivíduos. Na Tabela 12 são apresentados os valores da TMB considerando a faixa etária e o sexo. No caso de pessoas com idade superior a 80 anos, considerou-se o mesmo valor da categoria anterior.

A Tabela 13 exemplifica o valor da taxa metabólica (TM), como resultado do produto dos demais valores calculados, para um homem com idade entre 60 e 70 anos.

11

Tabela: Valores da taxa metabólica devido à postura do corpo.
Fonte: Adaptada da norma ISO 8996, 2004.

Postura do corpo	Taxa metabólica (w/m ²)
Sentado	0
Ajoelhado	10
Agachado	10
Em pé	15
Em pé parado	20

12

Tabela: Valores da Taxa Metabólica Basal considerando a idade e o sexo.
Fonte: adaptada de (Mountcastle 1980 apud Ferreira, 2001).

Idade (anos)	Homens (w/m ²)	Mulheres (w/m ²)
14 a 16	53,5	50,0
16 a 18	50,0	46,5
18 a 20	47,7	44,2
20 a 30	45,9	43,0
30 a 40	45,9	42,4
40 a 50	44,8	41,9
50 a 60	43,6	40,7
60 a 70	42,4	39,5
70 a 80	41,3	38,4

13

Tabela: Determinação da taxa metabólica (norma ISO 8996).
Fonte: a autora.

Atividade	Taxa metabólica (w/m ²) (Homem com idade entre 60 e 70 anos)				Total
	TMB	Tipo de postura	Tipo de trabalho	Movimento do corpo	
Em repouso	42,40	0,00	0,00	0,00	42,40

2.2.1.2 Índice de massa corporal (IMC)

No cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), fornecido pela razão entre o peso e a altura elevada ao quadrado ($IMC = p/h^2$), são encontradas as seguintes categorias de IMC: baixo peso, eutrofia e sobrepeso, definidas pelos valores de referência (Tabela 14)

14
Tabela: Valores de referência do IMC.
Fonte: adaptada de Lipschitz, 1994.

Situação	IMC - valores de referência
Baixo peso	Abaixo de 22
Eutrofia	22 a 27
Sobrepeso	Acima de 27

2.2.1.3 Temperatura central (T_{cr})

A temperatura central foi calculada a partir da equação 15, disponível na norma ISO 7933 (2004). Para as características de uma pessoa idosa a temperatura central varia em função da taxa metabólica.

$$t_{cr,eq} = 36,8 + 0,0036 (M - 55) \quad (15)$$

Onde:

$M =$ taxa metabólica em w/m^2 .

Transformando o metabolismo em watts, multiplicando pela área da superfície do corpo (DuBois, 1916), a equação adotada foi a seguinte:

$$t_{cr,eq} = 36,8 + 0,002 (M - 100) \quad (16)$$

Onde:

$M =$ taxa metabólica em watts.

As equações 15 e 16 apresentam o valor de 36,8°C, relativo à temperatura central basal de uma pessoa de 20 anos de idade. Como os participantes têm idade superior a 60 anos, esse valor foi calculado por faixa etária. Para cada década será reduzido o valor de 0,15°C na temperatura central basal (Gorzoni et al., 2010), como mostrado na Tabela 15.

15
Tabela: Valores da temperatura central basal por faixa etária.
Fonte: a autora.

Faixa etária	Temp. central basal (°C)
60 a 70 anos	36,20
71 a 80 anos	36,05
81 a 90 anos	35,90
maior de 90 anos	35,75

2.2.1.4 Vestimenta

A partir da variável vestimenta obtiveram-se as seguintes variáveis resultantes: isolamento térmico da vestimenta (Icl), índice de permeabilidade da roupa ao vapor de água, emissividade da roupa e fração da superfície do corpo coberta pela roupa.

O isolamento térmico da vestimenta (Icl) pode ser determinado de forma direta, a partir do conjunto de combinações de peças individuais, ou de forma indireta, pelo somatório dos valores de cada peça de roupa do vestuário. No caso da avaliação de pessoas em atividade do tipo sedentária, em posição sentada, a norma ISO 7730 (2005) sugere o acréscimo de 0 a 0,4 clo, referente

ao isolamento térmico da cadeira ou assento usado pelo participante. O acréscimo sugerido não detalha o valor por tipo de assento. Por essa razão, foi decidido por não o considerar nos cálculos da vestimenta.

Como os participantes foram abordados no interior de suas casas, algumas peças do vestuário como roupas de trabalhos, por exemplo, foram desprezadas na elaboração dos itens do formulário. Na Tabela 16 estão listadas as peças individuais de roupas com seus respectivos valores de Icl.

A determinação do isolamento térmico do vestuário (Icl) foi dada a partir do somatório dos valores de cada peça de roupa, como apresentado na Equação 17 (ISO 9920, 2007):

$$Icl = \sum Icl,i \quad (17)$$

O índice de permeabilidade da roupa ao vapor de água e a emissividade da roupa, adotados na presente pesquisa, correspondem a 0,38 e 0,15, respectivamente, como sugeridos pela norma ISO 7933 (2004).

A fração da superfície do corpo coberta pela roupa foi determinada a partir do método sugerido pela norma ISO 9920 (2007), cujos valores, em percentuais, baseiam-se em figuras de manequins vestidos com peças de roupas. Para cada figura é definido um valor em percentual. A partir dos dados registrados em planilha, sobre a composição da vestimenta dos participantes, foi possível a estimativa desses percentuais.

16

Tabela: Formulário de observação da composição das vestimentas dos participantes.

Fonte: Adaptada da ISO 7730, 2005.

Peças da vestimenta		Icl/clo
10. Roupa íntima	1. Calcinha/cueca	0,03
	2. calça comprida íntima	0,10
	3. camiseta esportiva	0,04
	4. camiseta	0,09
	5. camisa de mangas longas	0,12
	6. calcinha e sutiã	0,03
11. Camisas/Blusas	1. mangas curtas	0,15
	2. leve de mangas longas	0,20
	3. normal, mangas longas	0,25
	4. de flanela de mangas longas	0,30
	5. blusa leve de mangas longas	0,15
12. calças	1. shorts	0,06
	2. calça leve	0,20
	3. calça normal	0,25
	4. calça de flanela	0,28
13. Vestidos e saias	1. saia leve (verão)	0,15
	2. saia pesada (inverno)	0,25
	3. vestido leve de mangas curtas	0,20
	4. vestido pesado, mangas longas	0,40
	5. Macacão	0,55
14. Suéteres	1. colete sem mangas	0,12
	2. suéter fino	0,20
	3. suéter	0,28
	4. suéter grosso	0,35
15. Jaquetas	1. Jaqueta leve	0,25
	2. jaqueta	0,35
	3. Camisa de mangas compridas/bata	0,30
16. Diversos	1. meias	0,02
	2. meias grossas	0,05
	3. meias longas grossas	0,10
	4. meias de nylon	0,03
	5. Sandália	0,02
	6. sapato - solado grosso	0,04

2.2.2 Variáveis subjetivas

As variáveis subjetivas consideradas na pesquisa foram as seguintes: (1) grau de sensação e satisfação térmica; e (2) comportamental. A variável comportamental foi considerada como variável subjetiva, por entendermos que podem influenciar de forma subjetiva a sensação térmica do indivíduo.

A norma ISO 10551 (1995) recomenda duas escalas, de cunho psicológico, utilizadas na avaliação do ambiente térmico a partir de questões-chave aplicadas aos indivíduos. A *escala pessoal* pode ser investigada pelos seguintes estados térmicos: (a) percepção (como você está se sentindo agora? Ex.: com calor, com frio), (b) afetividade (como você percebe esse ambiente? Ex.: confortável, desconfortável), (c) preferência (como você preferia estar se sentindo? Ex.: mais aquecido, assim mesmo). As questões relacionadas com o ambiente são investigadas na *escala ambiental*, sob dois aspectos: a aceitabilidade (o ambiente é aceitável?) e tolerância (o ambiente é tolerável?).

As questões originais foram baseadas na norma ISO 10551 (1995) e modificadas após sua aplicação no Pré-teste, quando foi observada a necessidade de adaptação de linguagem mais apropriada ao nível sociocultural dos participantes.

Tochihara et al. (2012) recomendam o uso da linguagem de origem em investigações de cunho psicológico. Segundo os autores, a palavra *neutral* é a mais usada em pesquisas para expressar o estado de conforto térmico. Nas origens estudadas pelos autores (Inglaterra, Japão e Indonésia),

a palavra *cool* se destacou como a mais apropriada para expressar o estado de conforto térmico. Os autores também investigaram qual seria a melhor forma de expressar a sensação entre o estado neutro e quente, e entre neutro e frio. Para os nativos da Inglaterra, do Japão e da Indonésia, esses estados de conforto seriam expressos por *slightly warm* e *slightly cool*, respectivamente. Essa variação semântica também se deve ao clima da região.

No Quadro 7 estão elencadas as cinco questões apresentadas aos participantes com suas respectivas opções de resposta.

Tendo em vista a aplicação de questões objetivas e claras, definiu-se um objetivo a ser investigado para cada questão proposta. Os objetivos permeiam o entendimento da percepção, preferência e aceitação térmica. No Quadro 8 são repetidas as questões com a atribuição de seus objetivos.

7

Quadro:

Questionário para verificação das variáveis subjetivas.
Fonte: a autora.

Questões	Opções de respostas
1. Durante a noite passada como você se sentiu?	(1) com calor; (2) com frio; (3) nem calor, nem frio.
2. O que você usa para se refrescar à noite?	(1) ventilador; (2) ar condicionado; (3) ventilação natural.
3. Como você está se sentindo agora?	(1) com muito calor; (2) com calor; (3) com pouco calor; (4) nem calor, nem frio; (5) com pouco frio; (6) com frio; (7) com muito frio.
4. Como você percebe esse ambiente?	(1) confortável; (2) desconfortável; (3) nem confortável, nem desconfortável.
5. Caso se sinta desconfortável no momento, o que mais incomoda?	(1) pés e mãos frios; (2) calafrios; (3) roupa molhada de suor; (4) secreta no nariz, na boca ou na garganta; (5) dor de cabeça; (6) falta de ar, cansaço; (7) nenhuma opção.

Quadro:
Classificação dos objetivos de avaliação para cada questão aplicada.
Fonte: a autora.

Questão proposta	O que se pretende avaliar
17. Durante a noite passada como você se sentiu?	A influência da experiência térmica prévia no conforto.
18. O que você usa para se refrescar à noite?	
19. Como você está se sentindo agora?	A percepção de sensação térmica do indivíduo.
20. Como você percebe esse ambiente?	A aceitação térmica do ambiente.
21. Caso se sinta desconfortável, o que mais incomoda?	As principais consequências do desconforto térmico.

2.2.3 Variáveis Ambientais

Os métodos e instrumentos indicados para a estimativa das variáveis ambientais estão descritos com base na norma ISO 7726 (2012). Os dados das variáveis temperatura de globo, temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos por meio de um medidor de estresse térmico. Na obtenção dos dados da velocidade do ar, utilizou-se um termoanemômetro digital, com sensores de velocidade e temperatura do ar. Ambos os instrumentos foram devidamente calibrados pelos fabricantes (Anexos C e D).

A temperatura radiante média foi estimada considerando a temperatura de globo, a temperatura e velocidade do ar.

De acordo com a norma ISO 7726 (2012), a definição da posição dos instrumentos deve considerar as características físicas do ambiente, quanto à sua classificação como ambiente homogêneo ou heterogêneo. Naqueles considerados homogêneos, não ocorrem grandes mudanças das variáveis microclimáticas em torno do indivíduo a ser observado

(variações inferiores a 5%). Nesses casos, as medições das variáveis acontecem em apenas um ponto próximo ao indivíduo. Nos ambientes considerados heterogêneos, essas variações são superiores a 5%. Por essa razão, nesses ambientes, as medições devem ser executadas em vários pontos em torno do indivíduo. Os valores parciais são considerados para a obtenção da média dos parâmetros térmicos. Em caso de dúvidas sobre as características microclimáticas do ambiente, este deve ser considerado heterogêneo.

Outro critério relativo às características do ambiente é em relação às condições térmicas do mesmo. Ambientes em condições térmicas moderadas (conforto) são classificados, pela mesma norma, como Classe C. A Classe S, por sua vez, representa ambientes em condições de estresse térmico. Essas informações estão apresentadas na Tabela 17, e servem de parâmetros para a definição da altura de posicionamento dos sensores.

17

Tabela: Altura de instalação dos instrumentos de medição das variáveis ambientais.
Fonte: adaptada da ISO 7726, 2012.

Localização dos sensores	Coeficientes ponderados para cálculos das variáveis				Altura recomendada	
	Ambiente homogêneo		Ambiente heterogêneo		Sentado	De pé
	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S		
Cabeça			1	1	1,10m	1,70m
Abdômen	1	1	1	2	0,60m	1,10m
Calcanhar			1	1	0,10m	0,10m

No levantamento de dados, todos os instrumentos foram instalados o mais próximo possível do participante, a 0,60m de altura do piso, equivalente ao nível do abdômen de uma pessoa sentada, considerando o ambiente residencial do tipo homogêneo, Classe C.

2.2.3.1 Temperatura do ar (t_{ar})

A temperatura do ar, considerada em torno do participante, é uma variável quantitativa que pode ser medida por meio de vários métodos e instrumentos. Os instrumentos, aqui exemplificados, podem ser termômetros de expansão (o mercúrio se expande com o aumento da temperatura); termômetros elétricos, como os de resistência de platina e os do tipo termopar.

Apesar de ser considerada uma variável de fácil medição, alguns cuidados devem ser seguidos para evitar possíveis erros, como, por exemplo, aqueles causados pela radiação, que podem provocar diferenças entre a temperatura do sensor e a temperatura do ar. Para evitar tais distúrbios, recomenda-se: (a) a redução do fator de emissão do sensor, através do polimento das superfícies dos sensores metálicos ou do uso de pintura reflexiva; (b) a redução da diferença de temperatura entre o sensor e as superfícies de seu entorno, pelo uso de superfícies reflexivas, como de alumínio, com espessuras entre 0,1mm a 0,2mm e; (c) o aumento do coeficiente de transmissão de calor por convecção, pelo incremento da velocidade do ar entre o sensor e as superfícies adjacentes (ISO 7726, 2012).

2.2.3.2 Umidade Relativa do ar (UR)

Além dos erros que podem ser provocados pela radiação, a inércia térmica dos sensores também merece atenção. Para evitar tal distúrbio, é necessário aguardar o tempo necessário para estabilização do sensor. O registro instantâneo dos dados não é recomendado. No levantamento realizado, o registro dos dados das variáveis ambientais aconteceu após um período de 20 a 40 minutos. Tempo suficiente para a estabilização.

A umidade relativa (UR) foi o parâmetro usado na identificação da presença de umidade no ar, das residências dos participantes da pesquisa. A UR pode ser obtida por meio de equações contidas na norma ISO 7726/1996, da carta psicrométrica plotando-se as temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido ou, finalmente, por meio de equipamentos que processam os dados e fornecem o valor imediatamente.

Geralmente expressa em porcentagem, é dada pela razão entre a pressão parcial de vapor de água (p_a) e a pressão de saturação de vapor de água (p_{as}), nas mesmas condições de temperatura e pressão total. A umidade relativa do ar pode ser obtida por meio da Equação 18:

$$UR = 100 \cdot p_a / p_{as} \quad (18)$$

Onde:

UR = umidade relativa, em %;

ρ_a = pressão parcial de vapor de água, em kPa;

ρ_{as} = pressão de saturação de vapor de água, em kPa.

A obtenção da umidade relativa do ar ocorreu por meio do medidor de estresse térmico, que fornece de forma direta seus valores. Por essa razão, não houve a necessidade da aplicação da equação acima, nem tão pouco, o levantamento de dados de pressão de vapor de água (parcial ou saturado).

2.2.3.3 Velocidade do ar (Var)

A medição da velocidade do ar é, em geral, de difícil precisão devido às turbulências típicas do fluxo de ar e de suas variações direcionais. Os instrumentos mais utilizados são os anemômetros de copo, de hélice, de fio quente, de esfera quente, *ultra-sônico* e *laser-doppler*.

Como no ambiente de estudo as velocidades inicialmente registradas foram muito baixas, ou nulas, decidiu-se por registrá-las em intervalos de 5 minutos, considerando a mediana do conjunto dos dados. O instrumento foi posicionado próximo ao participante, tomando-se o cuidado de não obstruir a circulação natural do fluxo de ar.

Na definição do tipo de instrumento de medição devem-se considerar três características importantes: (a) sensibilidade à direção do fluxo de ar; (b) sensibilidade às

flutuações da velocidade do ar e (c) possibilidade de obter a velocidade média e o desvio padrão em um determinado período. Sobre a sensibilidade à direção do fluxo de ar, os instrumentos podem ser omnidirecionais ou direcionais. Quando não é possível o uso de anemômetros do tipo omnidirecional, recomenda-se o uso de três direcionais posicionados ao longo de eixos perpendiculares (x, y e z), principalmente quando o evento é realizado em ambiente externo. Outros cuidados são também sugeridos como, por exemplo, atenção quanto à calibração dos instrumentos, ao tempo de resposta do sensor e ao período de realização do experimento.

A aferição da velocidade do ar em ambiente interno apresenta uma menor possibilidade de ocorrência de turbulências e variações na direção e sentido do fluxo do ar. Na pesquisa de campo, as medições ocorreram em ambiente interno, com uma a duas aberturas para circulação da ventilação natural. Por essa razão, não houve problema no uso de um sensor direcional. Todavia, visando maior precisão na ratificação da direção do fluxo, contou-se com o auxílio de um pente de fitas plásticas finas e leves. De acordo com Parsons (2014), a simples visualização do movimento do ar pode ser eficaz. Outro procedimento eficiente é o uso de pistolas de fumaça ou de bolhas de sabão.

2.2.3.4 Temperatura Radiante Média (TRM)

A Temperatura Radiante Média (TRM) pode ser calculada por meio de diferentes procedimentos e a partir dos seguintes instrumentos: termômetro de globo negro, radiômetro de duas esferas, sensor de temperatura do ar constante e temperatura das superfícies do entorno e fatores de ângulo.

O termômetro de globo negro foi usado para medir os dados da temperatura de globo na pesquisa de campo e consiste em uma esfera oca, de cobre ou latão, com pintura fosca na cor preta e um termômetro de mercúrio ou termopar no seu interior. Teoricamente, o globo pode ter qualquer diâmetro⁴³, entretanto, para o cálculo da TRM com globos de diâmetros diferentes ao padrão da norma (15 centímetros), devem-se adotar a equação cujo diâmetro do globo consta em suas variáveis, a fim de evitar distorções nos dados. A equação apresentada a seguir (Eq. 19) parte do princípio do balanço das trocas térmicas entre o globo e o ambiente ao seu redor, considerando a convecção forçada.

$$trm = [(t_g + 273)^4 + (1,1 \times 10^8 \times v_{ar}^{0,6} / \varepsilon g \times D^{0,4}) \times (t_g - ta)]^{0,25} - 273 \quad (19)$$

Onde:

Trm = temperatura radiante média, em °C;

Tg = temperatura de globo, em °C;

εg = emissividade do globo, adimensional;

43. No levantamento de campo, o termômetro de globo usado possuía esfera de 7,5 centímetros de diâmetro, confeccionado em latão, com acabamento em pintura fosca na cor preta. Considerou-se a emissividade do globo (εg) = 0,95, como sugerido pela norma ISO 7726.

2.2.4 Instrumentos de medição

25

Figura: Foto do Medidor de estresse Térmico.

Fonte: a autora



26

Figura: Foto do Termoanemômetro digital.

Fonte: a autora



D = diâmetro do globo, em m;

V_{ar} = velocidade do ar, em m/s

As especificações dos instrumentos de medição⁴⁴ estão apresentadas a seguir:

Medidor de estresse térmico (Figura 25), modelo ITWTG 2000, marca Instrutemp, com faixas de temperatura de 0 a 50°C e precisão de $\pm 0,6^\circ\text{C}$; umidade relativa de 0 a 100% e precisão de $\pm 3\%$; Termoanemômetro digital, modelo TAR-176 - marca Instrutherm, com resolução de 0,01 m/s e precisão de $\pm (2\% + 0,2 \text{ m/s})$. O aparelho é composto por uma miniventoinha com sonda telescópica resistente, com 13mm de diâmetro (Figura 26).

As características dos instrumentos de medição, recomendadas pela norma, estão apresentadas na Tabela 18, que considera a precisão e as faixas para condições de conforto e de estresse térmico. Os parâmetros de precisão são apresentados em condições requeridas e desejadas.

44. Conforme as informações da Tabela 1, os instrumentos de medição utilizados durante a pesquisa de campo atenderam todas as recomendações da norma ISO 7726.

Variáveis	Conforto	Precisão para conforto	Estresse	Precisão para estresse
Temperatura do ar (tar)	10 - 40°C	Requerida: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Desejada: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	-40 - 120°C	Requerida: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C) Desejada: $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ (0-50°C)
Temperatura radiante (trm)	10 - 40°C	Requerida: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ Desejada: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	-40 - 150°C	Requerida: $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C) Desejada: $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (0-50°C)
Velocidade do ar (var)	0,05 - 1 m/s	Requerida: $\pm [0,05+0,05v]$ Desejada: $\pm [0,02+0,07v]$	0,2 - 20m/s	Requerida: $\pm [0,1+0,05v]$ Desejada: $\pm [0,05+0,05v]$
Umidade absoluta (par)	0,5 - 3,0 kPa	$\pm 0,15$ kPa ((tar - trm) < 10°C)	0,5 - 6,0 kPa	$\pm 0,15$ kPa ((tar - trm) < 20°C)

2.3

Incertezas experimentais

Alguns problemas ocasionaram incertezas experimentais, descritas a seguir:

- Peso dos participantes - quando os participantes não conheciam seu peso, esse dado era obtido nos arquivos das UBS. Entretanto, não houve certeza de sua precisão e atualização, pois o uso de uma balança durante o levantamento de campo tornou-se inviável;
- Respostas subjetivas - sabe-se que a sensação de conforto térmico de uma pessoa pode ser alterada de acordo com seu estado físico e emocional. Apesar de o estado de saúde dos participantes ter sido considerado bom para as condições da idade, o estado emocional nem sempre foi de fácil percepção;
- Posição dos instrumentos - devido às condições

físicas dos locais de estudo a altura padrão para instalação dos instrumentos foi adaptada, variando de 50 a 80 cm.

2.4

Procedimentos estatísticos de análise dos dados

Os procedimentos de análise dos dados são compostos pelas análises estatísticas gerais, análises estatísticas inferenciais e análise de correlação multivariada.

As análises estatísticas gerais consistem nas análises exploratória e descritiva de dados das variáveis medidas em campo e mensuradas (IMC, TRM, Temperatura central e Taxa metabólica). A análise exploratória foi realizada com o objetivo de revisar os dados registrados nos formulários e descobrir possíveis "outliers", eliminando-os consequentemente. A análise descritiva consistiu no cálculo das frequências absolutas e relativas das variáveis individuais e subjetivas, e no cálculo das estatísticas (média, mediana, máxima, mínima, desvio padrão e coeficiente de variação) das variáveis ambientais. A seguir estão descritos os procedimentos de análises estatísticas inferenciais e de modelagem multivariada (correlação canônica).

2.4.1

Análise da associação entre variáveis ambientais e a variável grau de sensação térmica

A variável grau de sensação térmica, após a associação de seus 7 níveis de respostas, resultou em três categorias: (1) quente, (2) confortável e (3) frio. A categoria "quente" considerou as respostas referentes a "muito quente", "quente" e "levemente quente". A categoria "confortável"

englobou as respostas referentes a “nem calor nem frio”⁴⁵. A categoria “frio” considerou as respostas referentes a “levemente frio”, “frio” e “muito frio”.

De acordo com os objetivos, a associação entre a variável ST e as variáveis temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura radiante média (TRM), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (V_{ar}) foi analisada a partir de dois procedimentos: (1) análise gráfica do cruzamento entre as variáveis; (2) análise do resultado de um teste ANOVA para testar a comparação múltipla de medianas do teste de Tukey-HSD. No teste ANOVA foram consideradas as seguintes hipóteses:

H_0 = Não há diferenças entre as médias; H = Há diferença entre as médias.

Quando não há diferença entre as médias (H_0) não existe associação entre as variáveis. Isso quer dizer que as variáveis independentes (variáveis ambientais) não têm efeito sobre a variável dependente (grau de sensação térmica). Na hipótese contrária (H), quando esta é aceita, significa que existe influência das variáveis independentes na variável dependente.

45. As respostas referentes à categoria “nem calor, nem frio” podem corresponder a uma sensação tolerável, em que o indivíduo aceita aquela condição térmica. No entanto, não se pode afirmar que corresponda ao estado de satisfação térmica. Na presente pesquisa, considerou-se este estado como “confortável”.

2.4.2 Análise da associação entre variáveis individuais e a variável grau de sensação térmica

De acordo com os objetivos, as associações⁴⁶ entre as variáveis individuais categóricas nominais (sexo, idade e índice de massa corporal - IMC) e a variável grau de sensação térmica (ST) foram analisadas por meio do teste de hipótese do *Qui-Quadrado*⁴⁷, com nível de significância de $\alpha = 5\%$ ou valor $p = 0,05$. Para testar a significância entre as variáveis foram formuladas as seguintes hipóteses:

H_0 : Não existe associação entre as variáveis individuais e a variável grau de sensação térmica (ST);

H : Existe associação entre as variáveis individuais e a variável grau de sensação térmica (ST).

Quando $p < 0,05$, há efeito significativo entre as variáveis. Nesse caso, a hipótese H_0 é rejeitada e a associação entre as variáveis será considerada. Para $p > 0,05$ não há efeito significativo entre as variáveis e a hipótese H_0 é aceita.

2.4.3 Estimativas de probabilidades (probit)

Um método indicado para trabalhar respostas que correspondem a estímulos biológicos é a análise *probit*, a qual assume que o formato da função é uma normal. As estimativas de probabilidades (*probits*) são utilizadas para calcular a porcentagem de uma dada população exposta

46. “Existe associação entre duas variáveis se o conhecimento de uma altera a probabilidade de algum resultado da outra” (BARBETTA, 2015, p. 227).

47. Teste Qui-Quadrado – método estatístico que permite analisar a significância de associação entre duas variáveis qualitativas (BARBETTA, 2015).

a um certo tipo de consequência de um efeito adverso. Estas estimativas têm como base a frequência de resposta binária (sim ou não). No caso em questão, a resposta binária seria com relação à presença ou ausência de conforto. Por exemplo: as respostas podem ser para a sensação “confortável” (sim para conforto) ou “desconfortável” devido ao frio ou ao calor (não para conforto). Então, podemos afirmar que, haverá conforto quando a resposta for “confortável” e não haverá conforto, quando a resposta for “frio” ou “quente”. Em termos matemáticos, *probit* é o desenvolvimento das probabilidades representadas por uma função linear.

Os procedimentos para a definição dos parâmetros de conforto térmico ocorreram a partir dos valores das frequências das variáveis ambientais (TBS, TRM, UR e V_{ar}) com os intervalos das três categorias da variável “grau de sensação térmica” (quente, confortável e frio). Os dados das categorias de sensação térmica foram transformados em *probits* e analisados com os resultados das variáveis ambientais através dos gráficos das curvas de *probits* acumulados. A análise dos gráficos resulta na definição dos parâmetros de conforto térmico para pessoas idosas.

O índice preditivo de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) é um índice aditivo construído a partir da técnica estatística de análise multivariada (correlação canônica), usando as estimativas de probabilidade *probit*, para explicar

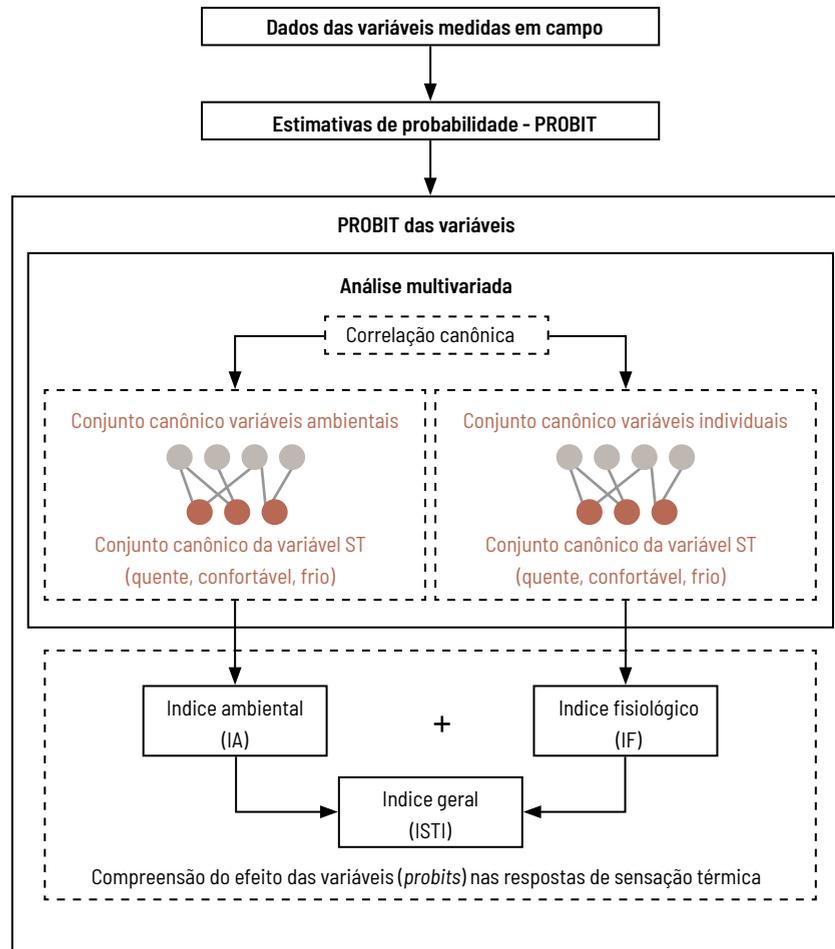
o efeito das variáveis individuais e ambientais na sensação térmica (ST). Para determinar o ISTI foi necessário a determinação dos índices fisiológico (IF) e ambiental (IA)⁴⁸.

O modelo desenvolvido para a determinação do IF usou as seguintes variáveis individuais⁴⁹: Sexo, Idade, IMC e taxa metabólica. Na determinação do IA, foram incluídas a variável vestimenta e as variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura radiante média (TRM), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (V_{ar}). No modelo do IF dois conjuntos foram correlacionados: um conjunto de variáveis canônicas, formado pelas respostas de sensação térmica, em *probits*, e o outro conjunto, pelas variáveis individuais. O mesmo procedimento foi repetido para o IA. O primeiro conjunto formado pelas respostas de sensação térmica e o outro pelas variáveis ambientais e vestimenta (Figura 27).

2.4.4 Análises estatísticas de modelagem multivariada

48. As definições físicas do IF, IA e ISTI encontram-se no Capítulo 3.

49. A temperatura central (tc) foi testada para compor o IF, mas a correlação com as demais variáveis individuais não foi significativa.



27

Figura: Esquema dos procedimentos para determinação do ISTI.

Fonte: a autora.



Analisar





Foto: Saullo Dannyick

Um índice para pessoas idasas

O capítulo 3 apresenta as análises estatísticas dos dados e a consequente proposição do modelo matemático para determinação do índice de sensação térmica para pessoas idosas, de acordo com os objetivos propostos. Está apresentado em três partes: análises estatísticas gerais; análises estatísticas inferenciais; modelagem multivariada (correlação canônica).

3.1

Análise descritiva e exploratória

Após a eliminação dos *outliers*, na análise exploratória, o banco de dados foi constituído pelas respostas do total de 270 participantes⁵⁰. Nos itens seguintes, estão apresentados os resultados das análises descritivas dos dados das variáveis estudadas.

3.1.1

Variáveis individuais

Do total de 270 participantes, 78% foi do sexo feminino e 22% do sexo masculino. O percentual reduzido de participação de homens pode acarretar em possível viés. Por essa razão, as proposições da pesquisa não fazem distinção entre os diferentes sexos.

Pelos valores apresentados nas Tabelas 20 e 21 conclui-se que as variáveis apresentam distribuição normal.

19

Tabela:

Distribuição da frequência absoluta e relativa da faixa etária dos participantes.
Fonte: a autora.

Categoria (anos)	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
60 a 70	126	47	104	49	22	37
71 a 80	107	40	79	37	28	47
81 a 90	30	11	23	11	7	12
Maior de 90	7	3	5	2	2	3
Total	270	100	211	100	59	100

50. O banco de dados encontra-se no Apêndice D.

20

Tabela:

Distribuição da frequência absoluta e relativa da altura dos participantes.
Fonte: a autora.

Categoria (m)	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
1,35-1,39	10	4	9	4	1	2
1,40-1,44	23	9	19	9	4	7
1,45-1,49	52	19	39	18	13	22
1,50-1,54	64	24	52	25	12	20
1,55-1,59	48	18	37	18	11	19
1,60-1,64	30	11	26	12	4	7
1,65-1,69	30	11	22	10	8	14
1,70-1,74	7	3	3	1	4	7
1,75-1,79	6	2	4	2	2	3
Total	270	100	211	100	59	100

21

Tabela:

Distribuição da frequência absoluta e relativa do peso dos participantes.
Fonte: a autora.

Categoria (kg)	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
35-45	20	7	15	7	5	8
45-55	44	16	38	18	6	10
55-65	73	27	58	27	15	25
65-75	62	23	53	25	9	15
75-85	45	17	31	15	14	24
85-95	19	7	11	5	8	14
95-105	5	2	3	1	2	3
105-115	1	0	1	0	0	0
115-125	0	0	0	0	0	0
125-135	1	0	1	0	0	0
Total	270	100	211	100	59	100

22

Tabela:

Distribuição da frequência absoluta e relativa do IMC dos participantes.
Fonte: a autora.

Situação	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
Baixo peso	30	11	19	9	11	19
Eutrofia	87	32	66	31	21	36
Sobrepeso	153	57	126	60	27	46
Total	270	100	211	100	59	100

23

Tabela:
Estatísticas do isolamento térmico da vestimenta (clo) dos participantes.
Fonte: a autora.

	Total	Feminino	Masculino
Média	0,32	0,32	0,34
Mediana	0,26	0,26	0,28
Máxima	0,76	0,76	0,75
Mínima	0,20	0,20	0,23
D.P.	0,09	0,09	0,10
C.V. (%)	0,01	0,01	0,01

24

Tabela:
Estatísticas da taxa metabólica (watts) dos participantes.
Fonte: a autora.

	Total	60 a 70 anos	71 a 80 anos	81 a 90 anos	> 90 anos
Média	65,06	67,48	63,68	60,67	61,34
Mediana	64,36	67,72	61,90	60,81	63,79
Máxima	88,06	85,42	88,06	78,13	64,11
Mínima	47,80	48,32	47,80	49,51	51,32
D.P.	8,53	7,84	9,09	6,88	4,62
C.V. (%)	13,10	11,62	14,27	11,35	7,53

25

Tabela:
Estatísticas da temperatura central (°C) dos participantes.
Fonte: a autora.

	Total	60 a 70 anos	71 a 80 anos	81 a 90 anos	> 90 anos
Média	36,0	36,1	36,0	35,8	35,7
Mediana	36,0	36,1	36,0	35,8	35,7
Máxima	36,2	36,2	36,0	35,8	35,8
Mínima	35,7	36,0	35,8	35,8	35,7
D.P.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
C.V. (%)	0,3	0,1	0,1	0,0	0,3

Como esperado, em função da redução da temperatura e da taxa metabólica basal, os menores valores corresponderam às pessoas com idade superior a 90 anos.

3.1.2

Variáveis subjetivas

As variáveis subjetivas investigadas foram o grau de sensação térmica, o grau de satisfação e o comportamento ambiental. Suas frequências absolutas e relativas estão apresentadas a seguir (Tabela 26).

A categoria “muito frio” não está representada nos resultados por não haver respondentes. As condições climáticas encontradas no interior das residências não foram suficientemente frias para que o indivíduo estivesse se sentindo com muito frio. A Figura 28 mostra que a frequência relativa, para a categoria “frio”, é maior para aqueles com idade superior a 90 anos e inexistente para o grupo com idade entre 60 e 70 anos e entre 81 e 90 anos.

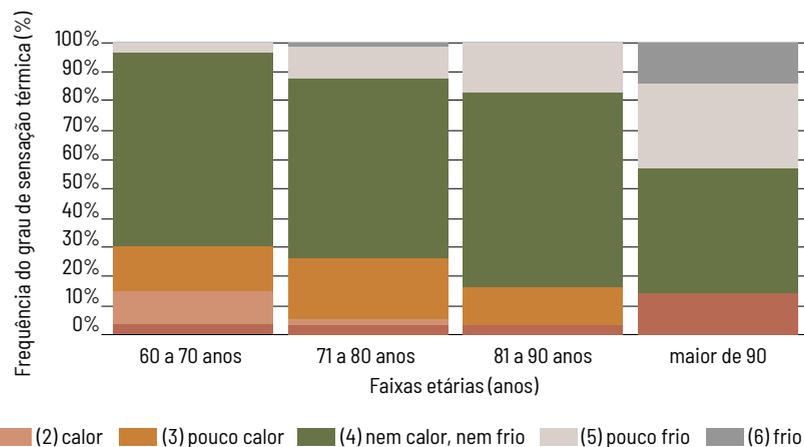
26

Tabela:
Distribuição da frequência absoluta e relativa do grau de sensação térmica dos participantes.
Fonte: a autora.

Situação	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
Muito calor	11	4	8	4	3	5
Calor	16	6	15	7	1	2
Pouco calor	45	17	36	17	9	15
Nem calor, nem frio	173	64	134	64	39	66
Pouco frio	23	9	16	8	7	12
Frio	2	1	2	1	0	0
Total	270	100	211	100	59	100

28

Figura:
Gráfico da distribuição da frequência relativa do grau de sensação térmica para cada faixa etária. Fonte: a autora.



A Tabela 28 mostra as frequências da utilização das janelas e das portas presentes nas residências. Foram observadas três categorias: (A) presente no ambiente; (B) estão sendo utilizadas e (C) acessíveis aos idosos.

Apenas 7 participantes possuíam ventilador no ambiente ocupado durante as entrevistas. Dos sete, apenas 1 ventilador, que corresponde a 0,4% do total, estava sendo usado naquele momento. A baixa utilização dos ventiladores não se deu por falta de acesso por parte da pessoa idosa. Não foram encontrados aparelhos de ar condicionado nos ambientes visitados.

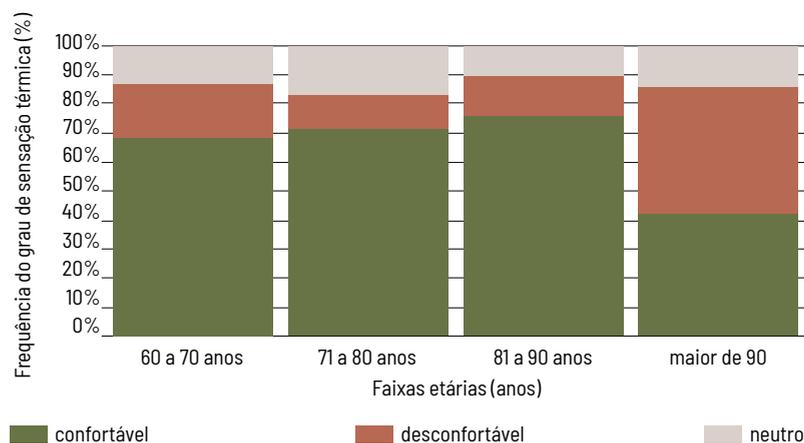
27

Tabela:
Distribuição da frequência absoluta e relativa do grau de satisfação térmica dos participantes. Fonte: a autora.

Grau de satisfação	Total		Feminino		Masculino	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
Confortável	189	70	147	70	42	71
Desconfortável	42	16	38	18	4	7
Neutro ⁵¹	39	14	26	12	13	22
Total	270	100	211	100	59	100

29

Figura:
Gráfico da distribuição da frequência relativa do grau de satisfação térmica por faixa etária dos participantes. Fonte: a autora.



28

Tabela:
Distribuição da frequência absoluta e relativa do uso das janelas e das portas. Fonte: a autora.

	(A) presente no ambiente		(B) está sendo utilizada		(C) acessível ao idoso	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
Janelas						
(1) sim	179	66	145	54	179	66
(2) não	91	34	125	46	91	34
Total	270	100	270	100	270	100
Portas ⁵²						
(1) sim	264	98	236	87	259	96
(2) não	6	2	34	13	11	4
Total	270	100	270	100	270	100

51. A categoria "neutro" significa que o indivíduo não está nem satisfeito, nem tão pouco insatisfeito, apenas aceita a condição térmica.

52. As portas consideradas são aquelas com abertura para o exterior, para a rua ou para espaços não construídos, como jardins ou quintais.

3.1.3 Variáveis ambientais

As estatísticas das variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de globo (T_g), temperatura radiante média (TRM), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do ar (V_{ar}) estão apresentadas na Tabela 29.

29
Tabela:
Estatísticas das variáveis ambientais.
Fonte: a autora.

	TBS (°C)	TG (°C)	TRM (°C)	UR (%)	Var (m/s)
Média	27,4	27,4	27,4	59	0,3
Mediana	27,4	27,3	27,2	58	0,2
Máxima	30,8	31,3	32,6	83	0,9
Mínima	23,7	23,4	22,6	42	0,1
D.P.	1,5	1,6	1,9	8,7	0,2
C.V. (%)	5,4	5,7	6,9	14,6	66,6

3.2 Análises estatísticas inferenciais

As análises estatísticas inferenciais estão apresentadas em 4 procedimentos.

3.2.1 Análise da correlação entre as variáveis ambientais

Nos resultados da matriz de correlação (Tabela 30) fica evidente a correlação forte positiva entre a temperatura de bulbo seco (TBS) e a temperatura radiante média (TRM), moderada negativa entre a temperatura de bulbo seco (TBS) e a umidade relativa do ar (UR), e ínfima entre a temperatura de bulbo seco (TBS) e a velocidade do ar (V_{ar}). Entre a temperatura radiante média (TRM) e a umidade relativa do ar (UR) há uma correlação moderada negativa.

30
Tabela:
Matriz de correlação das variáveis ambientais.
Fonte: a autora.

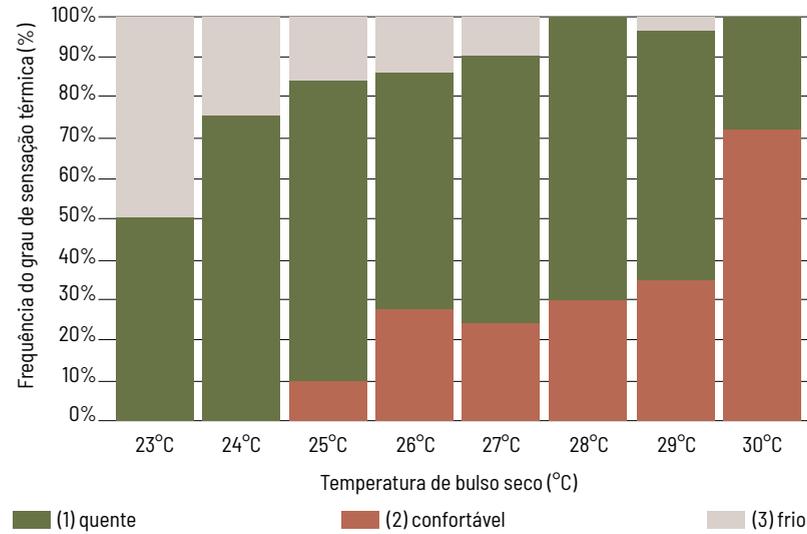
	TBS	TRM	UR	V_{ar}
TBS	1	0,800909	-0,52694	0,086969
TRM	0,800909	1	-0,42685	0,120093
UR	-0,52694	-0,42685	1	-0,32777
V_{ar}	0,086969	0,120093	-0,32777	1

3.2.2 Análise da associação entre variáveis ambientais e a variável grau de sensação térmica

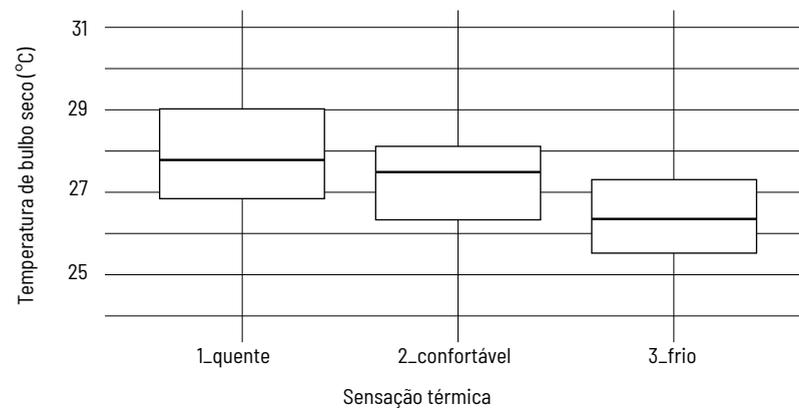
A associação entre a resposta ST e as variáveis Temperatura Bulbo Seco (TBS), Velocidade do ar (V_{ar}), Umidade Relativa (UR) e Temperatura Radiante Média (TRM) foi analisada por meio de um teste ANOVA cuja hipótese (H_0), de igualdade de medianas (teste de *Tukey-HSD*), foi rejeitada para todas as combinações de associações. Assim, inferimos que as mudanças de sensação térmica (quente, confortável e frio) têm efeito com as mudanças das variáveis ambientais.

Na análise gráfica, da Figura 30, à medida que a temperatura de bulbo seco (TBS) aumenta, há tendência de os percentuais da categoria “quente” aumentarem e os percentuais da categoria “frio” diminuírem. Os resultados da ANOVA para testar a hipótese H_0 , do teste de *Tukey-HSD*, indicam que ela foi rejeitada para uma probabilidade $P(F(2, 267) > 13,67)$ e um erro $p(\text{valor}) < 0,0001$. Esses resultados são confirmados na Figura 63, do teste de comparação múltipla de medianas de *Tukey-HSD*, que mostram haver diferenças significativas duas a duas, ou seja: Confortável - Frio, diferença = 1,0086, $p = 0,0026$; Quente - Frio, diferença = 1,6721, $p = 0,0001$ e Quente - Confortável, diferença = 0,6634, $p = 0,0025$.

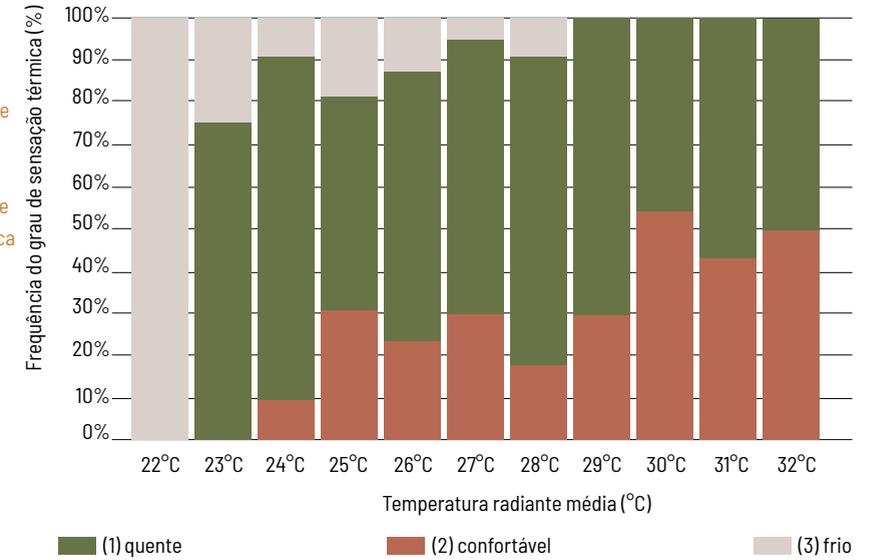
30
Figura:
 Gráfico da associação entre a temperatura de bulbo seco (TBS) e o grau de sensação térmica (ST).
 Fonte: a autora.



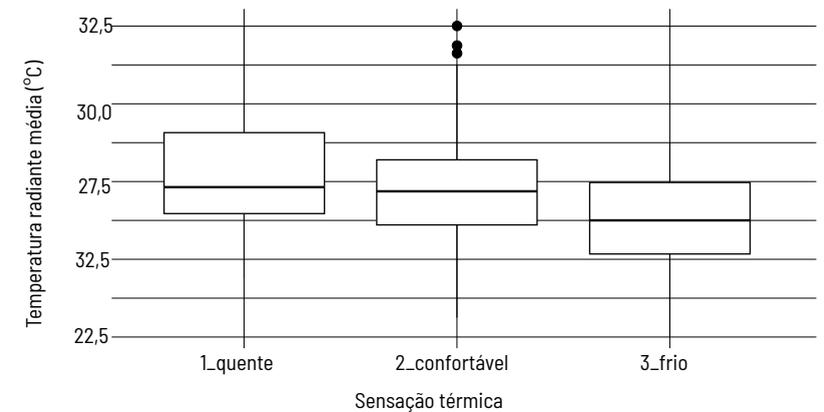
31
Figura:
 Gráfico de box-plot da distribuição da temperatura de bulbo seco (TBS) segundo a variável ST.
 Fonte: a autora.



32
Figura:
 Gráfico da associação entre a temperatura radiante média (TRM) e o grau de sensação térmica (ST).
 Fonte: a autora.



33
Figura:
 Gráfico de box-plot da distribuição da temperatura radiante média (TRM) segundo a variável ST.
 Fonte: a autora.

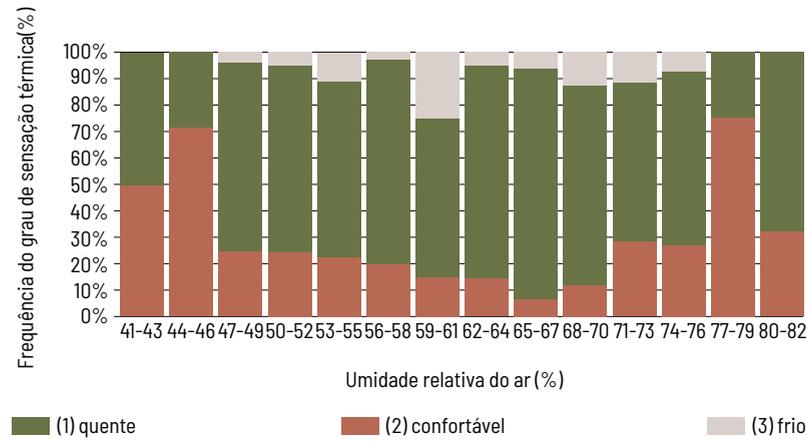


Na Figura 32 também se observa a mesma tendência apontada na Figura 31, entre a TBS e a ST. Na comparação múltipla das medianas da TRM com as categorias de ST (Figura 33) foram encontradas diferenças significativas duas a duas entre as seguintes combinações: Quente - Frio e Confortável e Frio. Apenas entre Quente - Confortável que não houve diferença significativa.

Na análise gráfica da associação entre umidade relativa do ar (UR) e grau de sensação térmica (ST) observou-se uma tendência no aumento da categoria quente e consequente redução da categoria frio nos valores extremos de UR (Figura 34). Na comparação múltipla das medianas houve, também, diferenças significativas duas a duas entre todas as categorias da ST.

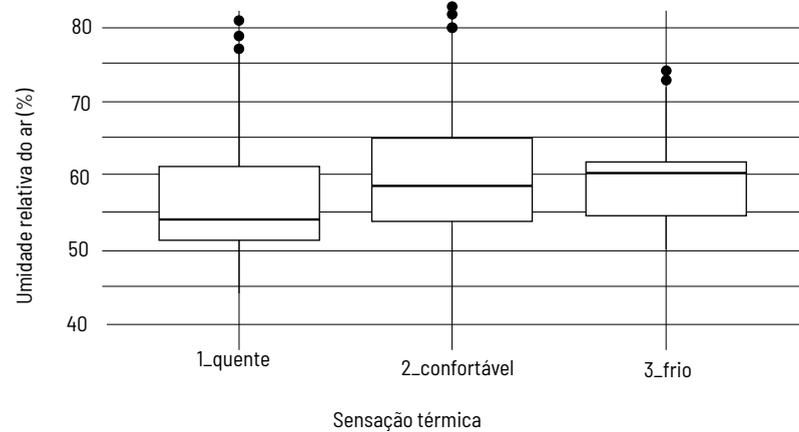
34

Figura: Gráfico da associação entre a umidade relativa do ar (UR) e o grau de sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



35

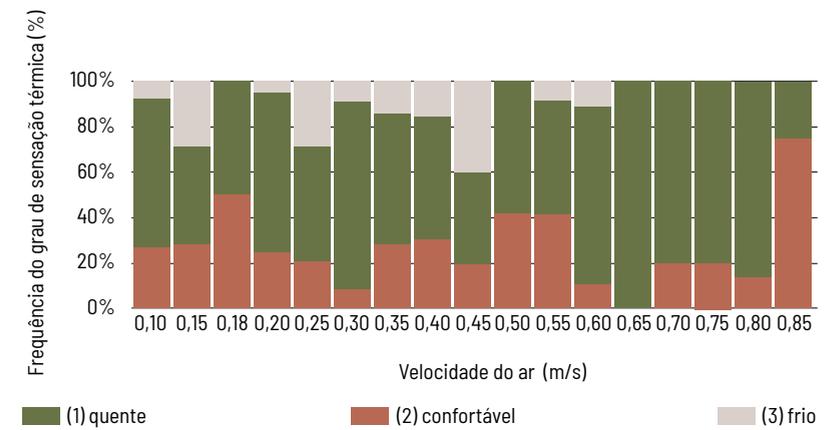
Figura: Gráfico de box-plot da distribuição da umidade relativa do ar (UR) segundo a variável ST.
Fonte: a autora.



A associação entre a velocidade do ar (V_{ar}) e o grau de sensação térmica (ST) mostra um aumento da frequência relativa da categoria “confortável”, durante a ocorrência das maiores velocidades do ar, e a redução da frequência da categoria “frio” (Figura 36). Os resultados do teste de comparação múltipla de medianas (Figura 37) mostraram haver diferenças significativa duas a duas entre: Confortável – Frio e Quente – Frio.

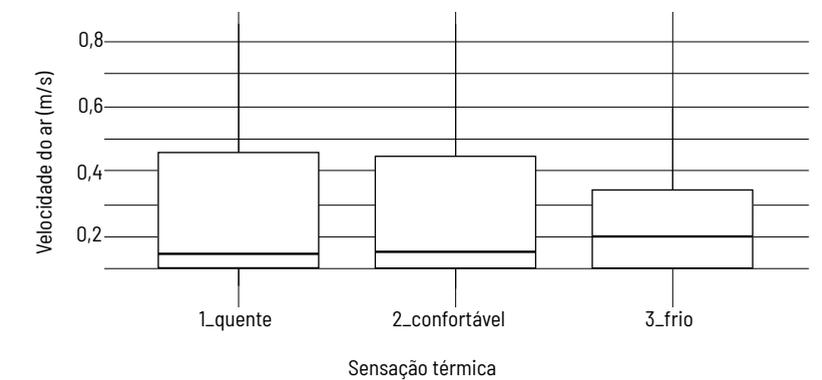
36

Figura: Gráfico da associação entre a velocidade do ar (Var), em m/s, e o grau de sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



37

Figura: Gráfico de box-plot da distribuição da velocidade do ar (Var) segundo a variável grau de sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



3.2.3

Análise da associação entre variáveis individuais e a variável grau de sensação térmica

Nos resultados do teste de hipótese do *Qui-Quadrado* (Tabela 31) observa-se que as variáveis **idade** e **IMC** influenciam as respostas da variável “grau de sensação térmica” (ST), pois apresentam valores de $p < 0,05$. Por outro lado, a variável **sexo** não apresentou efeito significativo sobre a ST ($p > 0,05$). Esses resultados estruturaram um modelo multinomial ordinal para ajustes das curvas entre ST e cada variável ambiental (TBS, TRM, UR e V_{ar}), correlacionadas com as variáveis categóricas nominais (idade e IMC).

31

Tabela:

Resultados dos testes de hipótese do Qui-Quadrado.

Fonte: a autora.

Associações	Valor-p ⁵³
ST x Sexo	0,6702
ST x idade	0,0040
ST x IMC	0,0199

3.2.4.

Estimativas de probabilidade (*probits*)

Além da influência das variáveis ambientais sob as categorias do grau de sensação térmica observou-se, também, a influência significativa dos valores da vestimenta. O Anexo E mostra a distribuição da frequência absoluta das categorias de sensação térmica (quente, confortável e frio) em função da temperatura de bulbo seco (TBS).

O gráfico gerado a partir das frequências absolutas para quente, confortável e frio, apresenta tendência à curva normal⁵⁴ bastante comum, quando se trata de dados referentes a estímulos biológicos (Figura 38). Os estímulos biológicos aqui observados se referem aos estímulos térmicos⁵⁵.

53. p-valor corresponde à probabilidade de erro para a rejeição da hipótese.

54. Curva normal - Gráfico de distribuição de frequência, cuja curva é simétrica, com um único ponto de frequência máxima. Onde a média, a mediana e a moda tendem a coincidir (LEVIN, 1985).

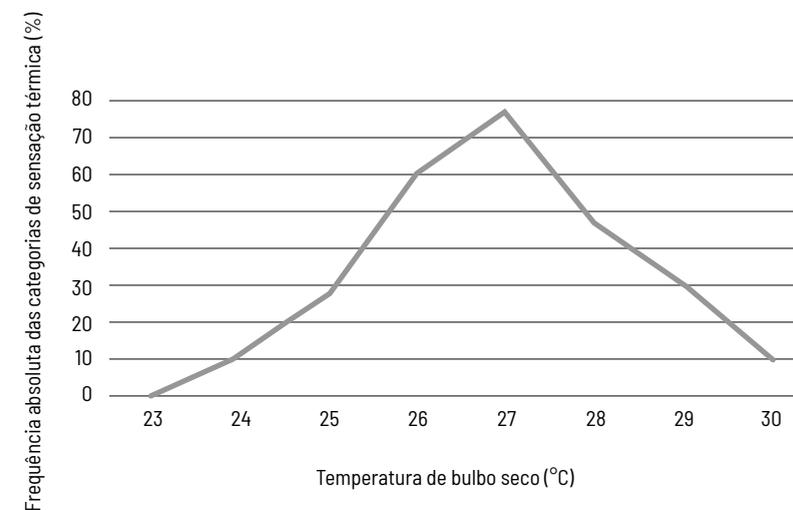
55. O ser humano pode perceber diferentes níveis de calor e frio, variando do frio congelante para o frescor e do confortável para o quente ou o extremamente quente, chegando aos limites da dor por estímulos térmicos para frio ou calor. Esta gradação de sensações depende dos fatores externos, como a temperatura do ar, e dos receptores sensoriais que estão localizados logo abaixo da pele, em pequenos pontos separados, com raio de atuação de aproximadamente 1mm (GUYTON; HALL, 2017).

38

Figura:

Gráfico da distribuição do total da frequência absoluta das categorias de ST em função da TBS (OC).

Fonte: a autora.



Analisando o gráfico da Figura 39, pode-se concluir que as curvas referentes a “quente” e “frio” representam o intervalo de transição entre confortável e não confortável. Por exemplo, a linha vertical que passa a 27,5°C indica 100% dos votos de sensação térmica dos participantes. Acima da interseção entre a curva que representa as respostas à sensação de frio e a linha tracejada tem-se 12,5% de pessoas desconfortáveis devido ao frio. O intervalo entre as interseções das curvas de frio e quente representam 55% de pessoas confortáveis e, abaixo da interseção da linha tracejada com a curva de quente tem-se 32,5% de pessoas desconfortáveis devido ao calor. Traçando uma linha imaginária partindo do ponto de interseção entre a linha horizontal de 50% e as curvas de *probits* (frio, confortável e quente) definimos a faixa de conforto térmico para a TBS entre **25,4°C a 28,4°C**.

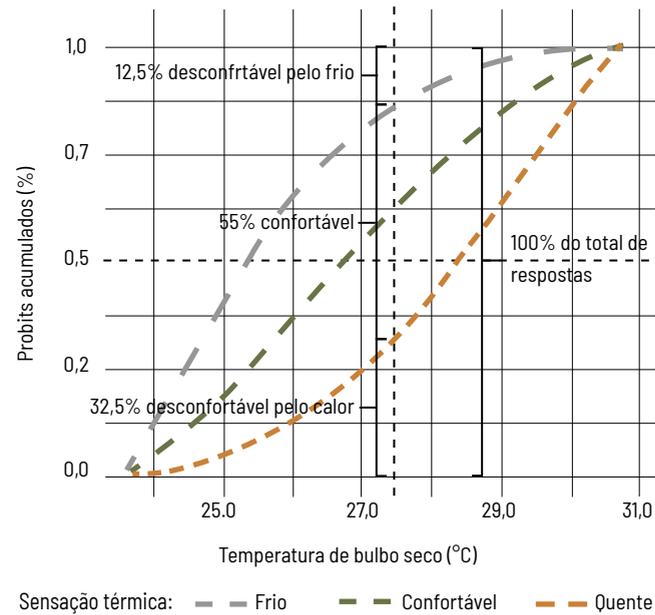
Os mesmos procedimentos foram feitos para as curvas de *probits* acumulados segundo a temperatura radiante média (TRM), umidade relativa do ar (UR), velocidade do ar (V_{ar}) e vestimenta.

39

Figura:

Gráfico das curvas de *probits* acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a temperatura de bulbo seco (TBS).

Fonte: a autora.

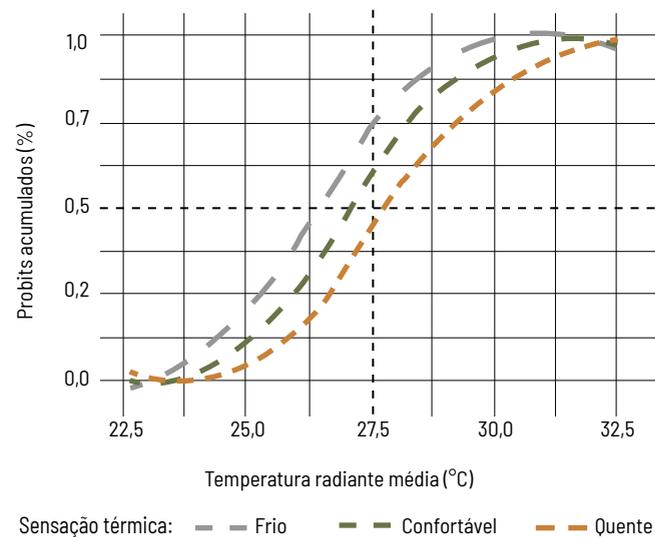


40

Figura:

Gráfico das curvas de *probits* acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a temperatura radiante média (TRM).

Fonte: a autora.

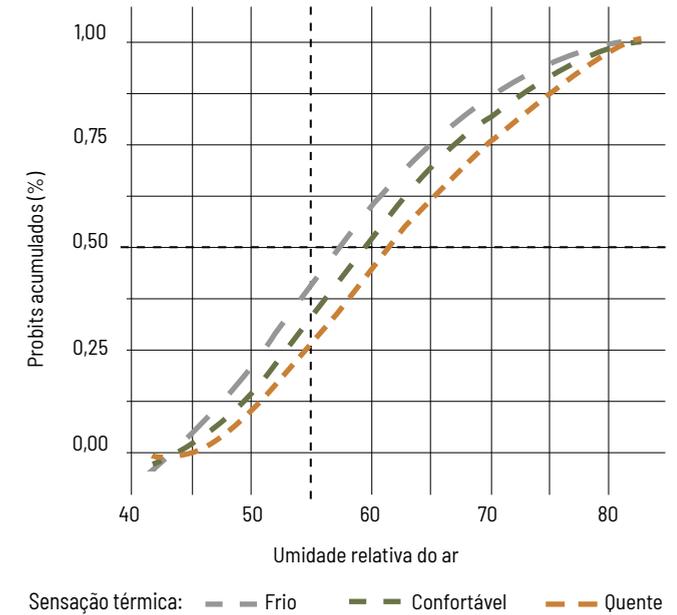


41

Figura:

Gráfico das curvas de *probits* acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a umidade relativa do ar (UR).

Fonte: a autora.

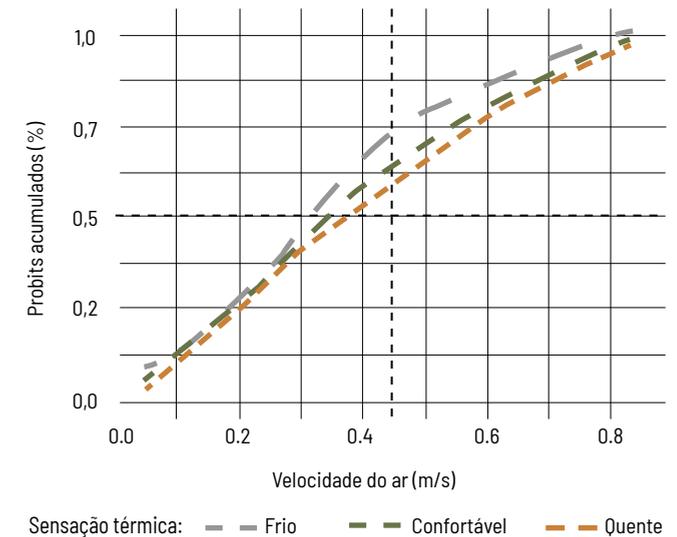


42

Figura:

Gráfico das curvas de *probits* acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a velocidade do ar (V_{ar}).

Fonte: a autora.

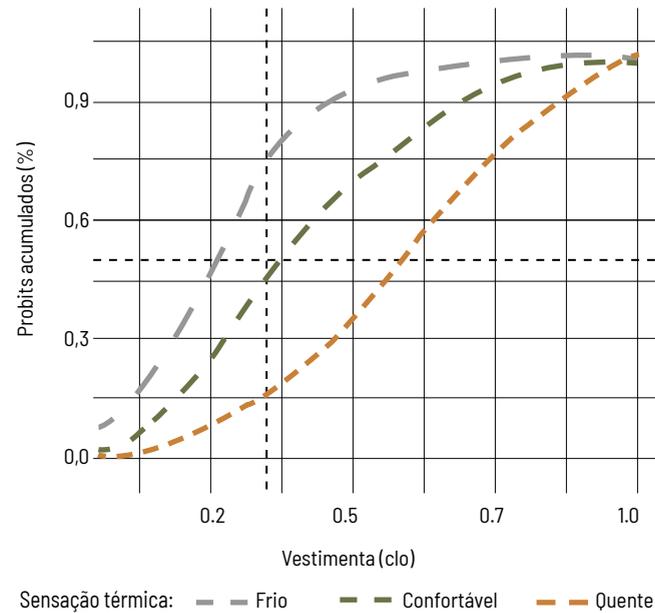


43

Figura:

Gráfico das curvas de probits acumulados de respostas para quente, confortável e frio, segundo a vestimenta.

Fonte: a autora.



A partir da análise das figuras anteriores tem-se a determinação dos parâmetros de conforto térmico, para as variáveis estudadas (TBS, TRM, UR, V_{ar} e vestimenta), apresentados na Tabela 32.

32

Tabela:

Parâmetros de conforto térmico para as variáveis ambientais estudadas e para a vestimenta.

Fonte: a autora.

Variáveis estudadas	Parâmetros
Temperatura de bulbo seco (TBS)	25,4°C - 28,4°C
Temperatura radiante média (TRM)	26,4°C - 27,8°C
Umidade relativa do ar (UR)	57,5% - 62%
Velocidade do ar (V_{ar})	0,3m/s - 0,38m/s
Vestimenta	0,25 clo - 0,60 clo

3.3

Análises estatísticas de modelagem multivariada

As análises estatísticas de modelagem multivariada tiveram como objetivo a determinação do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) que resultou da adição do índice ambiental (IA) com o índice fisiológico (IF).

Inicialmente os dados foram testados por meio da técnica estatística baseada na Primeira Componente Principal (CP). No entanto, os resultados de correlação para o IF e o IA foram abaixo daqueles testados por meio da análise de Correlação Canônica (CC). Com base na CP as correlações para o IF e o IA foram de 0,128 e 0,114, respectivamente. Já com base na CC esses valores superaram os anteriores, com correlações de 0,240 para o IF e de 0,382 para o IA.

Dando sequência às análises, um modelo *probit* multinomial⁵⁶ foi ajustado para a correlação canônica. Os resultados da correlação (Tabela 33) foram significativamente importantes, principalmente para o índice ambiental (IA) com valor-p <0,00001, significando 99,9% de chance de que o índice influencia na ST. Como ambas as estimativas são positivas, quanto maior for o escore em um dos índices, maior será o percentil z da distribuição normal. Ou melhor, maior a probabilidade de prever corretamente a sensação térmica.

56. Multinomial - Modelo estatístico que envolve variáveis explicando, ou não, o comportamento da variabilidade da variável resposta, no caso a sensação térmica (ST).

Assim, pode-se concluir que, no conjunto das variáveis estudadas, os índices IF e IA influenciam a sensação térmica, mais ainda, principalmente, conseguem diferenciar a variação de resposta de sensação térmica de quente para confortável ou de confortável para frio.

33

Tabela:
Resultados das probabilidades das análises multivariadas (correlações canônicas).
Fonte: a autora.

Índices	Valores da estatística F	Valor-p
IF	0.01126077	0,00411
IA	0.02477406	0,00000
Quente para confortável	0.71803427	0,00090
Confortável para frio	2.95808385	0,00000

Os valores da estatística F, apresentados na Tabela 33, mostram também que o índice ambiental (IA) exerce maior efeito que o índice fisiológico (IF). Os resultados assumem a relação de dominância dos fatores ambientais sobre os fatores fisiológicos no resultado final da sensação térmica. As condições do ambiente influenciam a sensação térmica do indivíduo que, por sua vez, usa as respostas involuntárias, como os mecanismo de regulação térmica, para se adaptar. A análise estatística revelou os coeficientes das variáveis contidas nos índices (IF) e (IA) que serão aplicados a seguir.

3.3.1 Caracterização do índice fisiológico (IF)

O índice fisiológico é função da soma ponderada das variáveis individuais (sexo, idade, IMC e taxa metabólica) com pesos⁵⁷ (em *probits*) que maximizam sua correlação

com a variável resposta sensação térmica (ST).

$$IF = 0,3319 \text{ sexo} + 0,9681 \text{ idade} - 0,4649 \text{ IMC} - 0,0154 \text{ TM} \quad (19)$$

Onde:

IMC = índice de massa corporal;

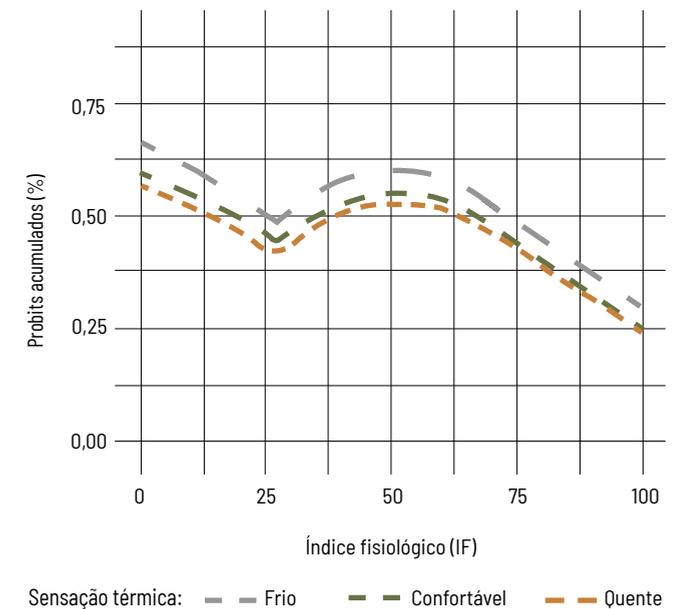
TM = taxa metabólica (Watts).

Como se vê, o modelo apresentado confronta duas variáveis de peso positivo (sexo e idade) com duas variáveis de peso negativo (IMC e TM), que são inversamente proporcionais.

O efeito mais forte para representar o índice fisiológico estaria entre os valores 25 e 60. Fora desse intervalo as probabilidades de *probit* decaem (Figura 44).

44

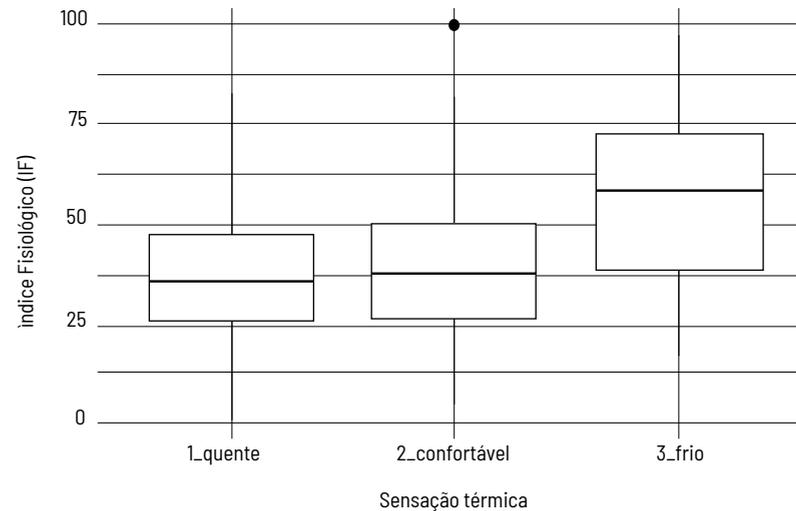
Figura:
Curvas dos *probits* acumulados para o índice fisiológico (IF).
Fonte: a autora.



57. Peso - resultados de efeito dos coeficientes que cada variável tem na formação do índice.

Os resultados da Figura 45 confirmam a proximidade entre as curvas dos valores *probits*, das categorias “quente” e “confortável”, e a distância para a curva da categoria “frio”, da variável sensação térmica (ST).

45
Figura:
Distribuição do índice fisiológico (IF) segundo a sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



3.3.2 Caracterização do índice ambiental (IA)

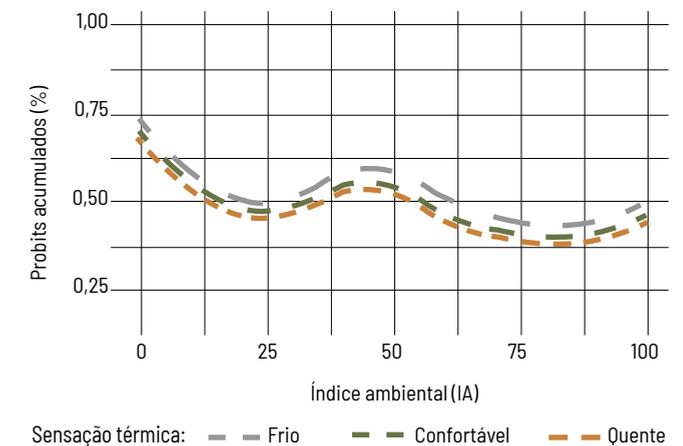
O modelo matemático para construção do índice ambiental (IA) segue a mesma técnica de análise estatística aplicada na concepção do IF, tendo para cada variável seus respectivos pesos. Assim, obteve-se:

$$IA = 5,8974CLO - 0,6671 TBS + 0,1069 TRM - 0,0215 UR - 0,2279 Var \quad (20)$$

Onde:

CLO = isolamento térmico da vestimenta.

46
Figura:
Curva dos probits acumulados para o índice ambiental (IA).
Fonte: a autora.

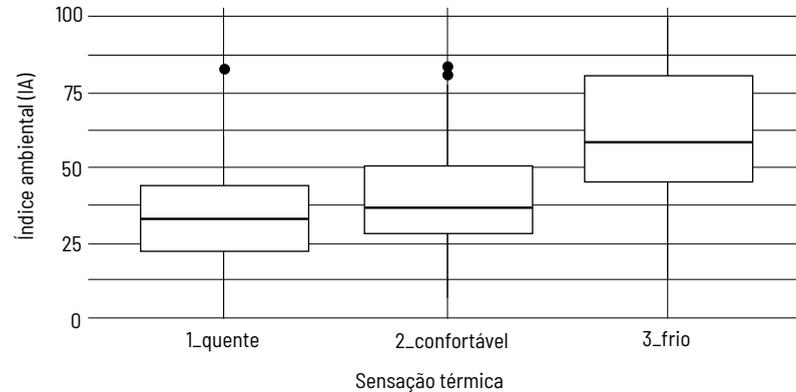


No modelo do IA, verificam-se valores positivos atribuídos às variáveis vestimenta e temperatura radiante média (TRM), e negativos às variáveis temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (Var). Por haver correlação muito forte entre a TBS e a TRM, seus sinais são opostos para favorecer equilíbrio ao resultado final. Do contrário, os valores dessas variáveis seriam determinantes para os resultados. O modelo matemático do IA apresenta a vestimenta (CLO)⁵⁸, a TBS e a V_{ar} com os maiores resultados de efeito dos quocientes (pesos). Dessa forma, o resultado do índice ambiental para uma pessoa com roupas pesadas em um ambiente com baixas TBS e V_{ar} apresentaria um valor alto. Em outra situação, essa mesma pessoa em um ambiente com altas TBS e V_{ar} , vestindo roupas leves, apresentaria valores baixos para o IA. De acordo com o gráfico da Figura 46, a representação mais forte do IA estaria entre 31 a 44.

58. O CLO é uma variável individual, todavia apresentou forte correlação com as variáveis ambientais. Por essa razão, está presente no índice ambiental.

47

Figura:
Distribuição do índice ambiental (IA) segundo a sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



3.3.3 Caracterização do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI)

A resposta de sensação térmica é dada pelo índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI), que resulta da adição do IF com o IA. Essa adição retrata a sobreposição dos efeitos de um grupo de variáveis sobre o outro, entendidos como complementares. O modelo matemático está descrito a seguir e sua distribuição sobre a sensação térmica na Figura 48.

$$\text{ISTI} = \text{IF} + \text{IA} \quad (21)$$

ou

$$\text{ISTI} = (0,3319 \text{ sexo} + 0,9681 \text{ idade} - 0,4649 \text{ IMC} - 0,0154 \text{ TM}) + (5,8974 \text{ CLO} - 0,6671 \text{ TBS} + 0,1069 \text{ TRM} - 0,0215 \text{ UR} - 0,2279 \text{ Var})$$

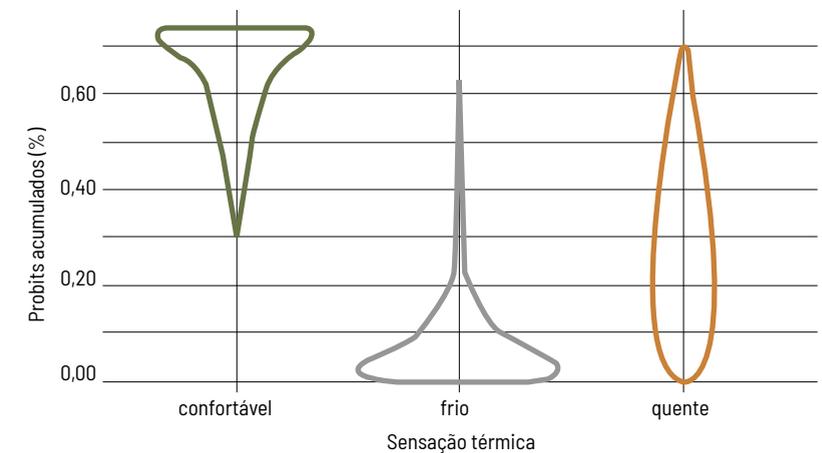
Considerando o clima de predominância quente da região de estudo, as ocorrências reduzidas, em *probits*, da categoria “frio” são confirmadas na Figura 48. As ocorrências dessa categoria são inversamente proporcionais àquelas da categoria “confortável”, que tem seus resultados mais próximos da categoria “quente”. Assim, pode-se inferir que

há interseção entre a categoria “confortável” e a categoria “quente”. Ou seja, é possível sentir-se confortável em ambiente considerado quente.

Aplicando-se os dados, da amostra, no modelo definido tem-se os seguintes resultados das médias do ISTI, para as categorias de sensação térmica, com intervalo de confiança de 95% (Figura 49).

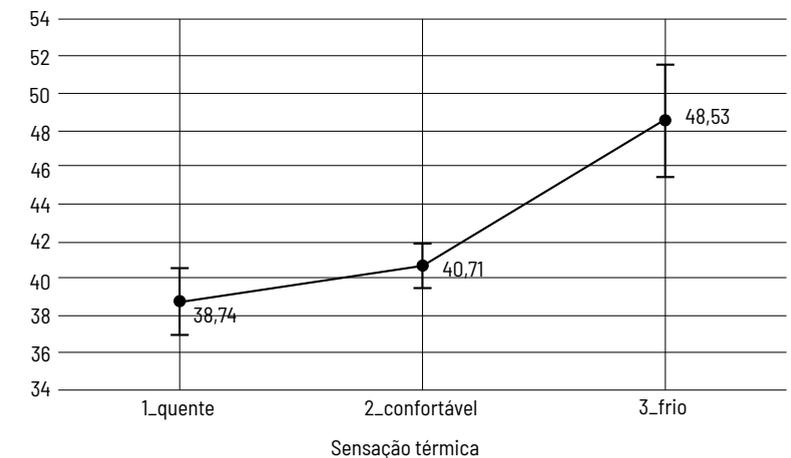
48

Figura:
Distribuição dos *probits* do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) segundo a sensação térmica (ST).
Fonte: a autora.



49

Figura:
Gráfico das médias para os valores do ISTI dos participantes.
Fonte: a autora.



As médias para os valores do ISTI, apresentadas na Figura 49, serviram como parâmetro para a determinação das faixas (intervalos) de sensação térmica, usadas para a interpretação dos resultados do ISTI. Na definição destes intervalos aplicou-se o desvio padrão de 2,0 para mais e para menos, considerando o intervalo de confiança de 95%. Os valores limites das faixas de sensação térmica estão apresentadas na Tabela 34.

34
Tabela:
Definição das faixas de sensação térmica para os valores médios do ISTI.
Fonte: a autora.

Média ISTI	Intervalos com desvio padrão de 2,0	Sensação térmica
38,74	36,74 - 40,74	Quente
40,71	38,71 - 42,71	Confortável
48,53	46,53 - 50,53	Frio

De acordo com os valores apresentados na Tabela 34 há uma interseção entre os intervalos das sensações “quente” e “confortável”. Confirmando, assim, a hipótese de que as pessoas idosas são mais tolerantes ao calor e mais sensíveis ao frio. A partir dos intervalos entende-se que alguns indivíduos se encontram em situação de transição entre a sensação “quente” e a sensação “confortável”. Porém, a primeira sensação não exclui a segunda. É possível sentir-se confortável em um ambiente levemente quente. Para situações mais extremas, como para resultados inferiores a 38,71, esses indivíduos se encontrarão em situação de desconforto pelo calor. Para valores do ISTI

entre 46,53 e 50,53 os indivíduos se encontram em situação de desconforto pelo frio. Todavia, há uma transição da situação de conforto para o frio entre valores superiores a 42,71 e inferiores a 46,53. Valores superiores a 50,53 (limite máximo para a condição de frio) são considerados como muito desconfortáveis pelo frio.

O ISTI foi testado com alterações de algumas variáveis ambientais e fisiológicas, como por exemplo, da TBS, da V_{ar} , da vestimenta, da idade e da taxa metabólica. Os resultados serão discutidos a seguir.

3.4 Aplicação do ISTI

Na aplicação do ISTI para outras situações foram selecionados, de forma aleatória, os dados relativos a 50 participantes da pesquisa (cerca de 20% do tamanho da amostra). Do total foram 80% do sexo feminino e 20% do sexo masculino, de acordo com as estatísticas do total dos participantes do estudo observacional.

A partir dos resultados da Tabela 35 infere-se que quanto mais idosa é a pessoa, menos tolerante ao frio ela será. A sensação térmica das pessoas mais velhas tende mais para o frio.

35
Tabela:
Resultados do ISTI com alteração na idade dos participantes.
Fonte: a autora.

Alteração da idade	Média do ISTI	Sensação térmica
65 anos	34,37	Muito quente
75 anos	44,05	Confortável/Frio
85 anos	53,74	Muito frio

Quanto à simulação com a TBS, alterando seus valores para 30°C e 24°C (Tabela 36), os resultados estão de acordo com os parâmetros definidos para pessoas idosas na cidade de Campina Grande (Tabela 32). O valor de 30°C encontra-se fora dos limites definidos e a resposta do ISTI nessas condições corresponde a “quente”. Já para 24°C, esses indivíduos encontram-se em sensação de conforto, confirmando a confiabilidade e coerência dos parâmetros anteriormente determinados.

Os resultados da simulação mantendo a TBS igual a 30°C e alterando a vestimenta para 0,23 e 0,47clo estão apresentados na Tabela 37. Nesta condição de TBS a sensação térmica de uma pessoa com uma vestimenta leve (0,23) equivale à sensação “quente”. Caso esteja com frio ou pouco frio essa pessoa irá aumentar o isolamento térmico da vestimenta para se sentir confortável. Essa conclusão fica mais clara quando reduzimos o valor da TBS para 24°C (Tabela 38). Nesta condição, uma pessoa idosa vestindo o equivalente a 0,23clo está se sentindo confortável. Quando ela veste uma roupa com maior isolamento térmico (0,47clo) sua sensação está em transição para o frio. Por essa razão, ela precisou de um maior isolamento térmico.

O mesmo procedimento foi realizado alterando apenas os valores da taxa metabólica para 60 e 100 watts. A medida que aumentamos a taxa metabólica o valor da média do ISTI reduz, chegando mais próximo da sensação térmica “quente”.

36

Tabela:

Resultados do ISTI com alteração na TBS.

Fonte: a autora.

Alteração da TBS	Média do ISTI	Sensação térmica
30°C	38,22	Quente
24°C	42,67	Confortável

37

Tabela:

Resultados do ISTI mantendo a TBS a 300C e alterando os valores da vestimenta.

Fonte: a autora.

Alteração da vestimenta	Média do ISTI	Sensação térmica
0,23clo	37,67	Quente
0,47clo	39,08	Confortável

38

Tabela:

Resultados do ISTI mantendo a TBS a 240C e alterando os valores da vestimenta.

Fonte: a autora.

Alteração da vestimenta	Média do ISTI	Sensação térmica
0,23clo	42,12	Confortável
,0,47clo	43,54	Confortável/frio

39

Tabela:

Resultados do ISTI alterando a Taxa metabólica.

Fonte: a autora.

Alteração da Taxa metabólica (watts)	Média do ISTI	Sensação térmica
60	40,31	Quente/confortável
100	39,69	Quente/confortável

O resultado da média do ISTI para as condições testadas por Alves (2014) correspondeu à sensação entre “quente” e “confortável”. Na avaliação da autora essas condições, testadas pela ASHRAE 55: 2013 (ASHRAE, 2013), com 90% de satisfeitos, correspondeu a 100% de calor.

40

Tabela:

Resultados do ISTI com dados referentes à residência do Rio Pequeno, na sala de estar, em São Paulo/SP.

Fonte: a autora.

TBS (°C)	UR (%)	TRM (°C)	V _{ar} (m/s)	Média do ISTI	Sensação térmica
28,1	55	28	0,03	39,91	Quente/confortável

Podemos concluir que, de acordo com os resultados das aplicações, o modelo se comportou conforme a realidade das pessoas idosas residentes na cidade de Campina Grande. Para cidades com climas distintos, acredita-se que o modelo será indicado com algumas modificações nos pesos das variáveis, como foi o caso da aplicação com os dados de Alves (2014). Mesmo concebido para a cidade de Campina Grande, o modelo apresentou resposta próxima para o caso em São Paulo.



Concluir





Foto: Saullo Dannyck

Considerações finais

No capítulo introdutório, o tema da pesquisa foi contextualizado e teve justificada a sua importância para a área de conforto ambiental. Foram apresentados, também, a questão de pesquisa, o objeto de estudo, os objetivos, a hipótese e o método científico adotado. Retomamos, nas considerações finais, as discussões sobre a questão de pesquisa, o objetivo geral e a hipótese, para sumarizar os principais resultados alcançados.

A questão de pesquisa teve como função principal traduzir as inquietações sobre o tema e, por sua vez, norteou todo o estudo, quer seja teórico, quer seja prático. “Em que medida o estudo da sensação térmica de pessoas idosas, em ambiente residencial, pode contribuir com o planejamento de espaços internos saudáveis?” Em resposta a esta questão, pode-se dizer que a utilização do índice proposto, a partir do estudo da sensação térmica de pessoas idosas, pode contribuir com avaliações pós-ocupação (APO) de ambientes residenciais, bem como de instituições de longa permanência para idosos, visando subsidiar o planejamento de edificações residenciais mais adequadas às necessidades térmicas dessas pessoas. De acordo com a revisão da literatura, ambientes termicamente confortáveis contribuem para a manutenção da saúde de seus moradores, em especial, aqueles mais vulneráveis, como crianças e pessoas idosas.

Com a definição dos parâmetros de conforto térmico para pessoas idosas, residentes na cidade de Campina Grande/ PB, e os resultados finais do índice de sensação térmica para pessoas idosas (ISTI) foi possível comprovar a hipótese de que a sensação térmica das pessoas idosas (objeto de estudo) tende a ser mais sensível ao frio e menos sensível ao calor. Fato que pode pôr em risco a saúde desses indivíduos, quando se tratando de condições climáticas extremas.

A vasta revisão da literatura também evidenciou e ratificou a vulnerabilidade das pessoas idosas aos extremos de calor ou frio. Entretanto, no nordeste do Brasil, os extremos

climáticos tendem a se agravar nos dias de calor. Em se tratando de região semiárida, a exposição prolongada ao calor associada à baixa ingestão de líquidos pode agravar o quadro de saúde daqueles mais vulneráveis. Diante do contexto apresentado, a definição desses parâmetros constitui grande contribuição para estudos futuros.

Uma ressalva deve ser feita quanto aos parâmetros de conforto térmico e sua baixa amplitude. Esses resultados podem ser explicados pela pouca variação dos dados das variáveis ambientais levantados no ambiente residencial. De fato, esperava-se uma amplitude térmica maior. Todavia, os eventos de baixa pluviosidade contribuíram para tais resultados, além das limitações de turno impostas pelos agentes comunitários de saúde (ACS). Pretende-se aperfeiçoar esses resultados em pesquisas futuras, com tempo de duração do estudo observacional maior que 12 meses e turnos de coleta de dados variados.

Nos estudos antecedentes foram elegidos três temas considerados importantes para o objeto de estudo: a bioclimatologia humana; ambiente residencial e envelhecimento; abordagens de conforto térmico. No primeiro objetivou-se compreender a influência das variáveis ambientais na saúde das pessoas idosas, além de investigar o funcionamento termofisiológico deste grupo etário e suas vulnerabilidades. O segundo tema buscou evidenciar a importância do ambiente residencial para a qualidade de vida de seus moradores, além de destacar a necessidade de ambientes adequados às limitações impostas pelo envelhecimento. As abordagens

de conforto térmico tiveram como objetivo revisar os índices e modelos mais comumente utilizados, em estudos de conforto térmico, e conhecer aqueles desenvolvidos para as características termofisiológicas de pessoas idosas. Ao encontrar apenas um modelo destinado a esse grupo (NOVIETO, 2013), destaca-se o ineditismo do presente estudo, considerado como uma das principais contribuições: a determinação do primeiro índice de sensação térmica para pessoas idosas em localidade no semiárido paraibano.

A metodologia desenvolvida constitui outra contribuição para os estudos, podendo ser testada e repetida, com os ajustes necessários, para outras localidades. Pode-se destacar a metodologia utilizada no estudo observacional, junto aos agentes de saúde, assim como o conjunto de técnicas estatísticas utilizadas para a definição dos resultados.

Os resultados demonstraram o alcance dos objetivos propostos para a pesquisa: “Construir um modelo preditivo para determinar o índice de sensação térmica para pessoas idosas em região de clima quente, considerando sua sensibilidade na percepção das alterações climáticas na cidade de Campina Grande, no semiárido da Paraíba”. Para a determinação de tal índice foi necessário o desenvolvimento de dois índices complementares: o índice fisiológico (IF) e o índice ambiental (IA) que, juntos, constituem o ISTI. Ao analisarmos os resultados da correlação canônica entre o IF e o IA infere-se que o índice ambiental tem efeito mais forte que o índice fisiológico na sensação térmica, e

responde o primeiro objetivo específico da pesquisa. Essa conclusão confirma que o corpo humano está sempre tentando se adaptar à influência das condições ambientais sobre a sensação térmica do indivíduo.

Os resultados das aplicações do ISTI em condições diversas mostraram as seguintes conclusões: (a) as pessoas mais idosas (acima de 90 anos) sentem mais frio que aquelas mais jovens (entre 60 e 70 anos); (b) as alterações na temperatura de bulbo seco (TBS) mostraram que o ISTI responde bem às condições de calor, conforto e frio; (c) O ISTI é sensível à redução ou ao aumento da taxa metabólica; (d) a sensação de conforto térmico, traduzida pelo ISTI, interpreta a necessidade do uso de vestimentas mais leves ou mais pesadas.

Ainda nas aplicações, o comportamento do ISTI foi testado modificando dados de TBS, UR, TRM e V_{ar} medidos em pesquisa desenvolvida por Alves (2014) na cidade de São Paulo/SP. A autora investigou a sensação de conforto térmico de pessoas idosas no interior de suas residências. O resultado da média do ISTI foi próximo aos revelados por Alves (2014), onde 100% dos indivíduos estavam com calor. Na aplicação, o ISTI correspondeu a uma interseção entre “quente” e “confortável”.

Por fim, conclui-se que o ISTI representa, com 95% de confiança dentro das condições estudadas, o comportamento da sensação térmica de pessoas idosas residentes em Campina Grande/PB.

Acreditam-se que os resultados apresentados sejam vistos

como ponto de partida para estudos futuros. Como visto, a população de pessoas idosas está crescendo no país e, conseqüentemente, espera-se que os estudos com essa população também acompanhem seu crescimento.

Apona-se, a seguir, algumas possibilidades para estudos futuros:

1. Testar o índice de sensação térmica para pessoas idosas em avaliação pós-ocupação de instituições de longa permanência para idosos;
2. Aplicar a mesma metodologia para um tamanho amostral e período de observação maiores;
3. Comparar a sensação de conforto térmico de pessoas jovens com pessoas idosas;
4. Desenvolver estudo multidisciplinar nas residências de pessoas idosas para avaliar as condições ambientais necessárias para o desenvolvimento do projeto “melhor em casa”, idealizado pelo sistema único de saúde – SUS (HOFFMANN; LOBO, 2014);
5. Observar a sensação térmica das pessoas idosas em ambiente climatizado artificialmente, a fim de contribuir na determinação do conforto térmico em ambientes hospitalares.

Enfim, concluímos com a certeza de dever cumprido. Trabalhar com pessoas idosas em seu ambiente residencial não foi tarefa fácil, mas foi gratificante. A vasta revisão da literatura juntamente com as respostas aos objetivos propostos constitui a grande contribuição da pesquisa.

Todavia, despertar o interesse por estudos voltados às necessidades das pessoas idosas ainda é um objetivo em andamento. Deixamos aqui, a semente para UM FUTURO CONFORTÁVEL.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.

ABESO/Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010**. 3.ed. - Itapevi, SP: AC Farmacêutica, 2009.

ALVES, Carolina Abrahão. **Resiliência das edificações às mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo**. Estudo de caso: desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos. Dissertação (Mestrado – área de concentração: Tecnologia da Arquitetura). FAUUSP. São Paulo, 2014.

AMÉRIGO, Maria; LÓPEZ, Raquel Pérez. Ambientes Residenciais. In: ARAGÓNÉS, Juan Ignacio; AMÉRIGO, Maria (coords.). **Psicologia Ambiental**. Pirâmide: Madrid, 2010.

ANDERSON, G. S., MENEILLY, G. S. & MEKJAVIC, I. B. Passive temperature lability in the elderly. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.73, 278-286, 1996. DOI: 10.1007/bf02425488.

ARANHA, Thais Regina Benevides Trigueiro. **Análise**

numérica de variáveis atmosféricas influenciadas pelo espaço urbano de Campina Grande - PB. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). – Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-graduação em Meteorologia da UFCG, Campina Grande – PB, 2016.

ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de. **Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro**. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Acesso em: 06 out. 2022.

ASHRAE. **Standard 55**: thermal environment conditions for human occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004.

AZEVEDO, Jullianna Vitória Vieira de. **Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças respiratórias por gripe em idosos em municípios do estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2015.

AZEVEDO, Jullianna Vitorio Vieira de; ALVES, Telma Lucia Bezerra; AZEVEDO, Pedro Vieira de; SANTOS, Carlos ntonio Costa dos. Influência das variáveis climáticas na incidência

de infecção respiratória aguda em crianças no município de Campina Grande, Paraíba, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 11.; Poços de Caldas, 2014.

BALTES, Paul B.; SMITH, Jacqui. NEW FRONTIERS in the future of aging: From Successful Aging of the Young Old to the Dilemmas of the Fourth Age. **Valencia Forum**, 2002. Disponível em: <http://www.valenciaforum.com/Keynotes/pb.html>. Acesso: 20 abril 2018.

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 9 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2015.

BRASIL. Congresso Nacional. Estatuto do Idoso - Lei No. 10.741, de 1º de outubro de 2003. Dispositivos constitucionais pertinentes - Normas Correlatas. **Lexml**: Estatuto do idoso. Brasília, 2003. Livro/Folheto. Disponível em: < [http:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm)>. Acesso em 22 de julho de 2016.

BRASIL. Congresso Nacional - LEI Nº. 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a política nacional do idoso, cria o Conselho Nacional do Idoso e dá outras providências. **Lexml**: Política Nacional do Idoso. Brasília, 1994. Disponível em :< [http:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8842.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8842.htm)>. Acesso em 22 de julho de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde - PORTARIA Nº 825, de 25 de abril de 2016. Redefine a Atenção Domiciliar no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) e atualiza as equipes habilitadas. **Biblioteca Virtual em Saúde**: Atenção Domiciliar. Brasília,

2016. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2016/prt0825_25_04_2016.html>. Acesso em: 30 abril 2018.

CAMARANO, A. A.; KANSO, S. As instituições de longa permanência para idosos no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 233-235, 2010. Disponível em: <https://rebep.org.br/revista/article/view/128>. Acesso em: 28 set. 2022.

CAMARGOS, Mirela Castro Santos; RODRIGUES, Roberto Nascimento; MACHADO, Carla Jorge. Idoso, família e domicílio: uma revisão narrativa sobre a decisão de morar sozinho. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 1, p. 217- 230, jan./jun. 2011.

CHINDAPOL, S.; BLAIR, J.; OSMOND, P.; KING, S.; PRASAD, D. **Thermal stress and comfort in elderly people's housing in tropical climates: the need for policy**. Barcelona: Wourld SB 14, 2014.

COSTA, Ennio Cruz da. **Física aplicada à construção: conforto térmico**. 2ªed. São Paulo, Blucher, 1974.

COUTINHO, Antônio Souto. **Conforto e Insalubridade Térmica em Ambientes de Trabalho**. João Pessoa: Editora Universitária, 2005.

DAANEN, Hein; HERWEIJER, Janine. Effectiveness of an indoor preparation program to increase thermal resilience in elderly for heat waves. **Building and Environment**. v. 83, p. 115-119, 2015. DOI:10.1016/j.buildenv.2014.04.010. (Published

by Elsevier. ISSN: 0360-1323).

STONES, D., & GULLIFER, J. 'At home it's just so much easier to be yourself': Older adults' perceptions of ageing in place. **Ageing and Society**, v. 36(3), p. 449-481, 2016. DOI:10.1017/S0144686X14001214. (Cambridge University Press).

DANTAS, Leydson Galvíncio; SANTOS, Carlos Antonio Costa dos; OLINDA, Ricardo Alves de. Tendências anuais e sazonais nos extremos de temperatura do ar e precipitação em Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, 2015. p. 423 - 434. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130088>. Acesso em: 21 de julho de 2016.

DEAR, Richard J. de; BRAGER, Gail S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, v. 34, p. 549-561, 2002.

DEAR, Richard. J. De; ARENS, Edward; HUI, Zhang; OGURO, M. Convective and radiative heat transfer coefficients for individual human body segments. **International journal of biometeorology**, v. 40(3), p. 141-156, 1997. <https://doi.org/10.1007/s004840050035>.

DOVEY, Kimberly. Home and Homelessness. In: ALTMAN, Irwin; WERNER Carol M. (eds.), **Home Environments**. New York: Plenu Press, 1985. p. 33-64.

DU BOIS, D.; DU BOIS, E.F. Clinical calorimetry: tenth paper a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. **Arch. Intern.**

Med. (Chic). 1916; v. XVII(6_2), p. 863-871. doi:10.1001/archinte.1916.00080130010002.

DUFOUR, A.; CANDAS, V. (2007). Ageing and thermal responses during passive heat exposure: sweating and sensory aspects. **European journal of applied physiology**, 100(1), p. 19-26, 2007. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0396-9>. Acesso em: 13 out. 2022.

ELALI, Gleice Azambuja; PINHEIRO, José Q. Analisando a experiência do habitar: algumas estratégias metodológicas. In: VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Sheila Walbe (orgs.). **Qualidade Ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. Oficina de Textos: São Paulo, 2013.

FANGER, P.O. **Thermal comfort: Analysis and applications in Environmental Engineering**. s/l: McGraw-Hill Book Company, 1972.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. (totalmente revisada e ampliada). Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, Maurício Silva. **Um modelo do sistema térmico do corpo humano**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Acesso em: 13 out. 2022.

FIALA, Dusan. **Dynamic Simulation of Human Heat Transfer and Thermal Comfort**. Tese (Doutorado) – Institute of Energy and Sustainable Development de Montfort University Leicester, 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/35402573>. Acesso em: 12 abril 2018.

FIALA, Dusan; LOMAS, Kevin J.; STOHRER, Martin. Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. **Int. Journal of Biometeorology**, v. 45, p. 143-159, 2001. Acesso em: 13 out. 2022.

FIALA, Dusan; PSIKUTA, Agnes; JENDRITZKY, Gerd; PAULKE, Stefan; NELSON, David A.; LICHTENBELT, Wouter D. van Marken; FRIJNS, Arjan J.H. Physiological modeling for technical, clinical and research applications. **Frontiers in Bioscience S2**, p. 939-968, 2010. Acesso em: 13 out. 2022.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GAWANDE. Atul. **Mortais: nós, a medicina e o que realmente importa**. Tradução Renata Telles. 1. ed. Objetiva: Rio de Janeiro, 2015.

GIULIANI, Maria Vitoria. O lugar do apego nas relações pessoas-ambiente. In: TASSARA, E.T.O.; ROBINOVICH, E.P.; GUEDES, M.C. (eds.). **Psicologia e Ambiente**. São Paulo: EDUC, 2004.

GOMES, Alessandra Alves. **O morar dos idosos nas instituições de longa permanência: o caso dos casais residentes na instituição Nosso Lar em Santo André/ SP**. Dissertação (Mestrado em Gerontologia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP, 2009.

GONÇALVES, Fábio L. Teixeira; COELHO, Micheline deS. Z.

Staglorio. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. **Ciência e Natura**, UFSM, 32 (1): 103 - 118, 2010. Acesso em: 13 out. 2022.

GONZÁLEZ, Diego Sánchez. Gerontologia Ambiental: haciendo lugares significativos em la vejez. **Revista de Estudios Sociales**. Bogotá. v. 50, p. 188-191, septiembre/diciembre, 2014. Acesso em: 13 out. 2022.

GORZONI, Milton Luiz; MASSAIA, Irineu Francisco Delfino Silva; PIRES, Sueli Luciano; FARIA, Lílian de Fátima Costa; LIMA JÚNIOR, José Viana. Febre em idosos. **Arq. Med. Hosp. Fac. Cienc. Med. Santa Casa São Paulo**, v. 55, n. 1, p. 27-29, 2010.

GUERGOVA, Slava; DUFOUR. André. Thermal sensitivity in the elderly: A review. **Ageing Research Reviews**, v.10, 80-92, 2011.

GÜNES, U. Y. & ZAYBAK, A. Does the body temperature change in older people? **Journal of Clinical Nursing**, v.17, 2284-2287, 2008.

GUYTON, Arthur C; HALL, John E. **Tratado de fisiologiamédica**. 13 ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2017. 1145 p.

HANSEN, Alana; BI, Peng; NITSCHKE, Monika; PISANIELLO, Dino; NEWBURY, Jonathan; KITSON, Alison. Perceptions of Heat-Susceptibility in Older Persons: Barriers to Adaptation. **International Journal of Environmental Research and**

Public Health, v. 8, p. 4714-4728, 2011. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/221694478>. Acesso em 27 de janeiro de 2016.

HANSEN, Alana; BI, Peng; NITSCHKE, Monika; Saniotis, Arthur; BENSON, Jill; TAN, Yan; SMYTH, Val; HAN, Gil-Soo; MWANRI, Lillian. **Extreme heat and cultural and linguistic minorities in Australia: Perceptions of stakeholders**. BMC Public Health, 2014.

HAVENITH, George; FIALA, Dusan. Thermal Indices and Thermophysiological Modeling for Heat Stress. **Comprehensive Physiology**, v. 6, p. 255 – 302, 2016.

HENRY, C.J.K. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. **Public Health Nutrition**, v.8, p. 1133-1152, 2005. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core>>. Disponível em: 18 abril 2017.

HOFFMANN, Maria Cristina Correa Lopes; LOBO, Maria Cristina de Arrochela (org.). Diretrizes para o cuidado das pessoas idosas no sus: proposta de modelo de atenção integral. In: CONGRESSO NACIONAL DE SECRETARIAS MUNICIPAIS DE SAÚDE, 30., maio. 2014, Serra/ES. **Documento**. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_cuidado_pessoa_idosa_sus.pdf. Acesso em: 30 abril 2018.

HOLOPAINEN, R. **A human thermal model for improved thermal comfort**. PhD, VTT Technical Research Centre of Finland, 2012.

HUIZENGA, Charlie; HUI, Zhang; ARENS, Edward. A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. **Building and Environment**, v. 36, p. 691-699, 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade 1980-2050**. Rio de Janeiro: Estudos e Pesquisas, 2008. (Informação demográfica e socioeconômica, 24). ISSN 1516-3296.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Climatologia de meses e trimestres de maiores e menores temperaturas e pluviosidades médias no período de 1961-2009**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 14 de maio de 2016.

ISO. **ISO 7243: Ergonomics of the thermal environment: Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index**. Genève: ISO, 2017.

ISO. **ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities**. Genève: ISO, 2012.

ISO. **ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment: analytic determination and interpretation of thermal**

comfort using calculation of the PMV and PDD indices and local thermal comfort criteria. Genève: ISO, 2005.

ISO. **ISO 7933: Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain.** Genève: ISO, 2004.

ISO. **ISO 8996. Ergonomics:** determination of metabolic rate. Genève: ISO, 2004.

ISO. **ISO 9920: Ergonomics of the thermal environment:** estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genève: ISO, 2007.

ISO. **ISO 9886. Ergonomics:** metabolic heat production. Genève: ISO, 2018.

ISO. **ISO 10551: Ergonomics of the thermal environment:** assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Genève: ISO, 1995.

ITTELSON, H.M. Homem Ambiental. In: W. H. Ittelson, H. M.; Proshansky, L. G.; RIVLIN, G. H. Winkel. **An introduction to Environmental Psychology.** Nova Yorque: Holt, Rinehart & Winston, 1974. cap. 1, p. 1-16. (tradução e adaptação de JoséQ. Pinheiro, exclusivamente para fins didáticos).

KATIC, Katarina; LI, Rongling; ZEILER, Wim. Thermophysiological models and their applications: A review. **Building and Environment**, v. 106, p. 286 – 300, 2016.

KENNEY, W. L; MUNCE, T. A. Invited Review: Aging and human temperature regulation. **J. Appl. Physiology**, v.95, p . 2598-2603, 2003.

KENNY, Glen P; YARDLEY, Jane; BROWN, Candice; SIGAL,Ronald J; JAY, Ollie. **Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases.** CMAJ, 2010.

KINGMA, B.R.M.; SCHWEIKER, A. Wagner; LICHTENBELT,W.D Van Marken. Exploring internal body heat balance to understand thermal sensation. **Building Research & Information:** v. 45, n. 7, p. 808 – 818, 2017. Downloaded by [189.71.8.212] at 06:48, 18 out. 2017.

KRUSE, Lenelis. Compreendendo o ambiente em psicologia ambiental. **Psicologia.** USP, v. 16(1/2), p. 41-46. 2005.

LASCHEWSKI, G.; JENDRITZKY, G. Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. **Climate Research:** v.21, p.91-103, 2002.

LEVIN, Jack. **Estatística aplicada a ciências humanas.** 2º. Ed. Tradução e adaptação Sérgio Francisco Costa. São Paulo: HARBRA, 1985.

LIMA, Glênio Leilson Ferreira; OLIVEIRA, Alexandre Gomes de; PEDRINI, Aldomar; ARAÚJO, Virgínia M. D. Índices de Conforto Térmico: revisão e proposta para o clima quente e úmido de Natal-RN. Maceió. **Anais do ENCAC-ELACAC,** 2005.

LIPSCHITZ, D.A. **Screening for nutritional status in the**

elderly. Prim Care, 1994; 21:55-67.

MACEDO, Danielle; OLIVEIRA, Carolina Vilela; GÜNTHER, Isolda de Araújo; ALVES, Susana Martins; NÓBREGA, Thais Santos. O Lugar do Afeto, o Afeto pelo Lugar: O que Dizem os Idosos? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v. 24 n. 4, p. 441-449, Out./Dez., 2008.

MALCHAIRE, J; PIETTE, A; KAMPMANN, B; HAVENITH, G; MEHNERT, P; HOLMÉR, I; GEBHARDT, H; GRIEFAHN, B; ALFANO, G; PARSONS, K. C. Development and validation of the predictive heat strain (PHS) model. In: **Environmental Ergonomics IX**, p. 133-136. Aachen: Shaker Verlag. 2000.

MEDEIROS, Alexandre Magno Teodosio de; SILVA, Márcia Pontes da; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; LIMA, Ricardo da Cunha Correia. Mudanças Climáticas em Campina Grande-PB - Um Estudo Sobre o Aquecimento Urbano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 278-285, 2011.

MENDES, Ana; AGUIAR, Livia; PEREIRA, Cristiana; NEVES, Paula; SILVA, Susana; TEIXEIRA, João Paulo. **Qualidade do ar interior em lares de idosos em Portugal, projeto GERIA**. Artigos breves_n.1, Instituto Nacional de saúde doutor Ricardo Jorge, 2014.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projetos de espaços abertos**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade

de São Paulo - USP, São Paulo, 2008.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; LUIZ, Gislaíne Cristina; OLIVEIRA, Ivanilton José de. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). Élisée, **Rev. Geo. UEG – Porangatu**, v.5, n.2, p.59-86, jul./dez. 2016.

NICOL, Fergus. Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. **Energy and Buildings**, v. 36, p. 628-637, 2004.

NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 563-572, jul. 2002.

NICOL, J. Fergus; ROAF, Susan. Rethinking thermal comfort. **Building Research & Information**, 2017.

NOVIETO, D. T; ZHANG, Yi. Year. **Thermal Comfort Implications of the Aging Effect on Metabolism, Cardiac Output and Body Weight**. In: Adapting to Change: New Thinking on Comfort, Cumberland Lodge, Windsor, London, UK. Network for Comfort and Energy use in Buildings, 2010. p.1-11.

NOVIETO, D.T. **Adapting a Human Thermoregulation Model for Predicting the Thermal Response of Older Persons**, Ph.D thesis, De Montfort University, Leicester UK, 2013, Disponível em: <<https://dora.dmu.ac.uk/handle/2086/9489>>. Acesso em: 5 out. 2017.

OLIVEIRA, Andréia Cardoso de. **A influência das recomendações do zoneamento bioclimático brasileiro no desempenho térmico da envoltória de edificações de interesse social nos municípios da Paraíba.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba. Centro de Tecnologia. João Pessoa, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Guia global das cidades amigas das pessoas idosas.** Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009. Disponível em: <http://www.who.int/ageing/GuiaAFCPortuguese.pdf>. Acesso em: 21 de julho de 2016.

PARSONS, Ken. Human thermal environments: the effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance. Third Edition. CRC Press: Taylor & Francis group. New York, 2014.

PAÚL, Constança. Envelhecimento e Ambiente (capítulo 2). In: SOCZKA, L. (org.). **Contextos humanos e psicologia ambiental.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.

PEREIRA, Heronides dos Santos. **Influência e correlação de variáveis meteorológicas com infarto agudo do miocárdio e diabetes Mellitos.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2012.

PEREIRA, Iraci Miranda; ASSIS, Eleonora Sad de. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. **Ambiente Construído**, Porto

Alegre, v.10, n. 1, p.31-51, 2010.

PEREZ, Aldrin Martin; MARIN, Ana Paula Silva dos Santos (coordenadores). O semiárido brasileiro: riquezas, diversidades e saberes. Campina Grande: **INSA/MCTI**, 2013. 73p.: il. (coleção reconhecendo o semiárido, 1) ISBN: 978-85-64265-06-6.

PERLINI, Nara Marilene O. Girardon; LEITE, Marinês Tambara; FURINI, Ana Carolina. Em busca de uma instituição para a pessoa idosa morar: motivos apontados por familiares. **Rev. Esc. Enferm. USP**, n.41(2), p. 229-236, 2007.

RENAUT, Sylvie; OGG, Jim; PETITE, Ségolène; CHAMAHIAN, Aline . Home environments and adaptations in the context of ageing. **Ageing and Society**, 35, p. 1278-1303, 2015. doi:10.1017/ S0144686X14000221.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; AZEVEDO, Giselle Arteiro; BRASILEIRO, Alice; ALCANTARA, Denise de; QUEIROZ,

Mônica. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Coleção PROARQ, 2009.

ROMERO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe (coordenadores/editores). **Avaliação Pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social.** Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coleção HABITARE). 294p. ISBN: 85-89478-01-7. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/publicacao_colecao1.aspx>. Acesso em: 16 abril 2018.

RORIZ, M. **Uma proposta de revisão do zoneamento**

bioclimático brasileiro. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC. São Carlos. 2012.

SATO, André Eiji; GONÇALVES, Fábio Luiz Teixeira; MONTEIRO, Leonardo Marques. Resiliência às mudanças climáticas: conforto térmico de idosos em unidades residenciais. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC**, 15., Maceió, 2014.

SETTE, Denise Maria; RIBEIRO, Helena. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. **INTERFACRHS - Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade**. v. 6, n. 2, Ago. 2011. (Artigo).

SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da; AZEVEDO, Paulo Vieira de; BRITO, Robson Souto; CAMPOS, João Hugo Baracuh da Cunha. Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. **Environ Monit Assess**, 2010. n. 161, p. 45-59. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19184489>>. Acesso em: 30 abril 2018.

SCHLADER, Zachary J.; SIMMONS, Shona E.; STANNARD, Stephen R.; MÜNDEL, Toby. The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. **Physiology & Behavior**, 2011, p. 217 - 224. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938411000539>. Acesso em: 19 mar. 2018.

SCHMID, Aloisio Leoni. **A ideia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005. 338 p.

TOCHIHARA, Yutaka; KUMAMOTO, Teruyuki; LEE, Joo-Young; HASHIGUCHI, Nobuko. Age-related differences in cutaneous warm sensation thresholds of human males in thermoneutral and cool environments. **Journal of Thermal Biology**, v. 36, p. 105-111, 2011.

TOMASINI, Sérgio Luiz Valente; ALVES, Simone. Envelhecimento bem-sucedido e o ambiente das instituições de longa permanência. **RBCEH**, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 88-102, jan./jun., 2007.

TSUZUKI, K; IWATA, T. **Thermal comfort and thermoregulation for elderly people taking light exercise**. Indoor air, 2002.

TSUZUKI, K; OHFUKU, T. **Thermal sensation and thermoregulation in elderly compared to young people in Japanese winter season**. Indoor Air, 2002.

VAN DIJK, Hanna M.; CRAMM, Jane M.; VAN EXEL, Job; NIEBOER, Anna P. The ideal neighbourhood for ageing in place as perceived by frail and nonfrail community-dwelling older people. **Ageing and Society**, 35, p. 1771-1795, 2015. DOI:10.1017/S0144686X14000622.

VAN HOOFF, J; HENSEN, J.L.M. Thermal comfort and older adults. **Gerontechnology**, v.4, n.4, p. 223 - 228, 2006.

VANDENTORREN, S.; BRETIN, P.; ZEGHNOUN, A.; MANDEREAU- BRUNO, L.; CROISIER, A.; COCHET, C.; RIBÉRON, J.; SIBERAN, I.; DECLERCQ, B.; LEDRANS, M.. August 2003 Heat Wave in

France: Risk Factors for Death of Elderly People Living at

Home. **European Journal of Public Health**, v. 16, n. 6, p. 583–591, 2006. Disponível em: <http://eurpub.oxfordjournals.org/>. Acesso em: 4 abr. 2016.

VASCONCELOS, João. **Bioclima, saúde e qualidade da habitação em Portugal**: Papel da exposição ao Frio na incidência de doenças coronárias agudas. Tese (Doutorado em Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/8207>. Acesso em: 14 out. 2022.

VASCONCELOS, João; FREIRE, E; MORAIS, J; MACHADO, J.R.; SANTANA, P. The health impacts of poor housing conditions and thermal discomfort. **Procedia Environmental Sciences**, v. 4, p.158–164, jan. 2011.

VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Sheila Walbe (org.). **Qualidade ambiental na habitação**: avaliação pós-ocupação. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WEISMAN, Gerald D.; Moore, Keith Diaz. Vision and Values, **Journal of Housing For the Elderly**, v. 17, n.1-2, p.23–37, 2003. DOI: 10.1300/J081v17n01_03.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Heat–Health Action Plans**. Geneva: World Health Organization, 2008. ISBN: 978 92 890 7191 8 (PDF).

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **World report on ageing and health**. Geneva: World Health Organization, 2015. ISBN: 978 92 4 069481 1 (PDF).

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Geneva:

World Health Organization; 1995. (Technical Report Series, 854).

WILSON, Thad; GAO, E. Zhaohui; HESS, Kari L.; MONAHAN, Kevin D. Effect of aging on cardiac function during cold stress in humans. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, n. 298, p.1627–1633, 2010. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/>. Acesso em: 14 set 2017.

WILSON, Keren Brown. Life in America – An Aging American Faces: the Assisted Living Alternative. **USA TODAY Journal**. March, 2000.

WILSON, TE; GAO, Z; HESS, KL; MONAHAN, KD. Effect of aging on cardiac function during cold stress in humans. **Am. J. Physiololy Regul. Integr. Comp. Physiol.** v.298, p. R1627–R1633, 2010. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/> by 10.220.33.1. Acesso em: 11 set. 2017.

WANSA, XU et al. Thermal stress associated mortality and effect modification by sex and obesity in an elderly cohort of Chinese in Hong Kong. **Environmental Pollution**. 2013.

Disponível em: www.populacao.net.br. Acesso em: 14 abr. 2016. 17:00.

<http://www.cehap.pb.gov.br/site/cidade-madura.html>. Acesso em 21/06/2016 às 12:14.

<https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 23/04/2018 às 14:00.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>. Acesso em: 18/04/2018 às 14:30.

APÊNDICES

A

Apêndice:

Formulário das variáveis individuais/ dados pessoais.

Fonte: a autora.

Grupo	Variável	Tipo	Códigos e categorias
Dados pessoais	Idade	Quantitativa discreta	1. 60 a 70 anos 71 a 80 anos 81 a 90 anos > 90 anos
	Altura	Quantitativa discreta	Altura em metros
	Peso	Quantitativa discreta	Peso em quilogramas
	Sexo	Qualitativa nominal	Feminino Masculino
	Renda familiar	Qualitativa ordinal	Até 2 salários 2 a 4 salários 4 a 10 salários 10 a 20 salários Acima de 20 salários
	Tempo de moradia	Qualitativa ordinal	< 1 ano 1 a 5 anos > 5 anos
	Propriedade do imóvel	Qualitativa nominal	Próprio Alugado Cedido outro
	Ocupação	Qualitativa nominal	aposentado funcionário público profissional liberal dona de casa outros
	Doenças	Qualitativa nominal	hipertensão diabetes artrose, artrite, reumatismo depressão falta de ar nenhuma outras

B**Apêndice:**

Formulário
das variáveis
individuais/
Vestimenta.

Fonte: a autora.

Grupo	Variável	Tipo	Códigos e categorias
Vestimenta	Roupa íntima	Qualitativa nominal	calcinha/cueca
			calça comprida íntima
			camiseta esportiva
			camiseta
			camisa de mangas longas
			calcinha e sutiã
Camisas/blusas			mangas curtas
			leve, mangas longas
			normal, mangas longas
			flanela, mangas longas
calças			shorts
			calça leve
			calça normal
			calça de flanela
Vestidos e saias			saia leve
			saia pesada
			vestido leve, mangas curtas
			vestido pesado, mangas longas
			macacão
Suéteres			colete sem mangas
			suéter fino
			suéter
			suéter grosso
Jaquetas			jaqueta leve
			jaqueta mangas longas
Diversos			meias
			meias grossas
			meias longas grossas
			meias de nylon
			sandália
			sapatos

C**Apêndice:**

Distribuição da
frequência absoluta
das categorias de
sensação térmica
(ST) em função da
TBS.

Fonte: a autora.

TBS	Quente	Confortável	Frio	Total
23,70			1	1
23,80		1		1
24,00		2	1	3
24,10			1	1
24,20		1		1
24,40		1		1
24,50			1	1
24,60		1		1
24,80		2		2
24,90		2		2
25,00		2		2
25,10		2	1	3
25,20		2		2
25,30	1	1	1	3
25,40		3		3
25,50		1	1	2
25,60		4		4
25,70	1	2		3
25,80		1	1	2
25,90	1	3	1	5
26,00	1	1	1	3
26,10	1	3	1	5
26,20	2	3	1	6
26,30	1	4	1	6
26,40	2	5	1	8
26,50	1	3		4
26,60	1	2	1	4
26,70	3	3		6
26,80	1	7	1	9
26,90	4	5	1	10
27,00	2	1	1	4
27,10	1	5		6

TBS	Quente	Confortável	Frio	Total
27,20	1	7		8
27,30	4	3	1	8
27,40	3	3		6
27,50	1	6	1	8
27,60	2	7		9
27,70	2	5	2	9
27,80	2	7	1	10
27,90	1	7	1	9
28,00	4	4		8
28,10		2		2
28,20	3	10		13
28,30	1	6		7
28,40	3	3		6
28,50		2		2
28,60	2	2		4
28,70		2		2
28,90	1	2		3
29,00	1	1		2
29,10	1	1		2
29,20	2	3		5
29,30		4	1	5
29,40	2	2		4
29,50	1	1		2
29,70	1	5		6
29,80	1			1
29,90	2	2		4
30,00	1			1
30,20	2	1		3
30,70	4	1		5
30,80	1	1		2
total	72	173	25	270

D
Apêndice
Fonte: a autora.

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
1	fem	81 a 90	peso normal	0,35	58,66	35,85	27,30	26,77	77,30	0,10	com pouco calor
2	masc	81 a 90	peso normal	0,40	59,16	35,85	27,40	27,75	78,50	0,10	nem calor nem frio
3	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	69,34	36,17	25,60	29,17	83,00	0,10	nem calor nem frio
4	fem	71 a 80	sobrepeso	0,40	58,02	36,00	26,90	26,72	78,90	0,10	com pouco calor
5	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	58,79	36,15	27,80	27,80	75,80	0,10	nem calor nem frio
6	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	69,23	36,17	27,90	28,25	75,00	0,10	nem calor nem frio
7	fem	71 a 80	peso normal	0,35	54,48	35,99	27,70	28,13	74,00	0,20	com pouco frio
8	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,08	36,16	27,60	27,07	75,60	0,10	nem calor nem frio
9	fem	60 a 70	obeso	0,40	61,01	36,15	28,00	29,91	70,90	0,10	nem calor nem frio
10	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,08	36,16	27,30	27,30	55,00	0,50	com pouco calor
11	fem	60 a 70	obeso	0,40	61,01	36,15	29,90	31,11	53,60	0,10	com calor
12	masc	81 a 90	peso normal	0,40	59,16	35,85	29,70	28,72	49,70	0,30	nem calor nem frio
13	fem	81 a 90	peso normal	0,76	58,66	35,85	27,90	26,83	55,40	0,20	nem calor nem frio
14	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	58,79	36,15	30,80	31,66	46,90	0,10	nem calor nem frio
15	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	58,02	36,00	30,20	29,16	52,90	0,10	nem calor nem frio
16	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	69,23	36,17	29,70	29,49	50,00	0,20	nem calor nem frio
17	fem	71 a 80	obeso	0,40	70,61	36,03	26,20	27,34	82,40	0,24	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
18	fem	81 a 90	sobrepeso	0,26	63,68	35,86	26,30	26,12	81,30	0,10	com pouco calor
19	fem	60 a 70	peso normal	0,26	56,08	36,14	28,10	27,40	58,30	0,10	nem calor nem frio
20	fem	71 a 80	obeso	0,35	65,63	36,02	28,30	28,09	57,00	0,20	nem calor nem frio
21	fem	71 a 80	obeso	0,25	62,47	36,01	29,30	28,52	54,30	0,15	nem calor nem frio
22	fem	81 a 90	sobrepeso	0,25	63,68	35,86	30,80	30,97	52,30	0,10	com muito calor
23	fem	60 a 70	abaixo do peso	0,35	48,32	36,12	29,90	29,90	53,80	0,10	com pouco calor
24	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,20	36,16	27,30	26,42	71,00	0,10	nem calor nem frio
25	masc	60 a 70	abaixo do peso	0,26	73,39	36,18	26,70	26,17	71,70	0,10	nem calor nem frio
26	fem	60 a 70	obeso	0,26	72,24	36,18	27,40	28,62	69,10	0,10	nem calor nem frio
27	masc	71 a 80	abaixo do peso	0,47	61,15	36,00	26,40	25,34	72,90	0,10	com pouco calor
28	fem	60 a 70	peso normal	0,25	64,07	36,16	26,80	26,39	71,10	0,18	nem calor nem frio
29	masc	60 a 70	sobrepeso	0,26	78,70	36,19	27,20	27,02	68,20	0,10	nem calor nem frio
30	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	60,56	36,15	27,20	26,67	70,60	0,10	nem calor nem frio
31	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	63,87	36,16	26,70	28,46	70,20	0,15	com pouco calor
32	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	67,79	36,17	28,20	30,11	66,40	0,10	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
33	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,20	36,16	24,60	23,35	61,60	0,10	nem calor nem frio
34	masc	60 a 70	abaixo do peso	0,40	73,39	36,18	24,00	23,75	60,00	0,30	nem calor nem frio
35	fem	60 a 70	obeso	0,26	72,24	36,18	24,40	28,90	60,00	0,60	nem calor nem frio
36	masc	71 a 80	abaixo do peso	0,45	61,15	36,00	24,10	25,49	60,70	0,15	com pouco frio
37	fem	60 a 70	peso normal	0,23	64,07	36,16	25,10	24,40	58,40	0,70	nem calor nem frio
38	fem	60 a 70	sobrepeso	0,45	60,56	36,15	25,00	24,39	58,00	0,50	nem calor nem frio
39	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	63,87	36,16	26,20	31,06	52,20	0,40	nem calor nem frio
40	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	67,79	36,17	26,90	27,25	50,30	0,10	nem calor nem frio
41	fem	71 a 80	obeso	0,25	63,46	36,01	28,20	27,94	61,50	0,35	nem calor nem frio
42	masc	71 a 80	obeso	0,40	80,64	36,05	28,20	27,67	60,10	0,10	nem calor nem frio
43	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	80,01	36,20	28,20	27,60	59,20	0,50	com muito calor
44	fem	71 a 80	obeso	0,35	80,21	36,05	28,00	27,27	58,20	0,80	com pouco calor
45	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	55,05	35,99	30,20	30,83	51,00	0,60	com pouco calor
46	masc	71 a 80	abaixo do peso	0,28	57,57	35,99	27,80	26,98	61,70	0,40	com pouco frio
47	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	64,99	36,01	27,60	28,19	61,20	0,50	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
48	fem	71 a 80	obeso	0,35	66,09	36,02	28,60	28,95	58,10	0,10	nem calor nem frio
49	masc	71 a 80	obeso	0,26	71,54	36,03	29,40	30,37	54,10	0,30	com pouco calor
50	fem	71 a 80	sobrepeso	0,26	60,69	36,00	29,70	31,89	54,00	0,60	nem calor nem frio
51	fem	maior de 90	obeso	0,23	64,11	35,71	25,90	25,19	76,70	0,10	com muito calor
52	fem	71 a 80	sobrepeso	0,45	58,00	36,00	25,70	24,81	74,50	0,10	nem calor nem frio
53	fem	71 a 80	obeso	0,35	63,85	36,01	25,30	25,30	73,30	0,20	nem calor nem frio
54	fem	71 a 80	peso normal	0,26	60,15	36,00	26,60	26,60	74,00	0,10	nem calor nem frio
55	masc	maior de 90	peso normal	0,50	61,13	35,70	26,40	27,63	71,90	0,10	nem calor nem frio
56	fem	maior de 90	sobrepeso	0,25	63,79	35,71	26,80	26,27	74,70	0,10	nem calor nem frio
57	fem	71 a 80	obeso	0,35	65,19	36,01	26,90	26,55	71,00	0,10	nem calor nem frio
58	fem	71 a 80	abaixo do peso	0,35	56,65	35,99	26,20	25,85	74,00	0,10	nem calor nem frio
59	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	56,31	35,99	27,90	28,25	68,50	0,10	nem calor nem frio
60	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	55,61	35,99	28,30	28,12	63,60	0,10	nem calor nem frio
61	fem	71 a 80	obeso	0,30	63,85	36,01	24,00	22,93	66,10	0,10	com pouco frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
62	fem	maior de 90	obeso	0,53	64,11	35,71	23,70	23,70	68,40	0,35	com frio
63	masc	maior de 90	peso normal	0,26	61,13	35,70	24,90	25,25	63,90	0,10	nem calor nem frio
64	fem	maior de 90	sobrepeso	0,53	63,79	35,71	25,50	25,85	63,00	0,05	com pouco frio
65	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	56,31	35,99	25,40	27,05	57,90	0,40	nem calor nem frio
66	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	55,61	35,99	25,10	25,75	59,00	0,60	com pouco frio
67	fem	71 a 80	obeso	0,53	65,19	36,01	26,30	24,91	57,70	0,40	com pouco frio
68	fem	71 a 80	peso normal	0,26	60,15	36,00	26,80	26,62	54,80	0,10	nem calor nem frio
69	fem	71 a 80	sobrepeso	0,63	58,00	36,00	26,00	25,25	55,00	0,30	com pouco frio
70	fem	71 a 80	obeso	0,25	68,14	36,02	26,70	25,82	71,90	0,05	com calor
71	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	75,68	36,19	27,30	28,00	66,30	0,10	nem calor nem frio
72	fem	71 a 80	peso normal	0,35	52,38	35,98	27,60	26,72	67,40	0,10	nem calor nem frio
73	fem	60 a 70	obeso	0,25	76,64	36,19	27,70	27,00	66,50	0,10	nem calor nem frio
74	fem	60 a 70	obeso	0,40	73,88	36,19	28,00	26,59	62,70	0,10	nem calor nem frio
75	masc	60 a 70	peso normal	0,40	77,24	36,19	27,50	26,26	66,00	0,31	nem calor nem frio
76	masc	71 a 80	sobrepeso	0,40	79,26	36,05	26,50	27,90	64,00	0,10	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
77	masc	71 a 80	peso normal	0,40	66,63	36,02	29,10	29,45	60,50	0,10	nem calor nem frio
78	masc	81 a 90	peso normal	0,40	65,77	35,86	29,30	29,65	58,50	0,10	nem calor nem frio
79	masc	71 a 80	obeso	0,26	79,16	36,05	29,50	29,50	58,40	0,10	nem calor nem frio
80	fem	60 a 70	obeso	0,35	76,64	36,19	24,80	25,33	58,40	0,10	nem calor nem frio
81	fem	71 a 80	peso normal	0,50	52,38	35,98	25,10	25,10	60,70	0,10	nem calor nem frio
82	fem	71 a 80	obeso	0,26	68,14	36,02	24,80	24,62	60,90	0,10	nem calor nem frio
83	fem	60 a 70	obeso	0,26	73,88	36,19	24,50	22,61	60,20	0,25	com pouco frio
84	fem	60 a 70	peso normal	0,26	68,38	36,17	24,90	24,01	65,90	0,10	nem calor nem frio
85	masc	71 a 80	obeso	0,26	79,16	36,05	27,20	27,90	55,80	0,10	nem calor nem frio
86	masc	81 a 90	peso normal	0,26	65,77	35,86	27,30	27,48	52,20	0,10	com pouco frio
87	masc	71 a 80	sobrepeso	0,40	79,26	36,05	26,30	25,42	54,50	0,05	nem calor nem frio
88	fem	81 a 90	peso normal	0,25	49,51	35,82	26,70	24,75	53,80	0,10	nem calor nem frio
89	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	75,68	36,19	27,10	27,10	52,40	0,10	nem calor nem frio
90	fem	60 a 70	peso normal	0,26	68,38	36,17	26,80	26,80	67,80	0,48	nem calor nem frio
91	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	76,46	36,19	28,20	27,50	62,60	0,10	nem calor nem frio
92	fem	71 a 80	sobrepeso	0,31	61,90	36,01	26,40	26,05	55,30	0,10	nem calor nem frio
93	masc	71 a 80	obeso	0,40	74,21	36,03	26,10	25,03	51,20	0,75	com pouco calor

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
94	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	64,48	36,16	25,30	25,02	53,50	0,40	com calor
95	fem	81 a 90	peso normal	0,35	50,03	35,83	26,20	26,78	59,40	0,45	com pouco frio
96	fem	71 a 80	abaixo do peso	0,40	49,30	35,97	26,60	26,31	60,60	0,45	com pouco frio
97	fem	60 a 70	obeso	0,25	62,52	36,16	27,90	27,69	49,50	0,20	nem calor nem frio
98	fem	71 a 80	obeso	0,25	67,82	36,02	28,20	27,89	48,30	0,55	nem calor nem frio
99	fem	60 a 70	obeso	0,35	67,55	36,17	29,20	28,15	47,30	0,75	nem calor nem frio
100	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	63,26	36,16	29,90	29,48	41,70	0,20	nem calor nem frio
101	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,51	36,16	26,80	24,78	63,70	0,65	nem calor nem frio
102	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	60,91	36,15	26,30	25,65	62,80	0,60	nem calor nem frio
103	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	68,09	36,02	27,30	27,30	59,40	0,75	nem calor nem frio
104	fem	60 a 70	peso normal	0,35	62,46	36,16	28,20	31,89	57,10	0,70	nem calor nem frio
105	fem	71 a 80	peso normal	0,53	54,38	35,99	27,10	26,16	58,40	0,55	nem calor nem frio
106	fem	71 a 80	obeso	0,26	56,25	35,99	29,70	29,53	53,20	0,10	nem calor nem frio
107	fem	71 a 80	obeso	0,26	70,79	36,03	29,20	28,31	52,20	0,50	com pouco calor
108	fem	71 a 80	peso normal	0,35	50,34	35,98	29,40	30,31	49,80	0,55	nem calor nem frio
109	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	61,60	36,01	29,40	29,13	49,00	0,40	com pouco calor
110	fem	60 a 70	obeso	0,25	61,34	36,15	25,50	24,43	65,00	0,10	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
111	masc	71 a 80	obeso	0,26	78,63	36,05	25,60	26,18	64,10	0,45	nem calor nem frio
112	fem	71 a 80	obeso	0,35	64,61	36,01	26,30	28,12	58,20	0,80	nem calor nem frio
113	fem	71 a 80	obeso mórbido	0,25	77,34	36,04	27,50	25,94	53,30	0,55	com muito calor
114	masc	60 a 70	sobrepeso	0,26	74,32	36,18	27,90	28,95	50,30	0,75	nem calor nem frio
115	fem	71 a 80	peso normal	0,50	57,83	36,00	28,40	28,40	50,90	0,35	nem calor nem frio
116	fem	71 a 80	peso normal	0,26	55,74	35,99	28,40	27,17	52,20	0,10	com pouco calor
117	fem	60 a 70	obeso	0,35	70,76	36,18	28,30	27,87	53,00	0,20	nem calor nem frio
118	fem	71 a 80	obeso mórbido	0,25	60,03	36,00	26,40	26,03	61,60	0,80	nem calor nem frio
119	fem	60 a 70	peso normal	0,35	53,07	36,13	26,50	26,15	63,90	0,10	nem calor nem frio
120	fem	60 a 70	obeso	0,26	72,62	36,18	27,00	27,00	60,90	0,10	com calor
121	fem	60 a 70	sobrepeso	0,40	59,65	36,15	26,90	26,54	60,50	0,75	com calor
122	masc	60 a 70	peso normal	0,26	68,15	36,17	27,20	26,67	58,50	0,10	nem calor nem frio
123	fem	71 a 80	peso normal	0,35	53,74	35,99	28,40	28,83	54,00	0,20	nem calor nem frio
124	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	61,10	36,00	27,20	29,94	56,60	0,25	nem calor nem frio
125	fem	71 a 80	peso normal	0,25	55,93	35,99	27,70	27,38	54,30	0,60	nem calor nem frio
126	fem	71 a 80	sobrepeso	0,40	69,41	36,02	27,90	27,72	52,80	0,10	nem calor nem frio
127	fem	60 a 70	obeso	0,26	65,17	36,16	27,80	27,37	55,20	0,20	com muito calor

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
128	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	65,99	36,17	29,20	30,55	50,70	0,70	com muito calor
129	fem	71 a 80	obeso	0,25	60,60	36,00	30,70	32,37	46,10	0,45	com pouco calor
130	fem	71 a 80	obeso	0,25	66,16	36,02	29,50	29,04	48,20	0,25	com pouco calor
131	masc	71 a 80	sobrepeso	0,40	74,35	36,03	28,90	28,38	53,40	0,10	com muito calor
132	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	64,39	36,16	28,00	26,90	55,10	0,40	nem calor nem frio
133	fem	71 a 80	obeso	0,45	72,74	36,03	28,60	29,64	53,60	0,10	nem calor nem frio
134	fem	81 a 90	peso normal	0,26	52,09	35,83	28,70	27,66	51,90	0,35	nem calor nem frio
135	fem	60 a 70	sobrepeso	0,35	61,14	36,15	28,90	28,20	50,60	0,75	nem calor nem frio
136	fem	60 a 70	peso normal	0,26	49,73	36,12	27,30	27,30	73,60	0,10	com pouco calor
137	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	73,14	36,18	27,40	27,22	74,90	0,10	com calor
138	fem	60 a 70	abaixo do peso	0,26	51,50	36,13	27,30	26,60	74,00	0,10	com pouco calor
139	fem	60 a 70	obeso	0,35	74,04	36,19	26,60	25,97	71,30	0,18	com calor
140	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	74,41	36,03	27,80	28,85	68,30	0,10	nem calor nem frio
141	masc	60 a 70	peso normal	0,26	70,13	36,17	26,90	25,84	71,60	0,10	nem calor nem frio
142	masc	71 a 80	peso normal	0,40	71,88	36,03	27,00	26,65	72,70	0,10	com pouco frio
143	fem	60 a 70	peso normal	0,33	57,16	36,14	26,70	26,70	72,70	0,10	com pouco calor
144	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	60,90	36,00	27,50	27,68	71,60	0,10	com frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
145	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	73,14	36,18	25,90	25,68	67,30	0,20	nem calor nem frio
146	fem	60 a 70	obeso	0,35	74,04	36,19	25,70	24,20	65,00	0,30	nem calor nem frio
147	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	74,41	36,03	26,00	27,39	61,60	0,25	nem calor nem frio
148	masc	60 a 70	peso normal	0,26	70,13	36,17	26,30	26,00	60,80	0,50	nem calor nem frio
149	fem	81 a 90	obeso	0,63	64,46	35,86	26,20	25,31	61,30	0,10	com pouco calor
150	fem	60 a 70	peso normal	0,70	57,16	36,14	25,80	26,27	61,90	0,25	com pouco frio
151	masc	71 a 80	peso normal	0,40	71,88	36,03	27,90	28,77	54,70	0,10	com pouco frio
152	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	64,78	36,16	28,30	28,47	54,20	0,10	com pouco calor
153	fem	81 a 90	peso normal	0,53	53,28	35,83	25,60	25,42	72,40	0,10	nem calor nem frio
154	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	51,24	35,98	26,90	27,95	66,50	0,10	nem calor nem frio
155	masc	81 a 90	obeso	0,40	70,74	35,88	26,40	29,02	66,40	0,10	nem calor nem frio
156	fem	71 a 80	obeso	0,25	63,04	36,01	27,10	27,10	64,40	0,10	nem calor nem frio
157	fem	60 a 70	sobrepeso	0,45	76,46	36,19	28,20	28,37	62,60	0,10	com pouco calor
158	fem	81 a 90	obeso	0,53	65,23	35,86	27,80	27,98	61,80	0,10	nem calor nem frio
159	fem	71 a 80	obeso	0,35	62,54	36,01	28,20	27,90	62,70	0,53	nem calor nem frio
160	fem	71 a 80	peso normal	0,35	47,80	35,97	28,30	27,60	66,60	0,10	nem calor nem frio
161	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	65,17	36,16	28,00	27,12	65,70	0,10	com muito calor

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
162	masc	60 a 70	obeso	0,40	81,91	36,20	28,90	28,90	59,00	0,10	nem calor nem frio
163	fem	81 a 90	peso normal	0,45	53,28	35,83	25,20	24,67	56,40	0,10	nem calor nem frio
164	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	51,24	35,98	26,10	27,51	53,50	0,10	com pouco frio
165	fem	81 a 90	obeso	0,26	65,23	35,86	27,10	27,63	48,80	0,10	com pouco calor
166	fem	71 a 80	obeso	0,60	62,54	36,01	26,90	26,90	49,50	0,15	com pouco frio
167	fem	71 a 80	peso normal	0,25	47,80	35,97	27,40	27,61	47,00	0,20	com pouco calor
168	masc	60 a 70	obeso	0,35	81,91	36,20	27,40	26,32	48,90	0,20	com muito calor
169	fem	maior de 90	peso normal	0,50	51,32	35,68	25,30	24,77	59,00	0,10	com pouco frio
170	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	53,78	35,99	25,40	25,12	56,90	0,40	nem calor nem frio
171	fem	60 a 70	sobrepeso	0,40	71,80	36,18	26,90	27,52	52,70	0,55	com calor
172	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	62,98	36,01	27,00	27,20	52,50	0,15	com muito calor
173	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	59,19	36,00	26,80	25,75	52,60	0,35	com pouco calor
174	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	65,62	36,16	25,70	25,07	54,50	0,55	com calor
175	fem	71 a 80	obeso	0,35	61,67	36,01	26,90	26,15	51,50	0,85	com pouco calor
176	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	67,05	36,02	29,00	31,68	43,70	0,40	com pouco calor
177	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	73,24	36,03	27,60	26,91	47,90	0,25	nem calor nem frio
178	fem	60 a 70	peso normal	0,35	51,00	36,13	27,70	27,52	49,00	0,10	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
179	masc	60 a 70	sobrepeso	0,26	78,44	36,19	24,00	24,24	72,90	0,25	nem calor nem frio
180	fem	60 a 70	peso normal	0,25	59,03	36,15	23,80	25,19	72,00	0,40	nem calor nem frio
181	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	64,68	36,16	24,20	23,87	71,50	0,60	nem calor nem frio
182	masc	60 a 70	sobrepeso	0,26	77,16	36,19	25,60	25,60	60,90	0,10	nem calor nem frio
183	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	60,03	36,15	25,20	24,67	63,80	0,10	nem calor nem frio
184	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	67,77	36,02	25,80	26,09	61,40	0,45	nem calor nem frio
185	fem	60 a 70	peso normal	0,76	64,34	36,16	25,90	25,01	61,40	0,10	com pouco frio
186	fem	71 a 80	peso normal	0,40	65,90	36,02	27,20	31,19	58,70	0,10	nem calor nem frio
187	masc	60 a 70	sobrepeso	0,28	78,44	36,19	28,00	27,30	62,20	0,10	com pouco calor
188	fem	60 a 70	peso normal	0,25	59,03	36,15	27,00	27,21	59,20	0,20	nem calor nem frio
189	fem	71 a 80	peso normal	0,26	49,09	35,97	27,80	28,07	57,20	0,40	nem calor nem frio
190	fem	60 a 70	peso normal	0,26	64,34	36,16	28,40	28,40	54,90	0,10	nem calor nem frio
191	fem	71 a 80	peso normal	0,45	65,90	36,02	28,60	32,60	53,30	0,40	com pouco calor
192	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	71,13	36,18	28,40	24,32	56,40	0,55	com calor
193	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	60,03	36,15	27,50	26,97	54,80	0,10	nem calor nem frio
194	masc	60 a 70	sobrepeso	0,45	77,16	36,19	27,80	26,74	61,20	0,10	com pouco calor
195	masc	60 a 70	peso normal	0,45	68,95	36,17	26,00	26,53	77,60	0,10	com pouco calor

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
196	fem	60 a 70	obeso	0,26	78,57	36,20	26,10	25,39	74,30	0,10	nem calor nem frio
197	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	74,76	36,19	26,40	26,22	76,70	0,10	com calor
198	fem	81 a 90	peso normal	0,25	53,13	35,83	25,90	24,67	75,00	0,29	nem calor nem frio
199	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	73,25	36,18	26,90	24,59	76,50	0,10	nem calor nem frio
200	masc	71 a 80	obeso	0,23	60,01	36,00	26,50	24,92	58,40	0,35	com pouco calor
201	fem	81 a 90	sobrepeso	0,35	78,13	35,89	27,10	27,28	57,50	0,10	nem calor nem frio
202	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	78,13	36,19	30,70	31,05	46,90	0,10	com pouco calor
203	fem	60 a 70	obeso	0,26	78,57	36,20	27,50	26,80	53,20	0,10	nem calor nem frio
204	fem	81 a 90	peso normal	0,25	53,13	35,83	28,20	27,17	49,60	0,70	nem calor nem frio
205	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	73,25	36,18	29,20	29,55	49,80	0,10	nem calor nem frio
206	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,26	85,42	36,21	28,40	27,17	53,80	0,10	com pouco calor
207	fem	71 a 80	sobrepeso	0,26	61,50	36,01	25,40	24,90	64,70	0,30	nem calor nem frio
208	fem	60 a 70	obeso	0,35	70,55	36,18	25,90	25,72	63,20	0,10	nem calor nem frio
209	masc	81 a 90	abaixo do peso	0,75	60,93	35,85	26,80	25,64	60,50	0,25	com pouco frio
210	fem	71 a 80	peso normal	0,40	55,27	35,99	26,10	26,10	61,70	0,50	nem calor nem frio
211	fem	60 a 70	obeso	0,40	69,01	36,17	26,70	27,00	58,50	0,50	nem calor nem frio
212	fem	60 a 70	peso normal	0,35	65,05	36,16	26,20	26,66	58,20	0,25	com pouco calor

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
213	fem	60 a 70	abaixo do peso	0,35	55,40	36,14	27,20	26,67	59,40	0,10	com pouco calor
214	fem	60 a 70	obeso	0,25	61,72	36,15	28,30	27,94	52,70	0,80	nem calor nem frio
215	fem	81 a 90	obeso	0,35	60,00	35,85	27,50	25,09	54,40	0,50	nem calor nem frio
216	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	71,09	36,03	29,20	28,28	49,60	0,55	nem calor nem frio
217	fem	60 a 70	peso normal	0,25	58,28	36,15	27,10	27,10	67,00	0,10	nem calor nem frio
218	fem	60 a 70	obeso	0,26	67,09	36,17	27,70	28,55	63,20	0,20	com calor
219	fem	60 a 70	peso normal	0,35	54,80	36,14	26,80	28,13	63,70	0,65	nem calor nem frio
220	fem	71 a 80	peso normal	0,40	55,62	35,99	28,50	27,27	60,90	0,10	nem calor nem frio
221	fem	60 a 70	obeso	0,35	67,66	36,17	27,80	29,95	58,50	0,80	nem calor nem frio
222	fem	71 a 80	sobrepeso	0,35	54,47	35,99	27,70	27,52	57,40	0,10	com pouco calor
223	fem	71 a 80	sobrepeso	0,26	61,20	36,00	27,80	26,94	60,40	0,20	nem calor nem frio
224	masc	71 a 80	obeso	0,26	84,66	36,06	26,80	27,76	61,90	0,60	nem calor nem frio
225	fem	81 a 90	obeso	0,35	62,23	35,86	27,40	27,05	58,50	0,75	nem calor nem frio
226	fem	81 a 90	sobrepeso	0,53	55,33	35,84	27,70	26,84	58,90	0,20	nem calor nem frio
227	fem	81 a 90	obeso	0,35	62,23	35,86	29,40	32,49	52,40	0,75	nem calor nem frio
228	fem	81 a 90	sobrepeso	0,25	54,91	35,84	29,30	28,38	52,60	0,55	com pouco frio
229	fem	71 a 80	peso normal	0,26	59,56	36,00	28,30	27,32	54,10	0,30	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
230	fem	60 a 70	obeso	0,26	67,79	36,17	29,10	29,83	50,00	0,85	com pouco calor
231	fem	60 a 70	peso normal	0,26	62,17	36,16	30,70	29,83	45,40	0,10	com calor
232	fem	60 a 70	peso normal	0,26	52,26	36,13	29,70	29,00	51,00	0,10	nem calor nem frio
233	fem	81 a 90	sobrepeso	0,35	64,29	35,86	25,00	24,77	55,70	0,25	nem calor nem frio
234	fem	71 a 80	obeso	0,35	60,70	36,00	26,40	26,40	54,90	0,10	nem calor nem frio
235	masc	81 a 90	sobrepeso	0,26	75,32	35,89	26,40	26,22	54,00	0,10	com pouco frio
236	fem	60 a 70	sobrepeso	0,25	64,22	36,16	27,20	26,61	54,00	0,15	nem calor nem frio
237	masc	60 a 70	obeso	0,45	82,48	36,20	28,70	30,44	50,90	0,75	nem calor nem frio
238	masc	60 a 70	obeso	0,40	84,93	36,21	28,50	30,39	50,50	0,40	nem calor nem frio
239	masc	60 a 70	peso normal	0,26	56,67	36,14	28,20	28,97	47,80	0,35	nem calor nem frio
240	fem	60 a 70	obeso	0,28	69,62	36,17	28,60	27,20	47,30	0,10	com calor
241	fem	60 a 70	obeso mórbido	0,25	68,83	36,17	27,80	27,80	47,20	0,10	nem calor nem frio
242	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	65,85	36,17	30,00	31,45	45,00	0,85	com calor
243	fem	60 a 70	obeso	0,25	69,09	36,17	30,70	32,46	41,60	0,80	nem calor nem frio
244	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	65,09	36,01	29,70	30,29	43,70	0,50	com pouco calor
245	fem	71 a 80	peso normal	0,25	56,59	35,99	27,90	27,55	53,00	0,10	com pouco calor
246	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	61,73	36,15	27,50	26,97	54,30	0,10	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
247	masc	60 a 70	peso normal	0,26	69,42	36,17	27,80	27,95	53,00	0,10	nem calor nem frio
248	fem	60 a 70	peso normal	0,35	72,34	36,18	27,70	27,47	53,20	0,25	com pouco frio
249	fem	60 a 70	obeso	0,35	73,06	36,18	27,80	27,01	52,80	0,15	nem calor nem frio
250	fem	60 a 70	peso normal	0,25	60,40	36,15	27,50	27,19	51,30	0,55	nem calor nem frio
251	masc	71 a 80	abaixo do peso	0,45	54,33	35,98	28,00	26,18	49,70	0,80	nem calor nem frio
252	fem	60 a 70	obeso	0,26	67,81	36,17	27,90	28,13	51,80	0,25	nem calor nem frio
253	fem	81 a 90	sobrepeso	0,35	60,69	35,85	27,70	27,49	53,80	0,20	nem calor nem frio
254	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	85,99	36,06	28,20	27,85	54,20	0,10	com muito calor
255	fem	81 a 90	sobrepeso	0,25	61,27	35,85	29,00	27,64	52,40	0,70	nem calor nem frio
256	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	68,68	36,02	29,30	29,06	50,20	0,30	nem calor nem frio
257	fem	71 a 80	sobrepeso	0,25	50,17	35,98	30,70	30,70	44,10	0,55	com pouco calor
258	fem	60 a 70	peso normal	0,26	58,49	36,15	28,20	30,11	50,60	0,10	nem calor nem frio
259	masc	71 a 80	sobrepeso	0,26	68,99	36,02	26,10	24,79	62,90	0,60	nem calor nem frio
260	fem	60 a 70	peso normal	0,35	54,93	36,14	26,60	26,27	59,90	0,65	nem calor nem frio
261	masc	60 a 70	peso normal	0,23	78,04	36,19	26,50	26,12	58,00	0,85	nem calor nem frio
262	masc	60 a 70	sobrepeso	0,26	72,77	36,18	27,80	27,07	58,00	0,10	com pouco calor
263	fem	71 a 80	obeso	0,35	59,25	36,00	27,60	26,61	55,70	0,30	nem calor nem frio

indivíduo	sexo	idade	situação IMC	vestimenta (clo)	Metabolismo (w)	t _e (°C)	TBS (°C)	TRM (°C)	UR (%)	V _{ar} (m/s)	grau de sensação
264	masc	71 a 80	obeso	0,45	84,75	36,06	27,60	27,14	54,00	0,25	com calor
265	fem	60 a 70	obeso	0,35	75,08	36,19	28,10	27,57	54,50	0,10	nem calor nem frio
266	fem	71 a 80	sobrepeso	0,45	55,89	35,99	28,00	27,70	51,90	0,50	com pouco calor
267	masc	71 a 80	obeso	0,45	88,06	36,07	29,30	27,90	47,20	0,75	nem calor nem frio
268	fem	71 a 80	obeso	0,35	71,57	36,03	29,90	29,69	46,10	0,20	nem calor nem frio
269	masc	60 a 70	abaixo do peso	0,40	66,47	36,16	29,80	29,16	48,70	0,20	com pouco calor
270	fem	60 a 70	sobrepeso	0,26	63,56	36,16	30,20	29,50	47,60	0,10	com pouco calor

ANEXOS

A
Anexo



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO - HUAC



DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PROJETO

Declaro para fins de comprovação que foi analisado e aprovado neste Comitê de Ética em Pesquisa – CEP o projeto de número CAAE: 52584315.7.0000.5182, Número do Parecer: 1.872.415 intitulado: **UM FUTURO CONFORTÁVEL: proposta de modelo adaptativo/parâmetros de conforto térmico para a população geriátrica do semiárido paraibano.**

Estando o (a) pesquisador (a) ciente de cumprir integralmente os itens da Resolução nº. 466/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que dispõe sobre Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, responsabilizando-se pelo andamento, realização e conclusão deste projeto, bem como comprometendo-se a enviar por meio da Plataforma Brasil no prazo de 30 dias relatório do presente projeto quando da sua conclusão, ou a qualquer momento, se o estudo for interrompido.

Daniel Ferreira Gonçalves de Oliveira
Daniel Ferreira Gonçalves de Oliveira
Coordenador CEP/ HUAC

Campina Grande - PB, 18 de Maio de 2017.

B
Anexo



CIDADE DE CAMPINA GRANDE
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
DIRETORIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
GERÊNCIA DE ATENÇÃO BÁSICA

AUTORIZAÇÃO nº 411/2016/GAB

Autorizamos a Sr. **MIRIAM DE FARIAS PANETE**, pesquisadora do Doutorado da UFRN, do Curso de Arquitetura e Urbanismo, a realizar junto às equipes de saúde da família de Campina Grande-PB, o levantamento de dados referentes ao projeto **"UM FUTURO CONFORTÁVEL: PROPOSTAS DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA IDOSAS NO SEMIÁRIDO"**.

Atenciosamente,

Campina Grande, 18/10/2016

Miguel Rodrigues Albuquerque Dantas
MIGUEL RODRIGUES ALBUQUERQUE DANTAS
Gerente de Atenção Básica - Matrícula 0365/2014
Secretaria Municipal de Campina Grande-PB

INSTRUTEMP
instrumentos de medição

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
No. 00150095/16

São Paulo, 16 de junho de 2016

Nome: **MIRIAM DE FARIAS PANET** Cód Cliente: 63038
MIRIAM DE FARIAS PANET OS. No. 144545

End.: Avenida Engenheiro José Celino Filho 245 201 A
Cidade: CAMPINA GRANDE Estado: PB
Bairro: Mirante CEP: 58407-864
CNPJ: 760.596.934-15 Inscr.: 1285220

Ficha do Equipamento:
No Série: 56998

Equipamento: Termômetro Digital Portátil de Globo Modelo: ITWTG 2000 Marca: INSTRUTEMP
N. de Patrimônio: TAG:

PROCEDIMENTO

Foram calibradas as faixas solicitadas pelo cliente. A execução da calibração foi baseada no procedimento interno ITPRO-TEU-01. A calibração foi realizada pelo método de comparação com o(s) padrão (ões) utilizado (s)

PADRÕES UTILIZADOS

Multifuncional Testo 435-4 + Sonda de Umidade + Sonda de Temperatura, Identificação TU-MTH-03, certificado pela RBC Rede Brasileira de Calibração, sob os n.º 43878/1 e 43878/2, pelo Laboratório Testo em Julho de 2015, próxima calibração em 2 anos. Rastreabilidade dos padrões pode ser encontrada para download em <http://www.instrutemp.com.br/instrutemp/pagina/institucional/padroes>

INFORMAÇÕES GERAIS

Condições Ambientais: Temperatura (21 ± 2°C) Umidade Relativa: (55 ± 10% UR)

- Os resultados a seguir referem-se a uma média de 3 medições subsequentes.
- A incerteza expandida relacionada é baseada em uma incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.
- Os resultados válidos para o estado atual do instrumento em condições de ensaio referem-se exclusivamente ao instrumento submetido a calibração nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. O certificado de calibração não deve ser parcialmente reproduzido sem prévia autorização.

Legenda:
IM = Instrumento Mensurado Desvio = IM - Padrão
Veff = Graus de liberdade efetivos K = Fator de Abrangência (fator multiplicativo adimensional)

Tempo Sugerido para recalibração: 12 meses
Certificado assinado eletronicamente.

RESULTADO DAS MEDIÇÕES

Temperatura TA

Padrão (°C)	IM (°C)	Desvio (°C)	Incerteza ± (°C)	v _{eff}	K
18,7	18,7	0	0,4	infinito	2,00
34,0	33,9	-0,1	0,4	infinito	2,00
44,3	43,9	-0,4	0,4	infinito	2,00

Temperatura TG

Padrão (°C)	IM (°C)	Desvio (°C)	Incerteza ± (°C)	v _{eff}	K
18,7	18,8	0,1	0,4	infinito	2,00
34,0	33,8	-0,2	0,4	infinito	2,00
44,3	43,8	-0,5	0,4	infinito	2,00

Pág: 1

INSTRUTEMP - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA
R. Fernandes Vieira, 156 - Belenzinho - 03059-023 - São Paulo, SP - Brasil
Tel: (55 11) 3488-0200 | Fax: (55 11) 3488-0208
vendas@instrutemp.com.br | www.instrutemp.com.br

INSTRUTEMP
instrumentos de medição

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
No. 00150095/16

São Paulo, 16 de junho de 2016

Umidade Relativa

Padrão (%UR)	IM (%UR)	Desvio (%UR)	Incerteza ± (%UR)	Temperatura de Referência	v _{eff}	K
33,2	32,5	-0,7	1,7	25°C	infinito	2,00
52,3	52,4	0,1	1,9	25°C	infinito	2,00
68,2	68,8	0,6	2,1	25°C	infinito	2,00

Vagner C. de Alencar
Vagner Alencar
Laboratório

Vagner C. de Alencar
Vagner Cipriano de Alencar
CREA: 5063821553
Técnico em Eletrônica

Pág: 2

INSTRUTEMP - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA
R. Fernandes Vieira, 156 - Belenzinho - 03059-023 - São Paulo, SP - Brasil
Tel: (55 11) 3488-0200 | Fax: (55 11) 3488-0208
vendas@instrutemp.com.br | www.instrutemp.com.br



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Certificado de Calibração

Nº 63785/15

Folha 01/01

Cliente: MIRIAM DE FARIAS PANET
Endereço: AV. ENGENHEIRO JOSE CELINO FILHO, 245 - AP. 201 Bairro: MIRANTE Cep: 58407-664 CAMPINA GRANDE - PB
Item Calibrado: TERMO-ANEMOMETRO Nº Código de barras/Nº Série: 11091500792814 / Q610829
Marca: INSTRUTHERM Modelo: TAR-176 Id. Equip. do Cliente: 091174
O.S. Nº: 147539 Data da Calibração: 08/12/2015

Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração

Temperatura durante a calibração: 23± 3°C Umidade relativa durante a calibração: 45 a 65% (U.R.)

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI - 007 - Rev.0 e PCI - 009 - Rev 0 - Foi realizada a calibração através do processo de comparação com um padrão rastreado.

Padrões Utilizados

Instrutherm MDB-450 nº de série 16138 - Certificado de Calibração nº E0885/2015 - RBC - CAL 0024 Validade até 07/2016
Rotronic Hygro Palm nº de série 60222953 - Certificado de Calibração nº LV05304-15-R0 RBC - CAL 0127 Validade até 02/2016
Agilent 33220A nº de série MY44038488 - Certificado de Calibração nº E0049/2015 - RBC - CAL 0024 Validade até 01/2016
Instrutherm FD-900 nº de série 07011500216213 - Certificado de Calibração nº F0109/2015 RBC - CAL 0024 Validade até 03/2016
Delta OHM HD 2303.0 nº de série 12034080 - Certificado de Calibração nº 69.909 - RBC - CAL 0256 Validade até 07/2016

Resultados Obtidos

TERMÔMETRO

Valor Indicado no Instrumento Calibrado (°C)	Valor Convencional (°C)	Erro (°C)	Incerteza (±°C)	k
10.4	10.2	0.2	0.7	2,00
30.1	29.9	0.2	0.7	2,00
40.4	40.5	-0.1	1.2	2,00

ANEMÔMETRO

Valor Indicado no Instrumento Calibrado (m/s)	Valor Convencional (m/s)	Erro (m/s)	Incerteza (±m/s)	k
2.62	2.50	0.12	0.10	2,00
5.30	5.00	0.30	0.10	2,00
9.60	10.00	-0.40	0.20	2,00

Notas

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados na tabela, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas. Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM - Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.

Data de Emissão do Certificado: 09/12/2015

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Cristiano J. Melica
Gerente Técnico

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA.

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP 02911-030

tel: (11) 2144-2800 Fax: (11) 2144-2801

;-mail: instrutherm@instrutherm.com.br SAC: sac@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

INSCRIÇÃO NO CNPJ Nº 53.775.862/0001-52

INSCRIÇÃO ESTADUAL Nº 111.093.664-118

INSCRIÇÃO NO CCM Nº 9.155.648-1

