Leonardo Marques Monteiro

**CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS URBANOS ABERTOS:
VERIFICAÇÕES MODELARES COMO APORTES À EXPLORAÇÃO DE ABORDAGENS**

São Paulo, 2018

Leonardo Marques Monteiro

**CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS URBANOS ABERTOS:
VERIFICAÇÕES MODELARES COMO APORTES À EXPLORAÇÃO DE ABORDAGENS**

Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Livre-Docente no Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

São Paulo, 2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL: leo4mm@usp.br

Monteiro, Leonardo Marques
M775c Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações
modelares como aportes à exploração de abordagens / Leonardo
Marques Monteiro. --São Paulo, 2018.
520 p : il.

Tese (Livre-Docência – Departamento de Tecnologia da
Arquitetura) – FAUUSP.

1.Conforto ambiental (Modelos) - São Paulo (SP) 2.Microclima
urbano 3.Espaço urbano I.Título

CDU 504.055(816.11)

Dedicatória

Ao calor.

Agradecimentos

Aos professores do Grupo de Disciplinas de Conforto Ambiental do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP): Joana Gonçalves, Denise Duarte, Roberta Kronka, Alessandra Prata Shimomura, Ranny Michalski, Paulo Scarazzato e Antonio Gil Andrade, pela paciência, colaboração e convivência. Aos professores, já aposentados pelo referido departamento: Marcia Alucci, Anésia Frota e Fernando Cremonesi pelo apoio, ensinamentos e amizade. Aos demais professores do Departamento de Tecnologia, aos demais da FAUUSP e aos muitos externos – seria impossível nomear todos vocês sem esquecer de alguém – por todas as oportunidades, discussões e contribuições.

Aos meus orientandos: Ana Paula Silveira, André Ferrari, André Sato, Andréia Travaglia, Bettina Wolfram, Camila Lacerda, Carla Soares, Carolina Leme, Corina Bianco, Cynthia Kanashiro, Danielle Iwai, Débora Costa, Eder Santos, Fabíola Diniz, Flávia Pereto, Gabriel Novaes, Giovana Cibim, Helena Zanlorenzi, Hiram Barrera, Jorge Carretero, Lara Andrade, Larissa Oliveira, Letícia Hsiao, Lúgia Melo, Livia Zaffalon, Marcelo Mello, Mariana Spignardi, Milena Bertoldo, Paula Rabelo, Roberto Sarue, Rose Raad, Ruy Soares Filho, Tainá Sophia e Thaiz Gonçalves, pela troca, auxílio e dedicação.

A todos os demais pesquisadores e alunos de pós-graduação e graduação vinculados ao Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LABAUT) do Departamento de Tecnologia, em especial aos que participaram dos levantamentos de campo realizados de 2004 a 2015 que serviram como base empírica para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao técnico de laboratório Ranieri Higa, pela preparação, auxílio na realização e processamento de dados dos levantamentos de campo. À secretaria do Departamento de Tecnologia (AUT), por todo o apoio. À Seção Técnica de Produção Editorial (LPG), pela produção dos exemplares.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos auxílios à pesquisa. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro e bolsas. Aos demais órgãos que p recursos, bolsas e premiações que auxiliaram na concretização deste trabalho: Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo (PRPG/USP); International Society of Biometeorology (ISB); International Award Urban Climate (IAUC), European Space Agency (ESA); Swiss Federal Office of Energy (OFEN); Precourt Energy Efficiency Center of Stanford University (PEEC), European Institute for Energy Research (EIFER) e World Resources Institute (WRI).

E, finalmente, aos meus seres queridos. À minha família: meu pai e minha mãe; meu avô e minha avó; meu irmão e minha cunhada; e à Aninha, à Bruna e ao Fefe. À Loui e à Ciça, que saudades das cachorradas. Aos amigos de além: Luigi, Ralph e Mike; aos amigos da fau e de sempre.

Sumário

LISTA DE TABELAS	17
LISTA DE FIGURAS.....	23
LISTA DE REDUÇÕES	27
RESUMO	35
1. INTRODUÇÃO	39
1.1. Apresentação	39
1.2. Justificativa	39
1.2.1. Considerações iniciais.....	39
1.2.2. Desenvolvimento de trabalhos na área.....	40
1.2.3. Histórico do problema.....	40
1.2.4. Estado da arte internacional.....	42
1.3. Objeto	44
1.4. Hipótese.....	44
1.5. Objetivo.....	44
1.6. Métodos	45
1.7. Resultados.....	45
1.8. Considerações metodológicas	46
1.8.1. Conceituais.....	46
1.8.2. Modelares, modais, espaciais e temporais	46
1.8.3. Aspectuais	48
1.8.4. Metalinguísticas.....	49
1.9. Estrutura do texto	50
1.10. Referências bibliográficas	51
2. ÍNDICES DE ADEQUAÇÃO TÉRMICA HUMANA.....	57
2.1. Considerações iniciais.....	57
2.2. Levantamento bibliográfico.....	57
2.3. Classificação dos índices de adequação térmica	58
2.4. Revisão dos índices de adequação térmica.....	61
2.5. Aplicativos para cálculo dos índices.....	68
2.6. Seleção de índices para verificação.....	71
2.7. Quadro-resumo de índices.....	76
2.8. Considerações finais	77
2.9. Referências bibliográficas	77

3. LEVANTAMENTOS EMPÍRICOS EM SITUAÇÕES URBANAS	95
3.1. Considerações iniciais	95
3.2. Levantamentos laboratoriais.....	98
3.2.1. Cidade Universitária	98
3.2.2. Considerações acerca dos levantamentos laboratoriais.....	100
3.3. Levantamentos de campo em meio urbano	100
3.3.1. Bairro da Luz	100
3.3.2. Avenida Paulista	103
3.3.3. Considerações acerca dos levantamentos no Bairro da Luz e na Avenida Paulista	104
3.3.4. Cambuci.....	105
3.3.5. Bela Vista.....	106
3.3.6. Vila Mariana	107
3.3.7. Considerações acerca dos levantamentos no Cambuci, Bela Vista e Vila Mariana.....	108
3.4. Levantamentos específicos de campo em meio urbano	108
3.4.1. Entorno de estações da CPTM	108
3.4.2. Vila Olímpia	109
3.4.3. Berrini.....	110
3.4.4. Santo Amaro.....	111
3.4.5. Considerações acerca do entorno de estações da CPTM.....	111
3.4.6. Entorno de edifícios ícones da arquitetura brasileira	112
3.4.7. Avenida Paulista	112
3.4.8. República.....	114
3.4.9. Considerações acerca do entorno de edifícios ícones.....	115
3.5. Quantificação de variáveis.....	116
3.5.1. Variáveis ambientais.....	116
3.5.1.1. Critérios.....	116
3.5.1.2. Quantificação física	118
3.5.1.3. Quantificação matemática	119
3.5.2. Variáveis pessoais.....	123
3.5.2.1. Critérios.....	124
3.5.2.2. Quantificação	129
3.5.3. Variáveis subjetivas	130
3.5.3.1. Critérios.....	130
3.5.3.2. Quantificação	132
3.5.4. Outras variáveis.....	133
3.6. Considerações finais	135
3.7. Referências bibliográficas.....	135

4. PROPOSIÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE ÍNDICES E ANÁLISE COMPARATIVA.....	137
4.1. Considerações iniciais.....	137
4.2. Critérios de comparação	139
4.3. Resultados das simulações de modelos preditivos	140
4.4. Proposição de nova calibração	142
4.5. Critérios de calibração.....	142
4.6. Proposição de novas faixas interpretativas.....	143
4.6.1. Nova temperatura efetiva: <i>New Effective Temperature</i> (ET*).....	143
4.6.2. Nova temperatura efetiva corrigida: <i>New Corrected Effective Temperature</i> (CET).....	144
4.6.3. Temperatura operativa: <i>Operative Temperature</i> (OT)	145
4.6.4. Nova temperatura efetiva operativa: <i>New Effective Operative Temperature</i> (EOT*)	146
4.6.5. Índice de temperatura e resfriamento pelo vento: <i>Wind Chill Temperature Index</i> (WCTI)	146
4.6.6. Temperatura equivalente: <i>Equivalent Temperature</i> (EqT).....	147
4.6.7. Índice de estresse térmico por calor: <i>Heat Stress Index</i> (HSI)	148
4.6.8. Temperatura de globo e de bulbo úmido: <i>Wet Bulb Globe Temperature</i> (WBGT).....	149
4.6.9. Índice de desconforto: <i>Discomfort Index</i> (DI).....	150
4.6.10. Índice equatorial de conforto: <i>Equatorial Comfort Index</i> (ECI)	151
4.6.11. Nova temperatura efetiva padrão: <i>New Standard Effective Temperature</i> (SET*)	151
4.6.12. Índice de estresse térmico: <i>Index of Thermal Stress</i> (ITS).....	153
4.6.13. Humidex (HD).....	154
4.6.14. Voto médio estimado ao ar livre: <i>Predicted Mean Vote Outdoors</i> (PMV _o)	155
4.6.15. Taxa de suor requerida: <i>Required sweat rate</i> (Sw _{req}).....	156
4.6.16. Fração de pele coberta por suor: <i>Skin wettedness</i> (w).....	157
4.6.17. Temperatura aparente: <i>Apparent Temperature</i> (AT)	157
4.6.18. Saldo energético: <i>Energy budget</i> (S)	158
4.6.19. Taxa de suor requerida alternativa: <i>Required sweat rate – alternative</i> (Sw _{req'}).....	158
4.6.20. Temperatura Neutra Exterior (T _{ne})	159
4.6.21. Carga térmica: <i>Heat Load</i> (HL)	160
4.6.22. Esforço fisiológico: <i>Physiological Strain</i> (PhS).....	161
4.6.23. Estímulo devido à intensidade de radiação solar: <i>Intensity of Radiation Stimuli</i> (R')	162
4.6.24. Índice de temperatura subjetiva: <i>Subjective Temperature Index</i> (STI).....	163
4.6.25. Isolamento esperado da roupa: <i>Expected Clothing insulation index</i> (EC).....	163
4.6.26. Índice de capacidade de armazenamento: <i>Potential Storage Index</i> (PSI)	164
4.6.27. Temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico: <i>Skin Temperature Equilibrating heat balance</i> (STE)	165
4.6.28. Temperatura equivalente fisiológica: <i>Physiological Equivalent Temperature</i> (PET)	165
4.6.29. Índice de sensação térmica: <i>Thermal Sensation</i> (TS)	167

4.6.30. Novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento: <i>New Wind Chill Temperature Index</i> (NWCTI)	168
4.6.31. Voto real de sensação: <i>Actual Sensation Vote</i> (ASV).....	169
4.6.32. Temperatura Equivalente Percebida (TEP)	170
4.6.33. Temperatura Equivalente Percebida Adaptativa (TEP _A).....	172
4.6.34. Índice termoclimático universal: <i>Universal Thermal Climate Index</i> (UTCI)	173
4.7. Valores-limite	174
4.8. Resultados da calibração	175
4.9. Discussão dos resultados.....	177
4.9.1. Modelos de esforço fisiológico	179
4.9.1.1. Índices normativos de estresse térmico	179
4.9.1.2. Índices de estresse térmico por calor	180
4.9.1.3. Índices de estresse térmico por calor e frio.....	181
4.9.2. Modelos de sensação térmica	183
4.9.2.1. Índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos	184
4.9.2.2. Índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos	185
4.9.2.3. Índices de sensação térmica baseados em analogia.....	186
4.10. Considerações finais	188
4.11. Referências bibliográficas.....	191
5. CORRELAÇÕES, REGRESSÕES, MODELAGENS E VERIFICAÇÕES	197
5.1. Considerações iniciais	197
5.2. Correlações: variáveis subjetivas, pessoais e ambientais	197
5.3. Modelagem numérica para avaliação preditiva	201
5.3.1. Regressão para as situações ambientais e valores médios	201
5.3.2. Regressão dos dados considerados individualmente	204
5.3.3. Comparação com resultados de outros modelos	206
5.3.4. Considerações acerca das regressões realizadas.....	208
5.4. Verificação de variáveis relativas aos indivíduos	209
5.4.1. Taxa metabólica	209
5.4.2. Resistência térmica da roupa	214
5.5. Verificação da adaptação às condições climáticas	218
5.5.1. Verificação da influência da temperatura média do ar dos 30 dias anteriores	219
5.6. Verificação comparativa de regressões	221
5.7. Proposição de modelo baseado em temperatura de globo.....	225
5.7.1. Modelagem numérica para avaliação preditiva com levantamentos <i>in loco</i>	226
5.7.2. Verificação dos resultados de modelo baseado em temperatura de globo	227
5.7.3. Consideração da adaptação às condições climáticas.....	229
5.8. Proposição de nova modelagem	230

5.8.1. Modelo baseado em temperatura equivalente de globo (TEG)	230
5.8.2. Modelo baseado em temperatura equivalente de globo adaptativa (TEG _A).....	232
5.8.3. Verificação da aplicabilidade dos modelos	233
5.9. Considerações finais	233
5.10. Referências bibliográficas	234
6. AMPLIAÇÕES E DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA	237
6.1. Explorações da interação termoacústica	237
6.1.1. Considerações iniciais.....	237
6.1.2. Levantamentos e procedimentos	238
6.1.3. Resultados de TEP e L _{eq} , análise e discussão	240
6.1.4. Análise cruzada e discussão de resultados	243
6.1.5. Considerações finais	246
6.2. Explorações em outro contexto urbano.....	247
6.2.1. Considerações iniciais.....	247
6.2.2. Levantamentos e procedimentos	247
6.2.3. Análise dos dados microclimáticos e dos resultados de TEP e L _{eq}	248
6.2.4. Discussão dos resultados.....	251
6.2.5. Considerações finais	252
6.3. Explorações em espaços semiabertos.....	253
6.3.1. Considerações iniciais.....	253
6.3.2. Seleção dos estudos de caso	253
6.3.3. Seleção dos índices de conforto	254
6.3.4. Levantamentos empíricos	255
6.3.5. Resultados empíricos	257
6.3.6. Verificação empírica dos resultados simulados	258
6.3.7. Discussão dos resultados.....	259
6.3.8. Calibração do modelo.....	261
6.3.9. Representatividade do modelo.....	262
6.3.10. Considerações finais	263
6.4. Explorações em ambientes internos	264
6.4.1. Considerações iniciais.....	264
6.4.2. Contextualização	264
6.4.3. Levantamento empírico.....	266
6.4.4. Tratamento de dados	267
6.4.5. Análise dos resultados e discussão	269
6.4.6. Considerações finais	271

6.5. Explorações com aquisição remota de dados.....	272
6.5.1. Considerações iniciais.....	272
6.5.2. Embasamento e contexto.....	272
6.5.3. Metodologia e procedimentos.....	273
6.5.4. Área de estudo.....	274
6.5.5. O modelo.....	275
6.5.6. O aplicativo.....	276
6.5.7. Tratamento de dados.....	279
6.5.8. Considerações finais.....	281
6.6. Explorações em cenários climáticos futuros.....	282
6.6.1. Introdução.....	282
6.6.2. Cenários climáticos.....	282
6.6.3. Cenários urbanos.....	284
6.6.4. Resultados.....	285
6.6.5. Análise dos resultados e discussão.....	290
6.6.6. Análise de resultados específicos e discussão.....	295
6.6.7. Considerações finais.....	301
6.7. Explorações futuras.....	302
6.7.1. Aplicações em mobilidade urbana.....	302
6.7.2. Aplicações em planejamento, desenho e projeto urbano.....	304
6.7.3. Aplicações em bem-estar e saúde.....	306
6.8. Considerações finais.....	307
6.9. Referências bibliográficas.....	308
7. INSERÇÃO NO ESTADO DA ARTE E IMPACTO NO ENSINO.....	314
7.1. Considerações iniciais.....	314
7.2. Inserção no estado da arte.....	314
7.3. Referências teóricas.....	322
7.3.1. À revisão bibliográfica.....	322
7.3.2. À seleção de índices.....	324
7.3.3. A questões conceituais.....	328
7.4. Referências metodológicas.....	332
7.4.1. Aos levantamentos de campo.....	332
7.4.2. Às verificações comparativas de índices.....	335
7.4.3. Às calibrações de índices.....	337
7.4.4. Às proposições de índices.....	340
7.5. Referências de aplicação.....	341
7.5.1. Da calibração do índice PET.....	341

7.5.2. Da calibração de outros índices	345
7.5.3. Do índice TEP	347
7.6. Referências de verificação	349
7.6.1. Da calibração do índice PET	350
7.6.2. Da calibração de outros índices	351
7.6.3. Do índice TEP	352
7.7. Discussão	355
7.7.1. Referências nacionais e internacionais.....	355
7.7.2. Proposições de calibração do índice de temperatura equivalente fisiológica.....	363
7.7.3. Proposições de equações baseadas em análise de regressão.....	368
7.8. Impacto no ensino	371
7.8.1. Conforto urbano.....	373
7.8.2. Modelos para aplicação meteorológica.....	374
7.8.3. Modelo climático de Michel	375
7.8.4. Temperatura equivalente fisiológica.....	376
7.8.5. Temperatura equivalente percebida.....	378
7.8.6. Temperatura equivalente percebida aplicada <i>in loco</i>	379
7.8.7. Temperatura equivalente percebida aplicada ao projeto	380
7.8.8. Avaliação da temperatura equivalente percebida	382
7.8.9. Aplicação prática	383
7.9. Resumo propositivo.....	387
7.10. Considerações finais	389
7.11. Referências bibliográficas	390
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	425
8.1. Revisita à introdução	425
8.2. Produtos da pesquisa.....	425
8.3. Síntese conclusiva.....	429
8.4. Reflexão final	430
9. BIBLIOGRAFIA.....	432

Lista de Tabelas

Tabela 2-1: Classificação dos índices de adequação térmica	60
Tabela 2-2: Índices para verificação da adequação térmica humana.....	61
Tabela 2-3: Resumo dos índices segundo a classificação proposta	67
Tabela 2-4: Dados de entrada do Bioklima, de Blazejczyk (2016)	70
Tabela 2-5: Critérios de seleção de índices para comparação de resultados	74
Tabela 2-6: Classificação atualizada dos índices de adequação térmica	75
Tabela 2-7: Quadro-resumo dos índices selecionados.....	76
Tabela 3-1: Locais levantados empiricamente	95
Tabela 3-2: Locais levantados empiricamente no Bairro da Luz	101
Tabela 3-3: Locais levantados empiricamente na Avenida Paulista.....	104
Tabela 3-4: Locais levantados empiricamente no entorno de estações da linha da CPTM.....	112
Tabela 3-5: Locais levantados empiricamente no entorno de edifícios ícones	115
Tabela 3-6: Características requeridas e desejadas dos instrumentos (adaptada de ISO 7726, 1998)	116
Tabela 3-7: Condições ambientais de referência para a determinação das constantes de tempo dos sensores de medição (adaptada de ISO 7726, 1998)	117
Tabela 3-8: Altura de medição para as variáveis do ambiente (ISO 7726, 1998)	117
Tabela 3-9: Valores para cálculo do fator de forma (FF), segundo ISO 7726 (1998).....	122
Tabela 3-10: Taxa metabólica e eficiência mecânica (adaptada de Fanger, 1970)	126
Tabela 3-11: I_{cl} e f_{cl} para conjunto de vestimentas (adaptada de ISO 9920, 2007; ASHRAE, 2017)	127
Tabela 3-12: I_{cl} para peças de vestuários (adaptada de ISO 9920, 2007; ASHRAE, 2017)	128
Tabela 3-13: Valores referenciais para determinação da taxa metabólica	129
Tabela 4-1: Modelos preditivos, índices e respectivas variáveis para simulação computacional	138
Tabela 4-2: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para índices originais e calibrados por Monteiro (2008).....	141
Tabela 4-3: ET^* e calibrações com base laboratorial e de campo.....	144
Tabela 4-4: CET^* e calibrações com base laboratorial e de campo.....	145
Tabela 4-5: OT e calibrações com base laboratorial e de campo.....	145

Tabela 4-6: EOT* e calibrações com base laboratorial e de campo	146
Tabela 4-7: WCTI e calibrações com base laboratorial e de campo.....	147
Tabela 4-8: EqT e calibrações com base laboratorial e de campo	148
Tabela 4-9: HSI e calibrações com base laboratorial e de campo.....	149
Tabela 4-10: WBGT e calibrações com base laboratorial e de campo	150
Tabela 4-11: DI e calibrações com base laboratorial e de campo	150
Tabela 4-12: ECI e calibrações com base laboratorial e de campo.....	151
Tabela 4-13: SET* e calibrações com base laboratorial e de campo	152
Tabela 4-14: ITS e calibrações com base laboratorial e de campo	154
Tabela 4-15: Humidex e calibrações com base laboratorial e de campo	155
Tabela 4-16: PMV _o e calibrações com base laboratorial e de campo.....	156
Tabela 4-17: Sw _{req} e calibrações com base laboratorial e de campo	156
Tabela 4-18: w e calibrações com base laboratorial e de campo	157
Tabela 4-19: AT e calibrações com base laboratorial e de campo	157
Tabela 4-20: S e calibrações com base laboratorial e de campo	158
Tabela 4-21: Sw _{req'} e calibrações com base laboratorial e de campo.....	159
Tabela 4-22: T _{ne} e calibrações com base laboratorial e de campo	160
Tabela 4-23: HL e calibrações com base laboratorial e de campo	161
Tabela 4-24: PhS e calibrações com base laboratorial e de campo	162
Tabela 4-25: R' e calibrações com base laboratorial e de campo	162
Tabela 4-26: STI e calibrações com base laboratorial e de campo	163
Tabela 4-27: EC e calibrações com base laboratorial e de campo.....	164
Tabela 4-28: PSI e calibrações com base laboratorial e de campo	164
Tabela 4-29: STE e calibrações com base laboratorial e de campo.....	165
Tabela 4-30: PET e calibrações com base laboratorial e de campo.....	167
Tabela 4-31: TS e calibrações com base laboratorial e de campo	168
Tabela 4-32: NWCTI e calibrações com base laboratorial e de campo	169
Tabela 4-33: ASV e calibrações com base laboratorial e de campo.....	170
Tabela 4-34: TEP e calibrações com base laboratorial e de campo.....	171

Tabela 4-35: UTCI e calibrações com base laboratorial e de campo	174
Tabela 4-36: Valores-limite das variáveis ambientais microclimáticas	174
Tabela 4-37: Valores-limite do isolamento da roupa, considerando valores observados e médios.....	174
Tabela 4-38: Valores-limite da taxa metabólica, considerando valores observados e médios	175
Tabela 4-39: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para índices originais, calibrados laboratorialmente e em situações urbanas reais.....	176
Tabela 4-40: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para base empírica laboratorial e em situações urbanas reais	178
Tabela 4-41: Resultados para índices normativos de estresse térmico	179
Tabela 4-42: Resultados para índices de estresse térmico por calor.....	180
Tabela 4-43: Resultados para índices de estresse térmico por calor e frio.....	182
Tabela 4-44: Resultados para índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos	184
Tabela 4-45: Resultados para índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos	185
Tabela 4-46: Resultados para índices de sensação térmica baseados em analogia.....	186
Tabela 4-47: Grupos de resultados mais satisfatórios e médias gerais	189
Tabela 5-1: Correlação entre as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e de conforto e as variáveis ambientais e pessoais, para os dados levantados em campo	198
Tabela 5-2: Correlação entre as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e as variáveis ambientais e pessoais, para os dados levantados laboratorialmente.....	198
Tabela 5-3: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes.....	202
Tabela 5-4: Análise de variância para as regressões realizadas.....	203
Tabela 5-5: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes.....	205
Tabela 5-6: Análise de variância para a regressão com quatro variáveis independentes	206
Tabela 5-7: Correlação de diversos modelos com seus respectivos dados observados	207
Tabela 5-8: Correlação de conjuntos específicos de dados na cidade de São Paulo.....	207
Tabela 5-9: Resumo dos resultados das simulações para determinação do índice TEP em função de diferentes taxas metabólicas	210
Tabela 5-10: Valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP.....	211
Tabela 5-11: Resultados médios de sensação térmica por taxa metabólica obtidos em campo	212
Tabela 5-12: Novos valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP	213

Tabela 5-13: Resultados médios de sensação térmica por taxa metabólica obtidos em campo pelos novos levantamentos	213
Tabela 5-14: Resumo estatístico da constante e da variável independente.....	214
Tabela 5-15: Análise de variância para a regressão linear da variável independente.....	214
Tabela 5-16: Valores-limite da variável isolamento da roupa, segundo critérios físicos e culturais	215
Tabela 5-17: Resistência térmica da roupa prevista e observada para as situações ambientais levantadas empiricamente (verão).....	215
Tabela 5-18: Resistência térmica da roupa prevista e observada para as situações ambientais levantadas empiricamente (inverno)	216
Tabela 5-19: Resistência térmica da roupa prevista e observada para diferentes horários	217
Tabela 5-20: Resistência térmica da roupa prevista e observada para diferentes tipologias	217
Tabela 5-21: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes	220
Tabela 5-22: Resultados das regressões (r^2)	225
Tabela 5-23: Resumo estatístico da constante e da variável independente.....	227
Tabela 5-24: Análise de variância da regressão linear	227
Tabela 5-25: Resumo estatístico da constante e da variável independente.....	228
Tabela 5-26: Análise de variância da regressão linear	228
Tabela 5-27: Resumo estatístico da constante e da variável independente.....	229
Tabela 5-28: Análise de variância da regressão linear	229
Tabela 5-29: Resumo estatístico da constante e da variável independente.....	230
Tabela 5-30: Análise de variância da regressão linear	230
Tabela 5-31: Classificação proposta para a temperatura equivalente de globo	231
Tabela 5-32: Valores-limite das variáveis envolvidas no TEG e TEG _A , considerando-se os dados observados	233
Tabela 6-1: Intervalos de TEP e L _{eq} atendidos simultaneamente e pessoas em conforto, em %	246
Tabela 6-2: Dados coletados: microclimáticos, pessoais e subjetivos.....	257
Tabela 6-3: Resultados da simulação dos diferentes modelos.....	259
Tabela 6-4: Resultados da equação de temperatura operativa neutra original (OT _n) e da equação proposta (OT _n *) para avaliação de espaços semiconfinados em São Paulo	261
Tabela 6-5: Caracterização microclimática dos períodos levantados, resultados dos questionários e da aplicação do modelo adaptativo	269

Tabela 6-6: Temperatura do ar média mensal nos cenários simulados	283
Tabela 6-7: Umidade relativa média mensal nos cenários simulados.....	283
Tabela 6-8: Porcentagem de sensação térmica por cenários urbanos e cenários climáticos	291
Tabela 6-9: Variação percentual de horas do ano por faixa de sensação térmica (6h-22h)	294
Tabela 6-10: Variação percentual comparativa de horas do ano por faixa de sensação térmica (6h-22h)	295
Tabela 6-11: TEP médias em diferentes situações urbanas e cenários climáticos	297
Tabela 7-1: Número de citações e índices h e i10 – Google Scholar, acesso em 14/12/2017	315
Tabela 7-2: Citações por ano – Google Scholar, acesso em 14/12/2017	316
Tabela 7-3: Citações por publicação – Google Scholar, acesso em 14/12/2017	316
Tabela 7-4: Esquema para consideração dos trabalhos que citam a produção científica do autor	321
Tabela 7-5: Referências teóricas à revisão bibliográfica	323
Tabela 7-6: Referências teóricas à seleção de índices	327
Tabela 7-7: Referências teóricas a questões conceituais.....	332
Tabela 7-8: Referências metodológicas aos levantamentos de campo	334
Tabela 7-9: Referências metodológicas às verificações comparativas de índices	337
Tabela 7-10: Referências metodológicas às calibrações de índices	339
Tabela 7-11: Referências metodológicas às proposições de índices	341
Tabela 7-12: Referências de aplicação da calibração do PET	345
Tabela 7-13: Referências de aplicação da calibração de outros índices.....	347
Tabela 7-14: Referências de aplicação do índice TEP	349
Tabela 7-15: Referências de verificação da calibração do PET	351
Tabela 7-16: Referências de verificação da calibração de outros índices.....	352
Tabela 7-17: Referências de verificação do índice TEP	355
Tabela 7-18: Publicações de pesquisas nacionais que referenciam trabalhos do autor	359
Tabela 7-19: Publicações de pesquisas do exterior que referenciam trabalhos do autor	362
Tabela 7-20: Proposições de calibração do índice PET no Brasil	365
Tabela 7-21: Faixas de neutralidade do índice PET no Brasil	365
Tabela 7-22: Proposições de calibração do índice PET no mundo	366
Tabela 7-23: Faixas de neutralidade do índice PET no mundo	367

Tabela 7-24: Proposições de equações baseadas em análise de regressão.....	370
Tabela 7-25: Calibração da temperatura equivalente fisiológica (PET).....	377
Tabela 7-26: Temperatura equivalente percebida (TEP).....	382
Tabela 7-27: Dados de temperaturas e umidade do ar para a cidade de São Paulo.....	383
Tabela 7-28: Dados de radiação solar incidente (W/m^2), sobre plano horizontal, latitude $23^{\circ}30'Sul$	384
Tabela 7-29: Dados de predominância de direção e velocidade do vento para a cidade de São Paulo.....	384
Tabela 7-30: Resultados comparativos dos cenários avaliados	386
Tabela 7-31: Equações para T_{sp} , TEP , TEP_A , TEP_M e TEG	388
Tabela 7-32: Faixas de T_{sp} , TEP , TEP_A , TEP_M e TEG e calibração para PET e UTCI	388

Lista de Figuras

Figura 3-1: Regiões levantadas empiricamente na cidade de São Paulo	97
Figura 3-2: Locais levantados empiricamente na Cidade Universitária	99
Figura 3-3: Vista das bases levantadas empiricamente na Cidade Universitária	99
Figura 3-4: Condições de exposição ao céu das bases na Cidade Universitária	99
Figura 3-5: Locais levantados empiricamente no Bairro da Luz	100
Figura 3-6: Vista das bases levantadas empiricamente no Bairro da Luz no verão	102
Figura 3-7: Condições de exposição ao céu das bases no Bairro da Luz no verão	102
Figura 3-8: Vista das bases levantadas empiricamente no Bairro da Luz no inverno	102
Figura 3-9: Condições de exposição ao céu das bases no Bairro da Luz no inverno	102
Figura 3-10: Locais levantados empiricamente no Parque Trianon	103
Figura 3-11: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Paulista	104
Figura 3-12: Condições de exposição ao céu nas bases da Avenida Paulista	104
Figura 3-13: Localização dos pontos de medição no Cambuci	105
Figura 3-14: Localização dos pontos de medição na Bela Vista	106
Figura 3-15: Localização do ponto de medição na Vila Mariana	108
Figura 3-16: Estações de trem da Linha 9 da CPTM, destacando as três estações consideradas	109
Figura 3-17: Vista das bases levantadas empiricamente na Vila Olímpia	110
Figura 3-18: Vista das bases levantadas empiricamente na Berrini	110
Figura 3-19: Vista das bases levantadas empiricamente em Santo Amaro	111
Figura 3-20: Localização dos pontos de medição na Avenida Paulista	113
Figura 3-21: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Paulista	113
Figura 3-22: Localização dos pontos de medição na República	114
Figura 3-23: Vista das bases levantadas empiricamente na República	115
Figura 3-24: Imagens térmicas de três situações de exposição diferenciadas	121
Figura 3-25: Indicação de a,b,c para determinação de fator de forma para pessoa em pé	122
Figura 3-26: Indicação de a,b,c para determinação de fator de forma para pessoa sentada	123

Figura 3-27: Valores referenciais para determinação do tipo de vestimenta	130
Figura 3-28: Questionário de percepção e preferência de sensação térmica	131
Figura 3-29: Instruções e tabela de anotação de variáveis subjetivas e pessoais	134
Figura 5-1: ΔTEP prevista e verificada em função da taxa metabólica	212
Figura 5-2: Temperatura equivalente percebida de neutralidade em função da temperatura do ar média dos 30 dias anteriores	221
Figura 5-3: Resultados para regressões lineares simples	222
Figura 5-4: Resultados para regressões logarítmicas	223
Figura 5-5: Resultados para regressões polinomiais de segunda ordem	223
Figura 5-6: Resultados para regressões polinomiais de terceira ordem	224
Figura 5-7: Resultados para regressões polinomiais de quarta ordem	224
Figura 5-8: Temperatura de globo de neutralidade em função da temperatura do ar média dos 30 dias anteriores	234
Figura 6-1: Questionário de percepção e preferência de sensação acústica	240
Figura 6-2: Temperatura equivalente percebida, em °C, e pessoas em conforto térmico, em %	241
Figura 6-3: Nível sonoro equivalente, em dB(A), e pessoas em conforto acústico, em %	241
Figura 6-4: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto acústico, em %	243
Figura 6-5: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto térmico, em %	244
Figura 6-6: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto ambiental, em %	245
Figura 6-7: Praça da Liberdade e Praça Sete de Setembro	247
Figura 6-8: Temperatura do ar e umidade relativa mensuradas	248
Figura 6-9: Temperatura radiante média calculada	249
Figura 6-10: Temperatura fisiológica equivalente (PET)	250
Figura 6-11: Nível sonoro equivalente contínuo (LA_{eq})	250
Figura 6-12: Imagens do primeiro estudo de caso	256
Figura 6-13: Imagens do segundo estudo de caso	256
Figura 6-14: Proposição de valores de temperatura operativa aceitáveis para espaços semiconfinados em São Paulo	262
Figura 6-15: Confortímetro e exemplo de sala e quarto levantados empiricamente	267
Figura 6-16: Condições de conforto térmico nos períodos de inverno e verão	270

Figura 6-17: CUASO e quatro pontos levantados com imagens térmicas	275
Figura 6-18: Diagrama esquemático do modelo	275
Figura 6-19: Ícone do aplicativo exibido no dispositivo, tela inicial e menu de opções	276
Figura 6-20: Configuração do entorno, idade e sexo e humor no momento	277
Figura 6-21: Telas com grau de satisfação do usuário em relação a diferentes quesitos.....	277
Figura 6-22: Telas com opinião acerca de questões adicionais	278
Figura 6-23: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – céu aberto e exposto ao vento.....	286
Figura 6-24: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – céu aberto e protegido do vento	287
Figura 6-25: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – à sombra e exposto ao vento.....	288
Figura 6-26: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – à sombra e protegido do vento	289
Figura 6-27: Gráfico comparativo de diferentes cenários climáticos para dia de verão e de inverno	298
Figura 6-28: Gráficos comparativos por situação urbana para dia de verão	299
Figura 6-29: Gráfico por situação urbana para dia de verão no cenário presente e futuro distante	301
Figura 6-30: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Faria Lima	303
Figura 6-31: Condições de exposição ao céu das bases na Avenida Faria Lima	303
Figura 6-32: Método esquemático para obtenção do mapeamento do índice TEP.....	305

Lista de Reduções

A = área da seção, em m^2	c = coeficiente de troca convectiva da roupa, adimensional
a = coeficiente de absorção de radiação solar da roupa, adimensional	c = coeficiente estatístico, adimensional
A _a = amplitude anual, em K	C = troca de calor por convecção, em W/m^2
a _c = albedo da pele/roupa, em %	C' = troca de calor por condução, em W/m^2
A _{cl} = área do corpo vestido, em m^2	c _b = calor específico do sangue, em $W \cdot s/K \cdot kg$
ACL = entrevistados aclimatados, em porcentagem	CET = temperatura efetiva corrigida, em $^{\circ}C$
ACP = poder de refrigeração do ar, adimensional	CET* = nova temperatura efetiva corrigida, em $^{\circ}C$
A _{Du} = área da superfície do corpo, segundo DuBois, em m^2	Cfa = clima subtropical úmido
Af = clima equatorial úmido	Cfb = clima temperado marítimo úmido
a _g = albedo do solo, em %	C _{fi} = correlação com as faixas interpretativas, adimensional
AirE = entalpia do ar, em kJ/kg	CHSI = índice de esforço acumulativo ao calor, adimensional
ap = acertos preditivos, em porcentagem	CI = índice de conforto, adimensional
ASV = voto real de sensação, adimensional	CLIM = índice climático
ASV* = novo voto real de sensação, adimensional	Clo = espessura da roupa
AT = temperatura aparente, em $^{\circ}C$	CLO _{DEX} = índice de roupa necessária para conforto, em clo
AT* = nova temperatura aparente, em $^{\circ}C$	CmCh = carta de conforto
ATSI = índice de esforço térmico de aclimação, adimensional	CmV = voto de conforto, adimensional
Aw = clima tropical com chuvas no verão	Cod = código do levantamento
B = saldo energético do balanço, em W/m^2	Comfa = fórmula de conforto
BCI = índice de conforto biometeorológico, adimensional	Conf = sensação de conforto térmico, adimensional
BCI' = índice de contraste bioclimático, adimensional	c _p = calor específico a pressão constante, em $J/kg \cdot K$
BDI = índice de distância bioclimática, adimensional	c _{p,ar} = calor específico do ar, em $Wh/kg^{\circ}C$
BET = temperatura efetiva belga, em $^{\circ}C$	c _{p,b} = capacidade térmica específica do corpo, em $W/m^{\circ}C$
BIO _{DEX} = índice de troca de energia do corpo com a atmosfera, em W/m^2	C _{pm} = correlação com o parâmetro do modelo, adimensional
BISCR = índice bioclimático da gravidade do regime climático	C _{res} = perda de calor sensível por convecção devido à respiração, em W/m^2
BSA = actinógrafo da esfera negra	Csa = clima temperado mediterrâneo, verões quentes (chuvas no inverno)
BSk = clima semiárido frio	CSI = índice de esforço ao frio, adimensional
BTI = índice de temperatura corporal, em $^{\circ}C$	C _{sk} = troca de calor sensível pela pele e roupa, em W/m^2
BWk = clima árido frio	CumDI = índice de desconforto cumulativo
BWSI = índice de severidade do tempo climático de Bodman, adimensional	

CV = voto de conforto, adimensional
 Cwa = clima subtropical / clima tropical de altitude
 CWM = classificação do tempo climático em momentos, adimensional
 Cy = cilindro
 D = diâmetro do globo, em m
 d = direção do vento, em graus
 DE = índice dedutivo de estresse térmico, adimensional
 DF = grau de liberdade, adimensional
 DI = índice de desconforto, adimensional
 DI' = índice alternativo de desconforto, em °C
 DISC = desconforto térmico, adimensional
 D_{max} = perda máxima de água, em Wh/m²
 DMC = grau de resfriamento meteorológico
 dp = desvio padrão, adimensional
 DPT = temperatura de ponto de orvalho, em °C
 DRI = índice de risco de corrente de ar, adimensional
 DS = índice dedutivo de sensação térmica, adimensional
 DWT = tipos de tempo climático diário
 E = energia, em J
 e = pressão de vapor, em hPa
 EC = isolamento esperado da roupa, em clo
 ECI = índice de conforto equatorial, em °C
 E_{dif} = perda de calor latente por difusão, em W/m²
 E_e = equivalente energético de oxigênio, em Wh/L
 EET = temperatura efetiva equivalente, em °C
 EHSI = índice de esforço ao calor efetivo, adimensional
 EI = índice de elipsoide
 E_{max} = potencial de perda de calor latente pela pele, em W/m²
 EOT = temperatura operativa efetiva, em °C
 EOT* = nova temperatura operativa efetiva, em °C
 ep = erro padrão, adimensional
 EPMV = voto médio estimado estendido, adimensional
 EqT = temperatura equivalente, em °C
 EqW = calor equivalente
 E_{res} = perda de calor latente devido à respiração, em W/m²
 ERF = campo radiante efetivo

E_{rsw} = perda de calor latente por meio de suor regulatório, em W/m²
 ERT = temperatura retal de equilíbrio, em °C
 ESI = índice de estresse ambiental, adimensional
 E_{sk} = perda de calor latente pela pele, em W/m²
 Est = estação do levantamento
 EST = temperatura da pele exposta, em °C
 ET = temperatura efetiva, em °C
 ET* = nova temperatura efetiva, em °C
 ET*' = nova temperatura efetiva alternativa, em °C
 ETU = temperatura efetiva universal, em °C
 ETv = temperatura efetiva e efeito do vento, em °C
 Eu = eupateoscópio
 f = frequência, em 1/s
 F = teste estatístico F, adimensional
 f = umidade relativa do ar, em %
 f_{cl} = fator de roupa, adimensional
 F_{c-sk} = fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele, em W/m²
 FITS = índice de estresse térmico de combatente
 fo = frequência de ocorrência, em porcentagem
 F_{pcl} = fator de eficiência da permeabilidade da roupa ao vapor de água, adimensional
 Fr = frigômetro
 f_{res} = fator de respiração, adimensional
 F_{si} = fatores de forma entre o corpo e as superfícies circundantes, adimensional
 F_{sk-cl} = fluxo de calor da superfície da pele para a superfície externa da roupa, em W/m²
 Ft = tempo no qual ocorre congelamento da superfície do rosto, em min
 FVC = fator de visão de céu, adimensional
 GHSI = índice de grau de esforço térmico, em W/m²
 H = calor interno produzido, W/m²
 h = coeficiente de transferência de calor combinado (h_c + h_r), em W/m² °C
 h_b = altura do corpo, em m
 HBI = índice de balanço térmico, em m²·K/W
 h_c = coeficiente de transferência de calor convectivo, em W/m²·°C
 HD = humidex, em °C

h_e = coeficiente de transferência térmica evaporativa, em $W/m^2 \text{ kPa}$
 h_{fg} = calor de evaporação da água, em Wh/kg
 h_r = coeficiente de transferência de calor radiativo linear, em $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
 HR = taxa cardíaca, em bpm
 HR' = predição de taxa cardíaca, em bpm
 HR_0 = taxa cardíaca em descanso, posição pronada e neutralidade térmica, em bpm
 HRI = índice de frequência cardíaca, em bpm
 HRI' = índice alternativo de frequência cardíaca, em bpm
 h_s = altura solar, em graus
 HS = humiseria
 $HSDA$ = auxílio à decisão do esforço térmico
 HSI = índice de estresse térmico, adimensional
 HSI' = índice alternativo de estresse térmico, adimensional
 HSM = modelo de esforço térmico, em $^\circ C$
 $HSPM$ = modelo preditivo de estresse térmico
 HT = humitura
 HTI = índice de tolerância térmica, adimensional
 HTL = limites de tolerância térmica, adimensional
 $HToh$ = temperatura operativa úmida, em $^\circ C$
 HU = temperatura equivalente humidex, em $^\circ C$
 Hw = poder de resfriamento úmido, em $mcal/cm^2 \cdot s$
 i = inclinação da reta, adimensional
 I = índice de Craig
 $IBUTG$ = índice de bulbo úmido e termômetro de globo, em $^\circ C$
 I_c = isolamento de vestuário, em clo
 I_c = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em W/m^2
 $I_{c,c}$ = índices calibrados com dados levantados em campo
 $I_{c,l}$ = índices calibrados com dados levantados laboratorialmente
 I_{cl} = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em clo
 $I_{cl,i}$ = resistência térmica das peças individuais da roupa ao calor sensível, em clo
 I_{clp} = índice de previsão de isolamento, em clo
 IE = índice indutivo-dedutivo de estresse térmico, adimensional
 I_H = radiação solar no plano horizontal, em W/m^2
 $IICC$ = índice integral de condições de refrigeração

HI = índice de calor, adimensional
 HL = carga térmica, em W/m^2
 HLI = índice de carga térmica, em W/m^2
 ILI = índice de carga integral, em W/m^2
 I_m = índice de permeabilidade da roupa à umidade, adimensional
 IM = índice indutivo de multivariáveis integradas, adimensional
 I_n = radiação solar normal, em $kcal/h$
 I_o = índices originalmente propostos
 IPE = índice de efeito fisiológico
 $IPME$ = índice de patogenicidade do ambiente meteorológico, adimensional
 I_{REQ} = isolamento de roupas necessário, em $m^2 \cdot K/W$
 I_s = índice fisiológico de esforço
 IS = índice indutivo-dedutivo de sensação térmica, adimensional
 ISI = índice de intensidade de abafamento, adimensional
 I_{sol} = radiação solar total incidente, em W/m^2
 it = intensidade de turbulência, em %
 $ITER$ = incremento de temperatura equivalente à carga de radiação, em $^\circ C$
 ITS = índice de estresse térmico, adimensional
 $ITSN$ = índice de sensação térmica, adimensional
 IU = índice indutivo de univariável, adimensional
 IZA = índice para a zona de clima árido
 k = condutividade térmica, em $W/m \cdot K$
 K_{cl} = coeficiente dependente da roupa, adimensional
 K_{dif} = radiação solar difusa, em W/m^2
 K_{dir} = radiação solar direta no plano horizontal, em W/m^2
 K_{glob} = radiação solar global no plano horizontal, em W/m^2
 KMM = modelo climático de Michel
 K_{pe} = coeficiente dependente do terreno e da postura do indivíduo, adimensional
 K_{ref} = radiação solar refletida, em W/m^2
 K_{res} = constante de proporcionalidade, em $kg \cdot m^2/Wh$
 KT = catatermômetro, em $^\circ C$
 L_{eq} = nível de pressão sonora equivalente, em $dB(A)$

L_i = nível de pressão sonora instantânea, em dB(A)
 LR = relação de Lewis
 m = massa corpórea, em kg
 M = taxa metabólica, em W/m²
 M' = metabolismo de aquecimento, em W/m²
 m_{ar} = massa do ar seco, em kg
 m_b = massa corporal, em kg
 M_B = metabolismo basal, em W/m²
 MDI = índice de desconforto modificado, adimensional
 MEL = linhas de equivalência média
 $MEMI$ = modelo de Munique
 $MENEX$ = modelo de troca térmica entre homem e ambiente
 mET = temperatura efetiva modificada, em °C
 MET = tempo máximo de exposição, em min
 MHI = índice de saúde meteorológica
 MM = homem metálico, manequim térmico
 $MOCI$ = índice mediterrâneo de conforto externo
 $MRDE$ = duração máxima recomendada de exercícios, em h
 m_{res} = taxa de ventilação pulmonar, em kg/h
 m_{rsw} = taxa na qual o suor regulatório é gerado, em kg/h·m²
 M_{rt} = temperatura radiante média, em °C
 MS = razão entre a soma dos quadrados e o grau de liberdade, adimensional
 M_{tr} = incremento metabólico por tremor muscular, em W/m²
 $MTTR$ = temperatura modificada, em °C
 m_v = massa do vapor de água, em kg
 N = nebulosidade, em %
 n = número de medições instantâneas, adimensional
 N_8 = nebulosidade, em octantes
 N_i = índice de estresse térmico
 $NWBT$ = temperatura de bulbo úmido natural, em °C
 $NWCTI$ = novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento, em °C
 OAT = temperatura aparente externa, em °C
 OcR = risco de sobrerresfriamento, em min
 OhR = risco de sobreaquecimento, em min
 OT = índice de temperatura operativa, em °C

$OTEI$ = índice de ambiente térmico externo, adimensional
 OT_n = temperatura operativa neutra, em °C
 $OUT-MRT$ = modelo de radiação térmica em espaços externos
 $OUT-SET^*$ = temperatura efetiva padrão externa, em °C
 p = coeficiente de troca evaporativa da roupa, adimensional
 p = nível de significância, adimensional
 $P4SR$ = taxa de suor prevista para quatro horas
 p_a = pressão atmosférica, em hPa
 p_{atm} = pressão atmosférica total, em kPa
 PE = índice de poder de resfriamento, adimensional
 $PEHA$ = efeitos previstos da aclimação térmica, adimensional
 Per = período do levantamento
 PET = temperatura equivalente fisiológica, em °C
 PET_n = temperatura equivalente fisiológica de neutralidade, em °C
 pf = período frio
 $PHEL$ = limite de exposição termofisiológica
 PHI = índice de hipertermia perceptual, em °C
 PHS = índice de esforço previsto por calor, adimensional
 PhS' = esforço fisiológico alternativo
 PhS = índice de esforço fisiológico, em W/m²
 PMV = voto médio estimado, adimensional
 PMV^* = novo voto médio estimado, adimensional
 PMV_F = voto médio estimado em fuzzy, adimensional
 PMV_o = voto médio estimado ao ar livre, adimensional
 po = ponto de orvalho, em °C
 PPD = porcentagem prevista de insatisfeitos, adimensional
 $PPDo$ = porcentagem prevista de insatisfeitos ao ar livre, adimensional
 pq = período quente
 $Prad$ = preferência de radiação solar, adimensional
 $Pref$ = preferência de sensação térmica, adimensional
 PSD = déficit de saturação física, adimensional

PSI = índice de capacidade de armazenamento, em W/m²

P_{SI} = índice de esforço fisiológico, adimensional

PSI' = índice alternativo de capacidade de armazenamento, em W/m²

p_{sk} = pressão de vapor de água na pele, em kPa

p_{sk,s} = pressão de saturação de vapor de água na pele, em kPa

PST = temperatura subjetiva fisiológica, em °C

p_{STE}* = pressão de saturação na nova temperatura efetiva, em kPa

P_{sw} = perda de suor prevista, em g/h

PT = temperatura percebida, em °C

PT* = nova temperatura percebida, em °C

PT' = temperatura percebida alternativa, em °C

P_{tar} = preferência de temperatura do ar, adimensional

P_{ur} = preferência de umidade relativa, adimensional

p_v = pressão parcial de vapor de água, em kPa

p_{v,s} = pressão de saturação do vapor de água, em kPa

p_{v,tar} = pressão de saturação de vapor de água a t_{tar}, em kPa

p_{v,tsk} = pressão de saturação de vapor de água a t_{tsk}, em kPa

P_{var} = preferência de velocidade do vento, adimensional

PZ = zona prescritiva, adimensional

q = taxa de transmissão de calor, em W

q_{arm} = taxa de armazenamento de calor, em W

QHS = quociente de estresse térmico, adimensional

Q_r = perda de calor respiratório, em W/m²

Q_R = quociente respiratório, adimensional

Q_{res} = troca de calor pela respiração, W/m²

Q_s = índice de balanço térmico, em W/m²

Q_s' = índice alternativo de balanço térmico, em W/m²

Q_{sk} = troca de calor pela pele, W/m²

r = coeficiente de correlação, adimensional

R = troca de calor por radiação, em W/m²

R' = estímulo devido à intensidade de radiação solar, em W/m²

r² = coeficiente de determinação, adimensional

r²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado, adimensional

R_{abs} = radiação absorvida, em W/m²

R_C = ganho de calor por radiação de onda curta, em W/m²

R_{cl} = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em m²·°C/W

R_{dn} = radiação solar direta normal, em W/m²

R_{e,cl} = resistência térmica evaporativa da roupa, em m²·kPa/W

REET = temperatura efetiva de radiação equivalente, em °C

R_{emit} = radiação emitida, em W/m²

RHDT = temperatura seca e umidade relativa, em °C

RHS = esforço térmico relativo, adimensional

RI = índice de referência, adimensional

R_L = troca de calor por radiação de onda longa, em W/m²

R_M = aumento da taxa cardíaca por unidade da taxa metabólica, em bpm m²/W

RSI = índice de esforço relativo, adimensional

RT = temperatura resultante, em °C

RTh = termômetro resultante, em °C

S = calor acumulado no corpo, W/m²

S' = saldo energético, W/m²

S_c = acúmulo de calor no centro do corpo, em W/m²

SD = déficit de saturação, adimensional

Sens = percepção de sensação térmica, adimensional

SET = temperatura efetiva padrão, em °C

SET* = nova temperatura efetiva padrão, em °C

Sit = número da situação microclimática levantada

SkT = temperatura da pele, em °C

SkW = fração de pele coberta por suor, adimensional

S_{max} = armazenamento máximo de calor, em Wh/m²

SOT = temperatura operacional padrão, em °C

SP = índice de transpiração perceptível, adimensional

SR = classificação de gravidade, adimensional

SS = soma dos quadrados, adimensional

SSC = classificação sinóptica espacial

SSI = índice de gravidade do verão, adimensional

S_{sk} = acúmulo de calor na pele, em W/m^2

SST = temperatura à sombra com ar parado, em $^{\circ}C$

ST = temperatura subjetiva, em $^{\circ}C$

STE = temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico, em $^{\circ}C$

$STEBI_{DEX}$ = índice de balanço térmico da temperatura da pele, em W/m^2

STI = índice de temperatura subjetiva, em $^{\circ}C$

STI' = índice de temperatura subjetiva alternativa, em $^{\circ}C$

STOEC = tempo de sobrevivência ao ar livre em frio extremo, em min

SumSI = índice de fervor de verão

SV = valor de abafamento

SW = fração de pele coberta por suor, adimensional

SW' = fração de pele coberta por suor alternativa, adimensional

SW'' = índice térmico de perda de água, em W/m^2

Sw_{req} = taxa de suor requerida, em W/m^2

Sw_{req}' = taxa de suor requerida alternativa, em W/m^2

T = temperatura absoluta, em K

t = valor estatístico t, adimensional

T_{∞} = temperatura do fluido em local afastado da superfície, em $^{\circ}C$

TAR = razão de aceitação térmica, adimensional

t_{ar} = temperatura do ar, em $^{\circ}C$

t_{bs} = temperatura de bulbo seco, em $^{\circ}C$

t_{bu} = temperatura de bulbo úmido, em $^{\circ}C$

t_c = temperatura do centro do corpo, em $^{\circ}C$

T_c = temperatura prevista do centro do corpo, em $^{\circ}C$

$t_{céu}$ = temperatura de fundo de céu, em K;

TCI = índice climático de turismo

t_{cl} = temperatura da superfície externa do corpo vestido, em $^{\circ}C$

t_d = temperatura do ponto de orvalho, em $^{\circ}C$

TEG = temperatura equivalente de globo, em $^{\circ}C$

TEG_A = temperatura equivalente de globo adaptativa, em $^{\circ}C$

TEP = temperatura equivalente percebida, em $^{\circ}C$

TEP_A = temperatura equivalente percebida adaptativa, em $^{\circ}C$

TEP_M = temperatura equivalente percebida – estação meteorológica, em $^{\circ}C$

TEP_n = temperatura equivalente percebida de neutralidade, em $^{\circ}C$

t_{ex} = temperatura do ar exalado, em $^{\circ}C$

T_g = índice de temperatura de globo, em $^{\circ}C$

t_g = temperatura de globo, em $^{\circ}C$

T_g = temperatura do solo, em $^{\circ}C$

T_g' = índice alternativo de temperatura de globo, em $^{\circ}C$

t_{gn} = temperatura de globo de neutralidade, em $^{\circ}C$

THI = índice de temperatura e umidade

THI' = índice de umidade e temperatura, adimensional

TI = termointegrador

TIC = isolamento térmico de vestuário, em $m^2 \cdot K/W$

TIC' = isolamento térmico alternativo de vestuário, em $m^2 \cdot K/W$

TICC = características do isolamento térmico de vestuário

Ticlo = isolamento térmico de vestuário, em clo

TIPC = isolamento térmico de vestuário de proteção, em $m^2 \cdot K/W$

T_{ma} = temperatura média anual, em $^{\circ}C$

t_{mm} = temperatura média mensal, em $^{\circ}C$

T_n = temperatura neutra, em $^{\circ}C$

T_{ne} = temperatura neutra exterior, em $^{\circ}C$

t_{nwb} = temperatura de bulbo úmido natural, em $^{\circ}C$

t_o = temperatura operativa, em $^{\circ}C$

Tol = tolerância à situação térmica, adimensional

TRC = resistência térmica da roupa, em $m^2 \cdot K/W$

t_{rm} = temperatura radiante média, em $^{\circ}C$

$t_{rm,f}$ = temperatura radiante média com ventilação forçada, em $^{\circ}C$

$t_{rm,n}$ = temperatura radiante média com ventilação natural, em $^{\circ}C$

TS = índice de sensação térmica, adimensional

T_s = temperatura da pele*, em $^{\circ}C$

t_s = temperatura da superfície, em $^{\circ}C$

$t_{s,ent}$ = temperatura superficial média do entorno, em $^{\circ}C$

TS' = índice alternativo de sensação térmica, adimensional

TSI = índice de esforço térmico, adimensional

T_{si} = índice de verão tropical, adimensional
 t_{sk} = temperatura superficial da pele, em °C
 $TSNI$ = índice de sensação térmica, adimensional
 T_{sp} = percepção de sensação térmica, em °C
 TSV = voto de sensação térmica, adimensional
 TTS = estresse térmico total, em W/m^2
 T_{wb} = índice de temperatura de bulbo úmido, em °C
 t_{wb} = temperatura de bulbo úmido, em °C
 T_{wc} = temperatura equivalente e resfriamento pelo vento, em °C
 TWH = índice de umidade, velocidade do vento e temperatura, adimensional
 TWL = limite de trabalho térmico, em W/m^2
 ur = umidade relativa do ar, em %
 ur_{ar} = umidade relativa do ar inalado, adimensional
 $UTCI$ = índice termoclimático universal, em °C
 v = velocidade do vento, em m/s
 v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em m/s
 v_{ar} = velocidade do ar, em m/s
 $v_{ar,i}$ = velocidade instantânea do ar, em m/s
 v_b = fluxo de sangue do centro do corpo para a pele, em $L/s \cdot m^2$
 V_{CO_2} = produção de dióxido de carbono, em L/h
 v_i = velocidade do indivíduo, em m/s
 VIF = fator de inflação da variância, adimensional
 V_{O_2} = consumo de oxigênio, em L/h
 v_p = velocidade da pessoa, em m/s
 v_r = velocidade relativa entre o ar e o indivíduo, em m/s
 $v_{x,i}$ = velocidade instantânea do ar na direção leste-oeste, em m/s
 $v_{y,i}$ = velocidade instantânea do ar na direção norte-sul, em m/s
 w = fração de pele coberta por suor, adimensional
 W = trabalho mecânico externo, em W/m^2
 w_{ar} = umidade relativa do ar inalado, em kg de água / kg de ar seco
 $WBDT$ = temperatura seca e bulbo úmido, em °C
 $WBGT$ = temperatura de globo e bulbo úmido, em °C
 WCC = contrastes clima-tempo climático, adimensional

$WCET$ = temperatura equivalente e resfriamento pelo vento, em °C
 $WCET'$ = temperatura alternativa equivalente e resfriamento pelo vento
 WCI = índice de resfriamento pelo vento, em $kcal/m^2 \cdot h$
 $WCTI$ = índice de temperatura e resfriamento pelo vento, em °C
 WD = índice úmido-seco, índice de Oxford
 WEI = índice de efeito de vento, adimensional
 w_{ex} = umidade relativa do ar exalado, em kg de água / kg de ar seco
 WGT = temperatura de globo molhado, em °C
 $WKCP$ = poder de resfriamento de catatermômetro úmido
 w_{rsw} = fração da pele coberta por suor regulatório, adimensional
 WSI = índice de adequação do tempo climático, adimensional
 WSI' = índice de estresse de tempo climático, adimensional
 Y = percepção do nível de conforto
 α = absorvidade da superfície, adimensional
 α_b = fração da massa corpórea concentrada na pele, adimensional
 α_{cl} = coeficiente de absorção de onda curta pela roupa, adimensional
 α_{sk} = coeficiente de absorção de onda curta pela pele, adimensional
 ε = emissividade da superfície, adimensional
 ε_{cl} = emissividade da roupa, adimensional
 ε_g = emissividade do globo, adimensional
 η = eficiência mecânica, adimensional
 η_{sw} = rendimento do esfriamento evaporativo pelo suor, adimensional
 θ = tempo, em h
 λ = comprimento de onda, em m
 ρ = refletividade da superfície, adimensional
 ρ_b = densidade do sangue, em kg/L
 τ = transmissividade da superfície, adimensional
 τ_{cl} = transmissividade da roupa, adimensional
 ω_{ar} = umidade absoluta, em kg de água / kg de ar seco

Resumo

MONTEIRO, Leonardo Marques. Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações modelares como aportes à exploração de abordagens. 520p. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

O objeto desta pesquisa é a relação entre variáveis microclimáticas urbanas (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica) e variáveis subjetivas (percepção e preferência de sensações térmicas), mediadas por variáveis pessoais (vestimentas e atividade física). A hipótese é que um índice estabelecido por pesquisa laboratorial e validado por pesquisa de campo em espaços urbanos abertos proporciona comparativamente melhores resultados para predição da sensação térmica do que outros índices não específicos. O objetivo é verificar comparativamente índices de conforto térmico para aplicação em espaços urbanos abertos, observando a validade dos métodos e da extrapolação dos resultados. O método utilizado é indutivo experimental (levantamento em campo de variáveis microclimáticas, pessoais e subjetivas) apoiado por método dedutivo computacional comparativo (comparação de resultados de simulação de modelos preditivos) e estatístico correlativo (análise de variância). Os resultados da pesquisa fornecem: (I) panorama com 221 índices de conforto térmico; (II) proposta de classificação dos índices; (III) base de dados com 24 levantamentos empíricos na cidade de São Paulo (2004-2015); (IV) protocolo para levantamento e tratamento de variáveis ambientais, pessoais e subjetivas em espaços urbanos abertos; (V) método para calibração de modelos preditivos; (VI) quadro comparativo de resultados de 37 índices originais e calibrados; (VII) proposição e verificação de modelagem; (VIII) consideração de explorações correlatas à questão central da pesquisa; (IX) possibilidades de explorações futuras; (X) inserção da pesquisa no panorama científico brasileiro e internacional; (XI) impacto das atividades de pesquisa no ensino; (XII) síntese conclusiva.

Palavras-chave: conforto ambiental, conforto térmico, modelos preditivos, microclima urbano, espaço urbano, espaços abertos.

Abstract

MONTEIRO, Leonardo Marques. Thermal comfort in outdoor urban spaces: modeling verifications as inputs to investigation of approaches. 520p. Habilitation Thesis. Faculty of Architecture and Urbanism, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

The scope of this research is the relationship between urban microclimatic variables (air temperature, humidity, air speed, and thermal radiation) and subjective variables (thermal sensation perception and preference) mediated by personal variables (clothing and activity). The hypothesis is that an index defined by means of laboratory research and validated by means of field research in urban outdoor spaces provides comparatively better results to predict thermal sensation than other nonspecific indices. The objective is to comparatively verify thermal comfort indices for application in outdoor spaces, observing the validity of the methods and the extrapolation of the results. The method used is experimental inductive (field survey of microclimatic, personal, and subjective variables) supported by comparative computational deductive method (comparison of simulation results of predictive models) and correlative statistics (analysis of variance). The results of the research provide: (I) overview of 221 thermal comfort indices; (II) proposal to classify the indices; (III) database of 24 empirical surveys in the city of São Paulo (2004-2015); (IV) protocol for survey and treatment of environmental, personal, and subjective variables in outdoor spaces; (V) method for calibration of predictive models; (VI) comparative results table of 37 original and calibrated indices; (VII) proposition and verification of modelling; (VIII) consideration of investigations related to the central question of this research; (IX) possibilities of further investigations; (X) placement of research in the Brazilian and international scientific panorama; (XI) impact of research activities on teaching; (XII) conclusive synthesis.

Keywords: environmental comfort, thermal comfort, predictive models, urban microclimate, urban space, outdoor spaces.

1. Introdução

1.1. Apresentação

Este trabalho foi desenvolvido como um dos requisitos para participação em concurso de títulos e provas visando a obtenção do título de Livre-Docente, junto ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Conforme edital do concurso, solicita-se tese original ou texto que sistematize criticamente a obra do candidato ou parte dela. Desta forma, optou-se por uma tese original, mas também acumulativa, representativa da trajetória do autor, objetivando abarcar as duas possibilidades em uma só solução.

Esta introdução traz os elementos essenciais da pesquisa e apresenta a hipótese de trabalho. No final deste capítulo, apresenta-se o conteúdo dos demais, em que fica claro o caráter acumulativo, representativo da obra do autor, presente já na própria estrutura do trabalho.

1.2. Justificativa

1.2.1. Considerações iniciais

O conforto humano, assim como a sensação de bem-estar e a saúde, são resultados da influência de múltiplos fatores, um dos quais é a ambiência térmica. Esse fator envolve a interação de vários outros, como temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica, e, ainda, características pessoais, o que inclui variáveis fisiológicas e comportamentais, como nível de atividade física e vestimentas, capacidade de adaptação de curto e longo prazo, entre outros. Tudo isso, além de diversos aspectos do contexto físico-ambiental e sócio-cultural, também a serem considerados. De fato, todas essas variáveis são reunidas de forma bastante complexa.

Reconhecendo-se essa complexidade, considera-se que alterações microclimáticas não são necessariamente prejudiciais, constituindo-se inclusive como partido de intervenção urbana. Neste sentido, visando o conforto térmico humano, tradicionalmente as pesquisas científicas seguem abordagens distintas focadas em três etapas distintas do problema: (1) reconhecer as condições microclimáticas consideradas termicamente confortáveis, (2) reconhecer os mecanismos pelos quais forma e matéria afetam o microclima e (3) relacionar esses dois conhecimentos para efetivamente realizar a proposta de intervenção. Esta pesquisa concentra-se no escopo da etapa 1 mencionada, enfocando modelos preditivos de conforto térmico para avaliação de espaços abertos no meio urbano.

1.2.2. Desenvolvimento de trabalhos na área

Historicamente, observa-se que grande parte dos trabalhos de pesquisa de modelagem teórica e verificação experimental de conforto objetivava aplicações para ambientes fechados, uma vez que as condições climáticas internas são mais controladas e passíveis de intervenções com usuais sistemas passivos e ativos de condicionamento térmico. Já nos espaços abertos, as variáveis climáticas são também passíveis de condicionamento, mas o controle é substancialmente menor, devido à ausência, parcial ou total, de confinamento. Contudo, cada vez mais, desenvolve-se uma quantidade mais significativa de trabalhos na área.

Essa ausência de confinamento leva a certas especificidades: a necessidade de consideração do ganho de radiação solar, a importância da ação do vento conjugada com a incerteza de sua ação e impossibilidade de intervenções de controle efetivo, baixo controle das variáveis temperatura e umidade do ar devido ao transporte de massa e energia proporcionado por ação dos ventos, e diferentes anseios de conforto térmico devido à heterogeneidade de indivíduos e atividades. Deve-se citar ainda mais uma dificuldade: a questão da aclimação dos indivíduos, que acaba por gerar a necessidade de estudos experimentais mais complexos que em ambientes fechados, uma vez que se tem menor controle das variáveis. Devido a essas questões apresentadas, os trabalhos enfocando o conforto térmico especificamente em espaços abertos requerem soluções e modelagens próprias.

Conforme será apresentado, grande parte dos modelos preditivos existentes para tal fim derivaram originalmente de modelos para espaços fechados ou de analogias de situações típicas destes. Apenas contemporaneamente uma quantidade maior de estudos específicos voltaram-se mais diretamente para os espaços abertos. Assim, nos tópicos seguintes, apresenta-se o histórico do problema e o estado da arte internacional.

1.2.3. Histórico do problema

Entre as primeiras tentativas para estabelecimento de um índice genérico para predição de conforto, por meio de uma escala de sensação térmica, estão os trabalhos empíricos de temperatura efetiva (ET) de Houghten e Yaglou (1923), de nova temperatura efetiva (ET*) de Vernon e Warner (1932), e de temperatura resultante (RT) de Missenard (1948a; 1948b). A primeira tentativa de prever o estresse térmico em situações de trabalho mais extremas foi por meio do índice de taxa de suor prevista para quatro horas, de McArdle *et al.* (1947). Esses quatro índices foram divulgados na forma de nomogramas visando a facilitar seu uso.

Já a temperatura de globo e de bulbo úmido (WBGT) de Yaglou e Minard (1957) é até hoje utilizada devido à simplicidade de obtenção de dados. A norma internacional ISO 7243 (2017) e a norma nacional NR 15 (Ministério do Trabalho, 1978) são baseadas nesse trabalho. O índice de temperatura e resfriamento pelo vento (WCI) de Siple e Passel (1945) visa avaliar o efeito do vento em ambientes frios. A temperatura equivalente (EqT) de Bedford (1951) e a temperatura aparente AT de Steadman (1979) consideram de forma simplificada também apenas algumas variáveis visando a responder a determinadas situações específicas. O índice de desconforto de Thom e Bosen (1959), o índice equatorial de conforto (ECI) de Webb (1960) e o humidex de Masterton e Richardson (1979) também têm esse propósito, voltados para situações de ambientes quentes.

O índice de estresse térmico por calor (HSI) de Belding e Hatch (1955, *apud* Givoni, 1969) e o índice de estresse térmico (ITS) de Givoni (1969) são os primeiros índices embasados em modelos analíticos, que consideram separadamente os diversos processos de trocas térmicas. Contudo, para a determinação analítica das trocas, são empregadas equações experimentais. Já a nova temperatura efetiva padrão (SET*) de Gagge *et al.* (1967) é obtida também através de modelo analítico de balanço térmico, mas, neste caso, o cálculo das trocas é feito principalmente a partir de modelo teórico. Esse índice apresenta modelagem de dois nós do corpo humano, considerando as trocas entre o core central e a região periférica do corpo e desta com o ambiente externo. Os valores desse índice são dados em temperatura equivalente de sensação térmica.

O Modelo Climático de Michel (KMM) de Jendritzky *et al.* (1979; *apud* Jendritzky e Nübler, 1981) também é baseado em balanço térmico. Contudo, seu modelo é mais simples, de apenas um nó, considerando apenas as trocas entre o corpo como um todo e o ambiente externo. Baseia-se no trabalho de Fanger (1970) e adapta-o para situações externas. O índice utilizado por Jendritzky *et al.* apresenta ainda as mesmas escalas de valor de voto médio estimado (PMV) e porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) de Fanger. Os critérios para níveis de sudação em espaços externos da Expo de Sevilha de Dominguez *et al.* (1992) são também estabelecidos a partir de modelo analítico teórico. Utiliza-se metodologia semelhante à da norma internacional ISO 7933 (2004), mas adotando-se critérios que satisfizessem a necessidades específicas. A fórmula de conforto (Comfa) de Brown e Gillespie (1995) é mais um modelo analítico de balanço térmico. É constituído apenas por um nó e com escala de valores simplificada.

A temperatura neutra exterior (T_{ne}) de Aroztegui (1995) é uma abordagem diferenciada baseada no modelo adaptativo de Humphreys (1975), focando-se experimentalmente na adaptação dos indivíduos a condições climáticas prévias. Essa abordagem é recente nos estudos de espaços externos, mas já está desenvolvida para espaços climatizados ou naturalmente ventilados,

conforme se verifica desde o trabalho de grande abrangência apresentado por de Dear *et al.* (1997).

Com relação a esses índices apresentados, pode-se colocar que, historicamente, a intenção inicial era a determinação empírica de um índice válido universalmente. Os estudos realizados ao longo do século XX demonstram que os índices empíricos apresentam respostas significativas, mas apenas às situações específicas em que foram determinados. As tentativas de se obter respostas mais universais acabam convergindo para modelos analíticos, que trazem a vantagem de possibilitar uma avaliação específica das diversas trocas térmicas operantes, com a desvantagem de resultados menos precisos. Há, por fim, a abordagem adaptativa, que traz a característica de se considerar, enfaticamente, a adaptação ao clima. Considerar-se-ão, a seguir, os trabalhos de pesquisa mais recentes.

1.2.4. Estado da arte internacional

Com relação às pesquisas publicadas no fim do século passado e início deste, tem-se inicialmente o trabalho empírico de Givoni e Noguchi (2000), propondo-se o índice de sensação térmica (TS), desenvolvido a partir de experimentos da Fujita Corporation em um parque da cidade de Yokohama, no Japão. O índice proposto, por ser gerado a partir da correlação direta dos valores encontrados na pesquisa em específico, apresenta respostas significativas apenas para a situação em análise ou bastantes similares. As pesquisas experimentais de Bluestein e Osczevski (2002), que levaram à determinação do novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento (NWCT), também correlacionam variáveis visando a atender a necessidades específicas. O índice considera apenas duas variáveis, sendo válido apenas para temperaturas do ar inferiores a 10 °C e velocidades do ar superiores a 4,8 km/h. Nikolopoulou (2004) propõe o voto real de sensação (ASV), por meio de uma equação linear múltipla, baseada em dados de estação meteorológica de sete cidades europeias. Segundo Nikolopoulou, a equação é representativa das diversas realidades climáticas da Europa.

Por outro lado, têm-se os trabalhos com modelos analíticos, que pretendem fornecer respostas universais. Blazejczyk (1996) propõe o modelo MENEX, de apenas um nó, mas que fornece uma série de índices - carga térmica (HL), estímulo devido à intensidade de radiação solar (R'), esforço fisiológico (PhS), suor aparente (SP) - que, analisados em conjunto, fornecem uma avaliação térmica e fisiológica dos processos em ação. Höppe (1999), com o modelo de Munique (MEMI), de dois nós, busca uma descrição mais apurada das trocas termofisiológicas. Com a temperatura equivalente fisiológica (PET), o autor propõe um índice de temperatura equivalente à

sensação térmica do indivíduo, em vez de fornecer uma série de índices que dependam de escalas pré-definidas. Essa característica de se utilizar uma escala de temperatura de sensação térmica retoma os primeiros índices do século passado, que visavam fornecer uma resposta à questão do conforto térmico que fosse de fácil compreensão. O modelo de dois nós de Gagge *et al.* (1967), que propõe como índice a nova temperatura efetiva padrão (SET*), já faz uso desse princípio. E é a partir dos trabalhos desses autores que Pickup e de Dear (2000) propõem a temperatura efetiva padrão externa (OUT-SET*), considerando a radiação por meio de um modelo próprio (OUT-MRT). Jendritzky (2003) revisa seu modelo de Michel (KMM), também considerando a radiação a partir de modelo específico, de Matzarakis (2000), e, abandonando o PMV de Fanger (1970), propõe a nova temperatura percebida (PT*), a partir dos estudos de Gagge *et al.* (1986).

Ainda que Gagge *et al.* (1967) tenham proposto um modelo de dois nós originalmente com índice baseado em temperatura equivalente de sensação térmica, em Gagge *et al.* (1986), temos uma adaptação do modelo com a proposição do PMV*. Essa adaptação foi devido à grande aceitação do índice PMV, de Fanger (1970), para a avaliação de ambientes internos condicionados artificialmente. Curiosamente, para avaliação de ambientes externos, parece ser uma tendência à adoção, não de escalas pré-determinadas, mas de temperaturas representativas de sensação térmica. Podemos observar esse fato a partir dos trabalhos de Höppe (1999), Pickup e de Dear (2000) e Jendritzky (2003), baseados exatamente nos trabalhos de Gagge *et al.*

A tendência em utilizar temperaturas equivalentes de sensação térmica é confirmada pelos trabalhos da Comissão 6 da Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB, 2006): os valores de saída do índice termoclimático universal (UTCI) são padronizados em unidades de temperatura. Bröde *et al.* (2012a, 2012b), relatando os trabalhos da COST Action 730 (2009), desenvolvidos por Jendritzky *et al.* (2009), apresentam o uso operacional do índice termoclimático universal baseado em escala de estresse térmico. Contudo, segundo Bröde *et al.* (2016) e Jendritzky e Höppe (2017), a proposta é que haja também escalas de conforto e de alerta de perigo estabelecidas regionalmente, uma vez que se reconhece que a adaptação e a aclimação são aspectos importantes na interpretação do conforto e na definição de critérios de perigo.

Com base no estado da arte, a direção das pesquisas futuras parece ser o desenvolvimento, por um lado, de modelos analíticos universais representativos dos processos termofisiológicos e, por outro, de calibrações particulares ou modelos empíricos que satisfaçam os processos de adaptação e aclimação em situações específicas. Já é possível vislumbrar o desenvolvimento de modelos analíticos transientes, capazes de considerar os processos térmicos e fisiológicos, inclusive de adaptação e aclimação, deixando para a calibração apenas o trabalho, não menor,

de correlação com as preferências de sensação térmica. Assim, os estudos empíricos fazem-se necessários não apenas para o processo de calibração, mas também para a determinação das especificidades das características de aclimação e adaptação de dada população em dado contexto climático.

1.3. Objeto

O objeto da pesquisa são as relações entre variáveis microclimáticas urbanas (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica) e variáveis subjetivas (percepção e preferência de sensações térmicas), mediadas por variáveis pessoais (vestimentas e atividade física).

1.4. Hipótese

A hipótese é que um índice estabelecido por pesquisa laboratorial e validado por pesquisa de campo em espaços urbanos abertos proporciona comparativamente melhores resultados para predição da sensação térmica do que outros índices não específicos.

1.5. Objetivo

O objetivo é verificar comparativamente índices de conforto térmico para aplicação em espaços urbanos abertos, observando a validade dos métodos e da extrapolação dos resultados, obtidos junto a uma população específica homogênea em situação laboratorial, para populações heterogêneas em situações urbanas reais.

O autor quantificou correlações entre as variáveis relacionadas no objeto desta pesquisa em Monteiro (2008), sua tese de doutorado, por meio de procedimentos de caráter laboratorial, utilizando-se de levantamentos empíricos em que se tinha uma população homogênea em situações controladas na cidade de São Paulo.

Na presente pesquisa, os levantamentos empíricos se referem a situações reais que apresentam população heterogênea. A escolha dos locais se deve à diversidade de situações tipológicas. Enfatiza-se também a existência concomitante de outros trabalhos nessas áreas, por parte do grupo de pesquisas do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (LABAUT/FAUUSP), facilitando mutuamente a organização dos levantamentos e aquisição de dados.

Desta forma, os levantamentos empíricos incluem os de caráter laboratorial e os de campo, sendo que estes últimos configuram-se em três grupos: para análise de resultados, para validação desses e para novas explorações, abrangendo em seu todo o período de 2004 a 2015.

1.6. Métodos

O método utilizado é indutivo experimental (levantamento em campo de variáveis microclimáticas, pessoais e subjetivas) apoiado por método dedutivo computacional comparativo (comparação de resultados de simulação de modelos preditivos) e estatístico correlativo (análise de variância).

1.7. Resultados

Os resultados da pesquisa fornecem:

- (I) panorama com 221 índices de conforto térmico – capítulo segundo;
- (II) proposta de classificação dos índices – capítulo segundo;
- (III) base de dados com 24 levantamentos empíricos na cidade de São Paulo (2004-2015) – capítulo terceiro;
- (IV) protocolo para levantamento e tratamento de variáveis ambientais, pessoais e subjetivas em espaços urbanos abertos – capítulo terceiro;
- (V) método para calibração de modelos preditivos – capítulo quarto;
- (VI) quadro comparativo de resultados de 37 índices originais e calibrados – capítulo quarto;
- (VII) proposição e verificação de modelagem – capítulo quinto;
- (VIII) consideração de explorações correlatas à questão central da pesquisa – capítulo sexto;
- (IX) possibilidades de explorações futuras – capítulo sexto;
- (X) inserção da pesquisa no panorama científico brasileiro e internacional – capítulo sétimo;
- (XI) impacto das atividades de pesquisa no ensino – capítulo sétimo;
- (XII) síntese conclusiva – capítulo oitavo.

1.8. Considerações metodológicas

Considerações metodológicas pertinentes à verificação das correlações entre variáveis microclimáticas urbanas e variáveis subjetivas, mediadas por variáveis pessoais, serão apresentadas e discutidas ao longo desta pesquisa. Contudo, algumas questões específicas devem ser levantadas, a princípio, para esclarecimento da adoção de termos e procedimentos e, ainda, para maior clareza do recorte do objeto dentro da área de pesquisa.

1.8.1. Conceituais

Apresenta-se aqui as noções de índice e modelo adotadas para o desenvolvimento textual.

Nesta pesquisa, considera-se índice como um valor, obtido por um procedimento específico, representativo de um conjunto de valores. Assim, considera-se índice térmico como qualquer valor obtido por um procedimento específico relatado na literatura científica, que pretende representar o significado de um determinado conjunto de valores do ambiente térmico para um grupo de indivíduos.

Ao mesmo tempo, ainda que a literatura, em específico na área do ambiente construído, dê preferência para o termo índice de conforto, muitas vezes tomando os termos conforto e estresse como antípodas, dá-se preferência aqui para o termo índice de adequação térmica humana, ou por redução dentro do escopo desta pesquisa, índice térmico, uma vez que conforto e estresse pertencem respectivamente a campos semânticos distintos, conforme será discutido ao longo deste texto.

Nesta pesquisa, considera-se modelo como qualquer representação da realidade. Assim, ainda que os índices possam ser em si modelos, e muitas vezes de fato não há outro modelo senão o próprio índice em si, utiliza-se, aqui, o termo modelo para se referir à modelagem representativa da situação real que subsidia a proposição do índice.

1.8.2. Modelares, modais, espaciais e temporais

Apresenta-se aqui um resumo referente a questões modelares, modais, espaciais e temporais estabelecidas por Monteiro (2008), visando o estabelecimento de assunções, a opção por determinadas terminologias e, ainda, novas considerações referentes à explicitação do recorte do objeto.

Com relação às questões modelares, Echenique (1975) distingue quatro tipos de modelos: descritivo, preditivo, explorativo e de planejamento. O mesmo autor classifica ainda os modelos considerando do que são constituídos, caracterizando modelos físico e conceitual. O modelo físico pode ser icônico ou análogo. O modelo conceitual pode ser verbal ou matemático. O modelo matemático pode ainda ser classificado, segundo o grau probabilístico implícito, em estocástico e determinístico. Esse último também pode ser classificado em analítico, constituído por meio de dedução matemática, ou em numérico, constituído por meio de indução. Esta pesquisa foca nos modelos preditivos, mais especificamente condicionais, uma vez que o objetivo é a obtenção de uma ferramenta para previsão de uma situação futura hipotética. Dada a necessidade de praticidade na utilização dos modelos, realizou-se recorte para consideração apenas de modelos conceituais matemáticos. Dentro desse universo, seguindo Churchman *et al.* (1967), encontram-se dois grupos de modelos: numéricos e analíticos.

Considerando os aspectos modais, os modelos preditivos estabelecem condições que podem ser realizadas de dois modos distintos. Assim, têm-se modelos de sensação térmica e modelos de esforço fisiológico, que comumente são respectivamente chamados de modelos de conforto térmico e modelos de estresse térmico. Esta pesquisa levanta experimentalmente apenas a sensação térmica, uma vez que o levantamento experimental de parâmetros fisiológicos não será realizado por restrições de tempo e recursos. Contudo, são considerados não apenas os modelos de conforto, mas também os modelos de estresse, visando à verificação de possíveis correlações desses com as sensações térmicas levantadas.

Com relação às questões espaciais, esta pesquisa irá considerar espaços com baixo grau de confinamento. Esses espaços são aqueles em que não se tem um controle efetivo das trocas de massas de ar. Assim, as variáveis temperatura e umidade do ar são dificilmente controladas. As condições de controle ficam, portanto, mais restritas às variáveis velocidade do ar e radiação térmica. Em condições gerais, os espaços com baixo grau de confinamento são ditos externos ou abertos.

Referindo-se aos aspectos temporais, a questão da transmissão de calor que ocorre nos processos termolíticos do corpo deve ser resolvida verificando-se se o processo é permanente ou não. Tem-se um caso específico de fluxo de calor transiente quando um sistema é submetido a variações cíclicas na temperatura de sua vizinhança, sendo que a temperatura em um ponto particular no sistema retorna periodicamente ao mesmo valor. Nessa situação, o fluxo de calor e o armazenamento de energia realizam variações periódicas. Caracteriza-se, assim, a transmissão de calor periódico ou em regime quase permanente. O corpo humano também apresenta regime periódico, uma vez que a temperatura interna do corpo sofre oscilações diárias. Contudo, devido

às características da quase totalidade dos modelos relacionados aos índices térmicos, esta pesquisa, em específico no estudo comparativo, considera apenas modelos de regime permanente.

1.8.3. Aspectuais

Além das considerações já realizadas, alguns aspectos específicos são pertinentes para delimitação desta pesquisa: microclimatológicos, sociológicos, fisiológicos, psicológicos, comportamentais e adaptativos.

Quanto aos aspectos microclimatológicos referentes à interação higratérmica entre indivíduo e ambiente, a literatura científica relaciona quatro condicionantes microclimáticas: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e radiação térmica, sendo esta comumente considerada por meio da temperatura radiante média. Referências bibliográficas para essas assertivas são numerosas: Gagge *et al.* (1967), Givoni (1969), Fanger (1970), ISO 7726 (1998), ISO 7730 (2005), ASHRAE 55 (2013), entre muitas outras. Assim, com relação aos aspectos microclimatológicos, esta pesquisa considera apenas as condicionantes mencionadas.

Em referência aos aspectos sociológicos, são esses que norteiam as atividades realizadas pelas pessoas, assim como as vestimentas que essas utilizam para a execução de tais atividades. Assim, a determinação dos valores de variáveis como taxa metabólica e resistência térmica da roupa é influenciada por certos parâmetros passíveis de serem especificados para cada sociedade e, ainda, para cada grupo social dentro dessa. Nesta pesquisa, não são discutidas especificamente questões sociológicas, considerando-se apenas os valores de atividade e resistência da roupa segundo os trabalhos a serem apresentados e levantamentos realizados ao longo da pesquisa.

Com relação aos aspectos fisiológicos, que se referem à resposta do organismo a determinada situação microclimática, as referências bibliográficas do penúltimo parágrafo apresentam, como parâmetros para a determinação do esforço fisiológico, a atividade do indivíduo e a resistência da roupa. Esta condiciona as trocas higratérmicas com o ambiente e aquela condiciona a produção interna de calor metabólico. Nesta pesquisa, são considerados valores referenciais de atividade e de resistência térmica de roupa, com base nas normas ISO 8996 (2004) e ISO 9920 (2007).

Quanto aos aspectos psicológicos, esses não podem ser verificados a partir de aferições diretas, sendo necessários métodos indiretos, que podem indicar correlações em determinadas situações. Esta pesquisa não discute especificamente os aspectos psicológicos, mas considera-os por meio

de respostas subjetivas de percepção e preferência de sensação térmica. Seguindo a exposição de Monteiro (2008), têm-se as acepções primeiras encontradas em Houaiss (2001): (a) *sensação* é o processo pelo qual um estímulo externo ou interno provoca uma reação específica, produzindo uma percepção; (b) *percepção* é a faculdade de apreender por meio dos sentidos ou da mente; e (c) *preferência* é a ação de preferir, de escolher um entre outros. A aplicação de questionários para obtenção de respostas subjetivas se realiza a partir da consideração dos métodos de Monteiro e Alucci (2005), baseados na norma ISO 10551 (1995). O método foi significativa e consecutivamente modificado, considerando-se que as aplicações dos autores davam-se em situações laboratoriais e esta pesquisa foca em levantamentos de campo em situações urbanas reais.

Considerando aspectos comportamentais, pesquisas recentes, como Cheng *et al.* (2012), Nasira *et al.* (2012) e Huang *et al.* (2016), têm apontado para a importância da consideração desses aspectos na verificação da satisfação com o ambiente térmico. A transladação da pesquisa de levantamentos em situações laboratoriais para levantamentos de campo em situações urbanas reais busca abarcar questões comportamentais que só podem ser consideradas, direta ou ainda que indiretamente, na realização plena das atividades cotidianas.

Por fim, com relação a aspectos adaptativos, desde a proposta dessa abordagem por Humphreys (1975), há poucos trabalhos que focam na questão adaptativa em espaços abertos. Ressalta-se que a possibilidade de adaptação se dá tanto por meios fisiológicos e psicológicos quanto comportamentais. Há diferentes formas de se considerar questões relacionadas a adaptação. Nesta pesquisa, será realizada por meio de verificações relacionadas às variáveis pessoais isolamento da roupa e taxa metabólica, observando-se possibilidades de adaptação por meio de vestimentas e atividades distintas; e por meio de verificações relacionadas às condições climáticas prévias aos levantamentos, explorando-se relações com a experiência térmica anterior.

1.8.4. Metalinguísticas

Mencionam-se aqui alguns aspectos metalinguísticos. Neste texto, a nomenclatura de modelos, índices e normas, originalmente grafada em língua estrangeira, é traduzida, transcrevendo-se sempre a original na primeira aparição do termo.

Há duas situações recorrentes. A primeira é que existem diversas traduções distintas encontradas na literatura científica em língua portuguesa para o mesmo termo. Nesse caso, opta-se pela aparentemente mais difundida e aceita pela comunidade científica. Nos casos em que se

opta por tradução alternativa, a tradução comumente encontrada é citada, assim como a justificativa para a proposição de uma nova tradução.

A segunda situação recorrente é que a maior parte do material levantado não possui referências em língua portuguesa. Nesse caso, estabelece-se a tradução a partir do vocabulário comumente utilizado na literatura científica, por meio de analogias. Nas situações em que a nomenclatura em língua portuguesa também não tiver sido estabelecida de forma consistente, o critério recém-apresentado é utilizado para realização da devida tradução.

Ressalta-se, ainda, que os índices e modelos são usualmente conhecidos por meio de siglas ou acrônimos. Como as referências em língua portuguesa comumente os traduzem de maneiras diversas, opta-se por mantê-las no original, uma vez que, devido ao grande número de termos com caracteres semelhantes, a grafia original das siglas ou acrônimos torna a exposição inequívoca.

1.9. Estrutura do texto

Este texto constitui-se de oito capítulos mais bibliografia.

Neste primeiro capítulo, realiza-se breve introdução apresentando-se justificativa, histórico do problema, estado da arte internacional, objeto, hipótese, objetivo, métodos da pesquisa, resultados e considerações metodológicas. Assim, determina-se e delimita-se a pesquisa por meio da consideração de conceitos adotados e recortes realizados.

No segundo capítulo, apresenta-se pesquisa bibliográfica síntese de 221 índices localizados na literatura científica, que foram desenvolvidos especificamente, adaptados ou utilizados para avaliação de espaços urbanos abertos. Apresenta-se uma proposta de classificação dos índices, para auxiliar no desenvolvimento da pesquisa. Consideram-se ainda os aplicativos computacionais para cálculo de modelos e índices. Realiza-se, por fim, a seleção de 37 índices a serem verificados nesta pesquisa.

No terceiro capítulo, apresentam-se os 24 levantamentos empíricos em situações urbanas, realizados entre 2004 e 2015 na cidade de São Paulo. Na sequência, consideram-se os procedimentos desenvolvidos para quantificação de variáveis ambientais, pessoais e subjetivas para pesquisas de conforto em espaços abertos.

No quarto capítulo, consideram-se as simulações computacionais dos modelos preditivos selecionados e dos seus índices originais e calibrados. Apresenta-se ainda a verificação

comparativa dos resultados empíricos com os obtidos com as proposições de calibração. Propõe-se, por fim, com base nos resultados encontrados, a utilização de três índices distintos para situações e aplicações específicas.

No quinto capítulo, propõe-se nova modelagem, representativa das situações urbanas estudadas, baseando-se nos resultados encontrados ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Diferentes índices são propostos, objetivando aplicações distintas. Apresenta-se ainda o estudo de variáveis específicas, por meio de correlações empíricas e considerações teóricas, verificando-se as possibilidades de aplicação dos resultados.

No sexto capítulo, consideram-se ampliações e desdobramentos da pesquisa, por meio de explorações: da interação termoacústica, em outros contextos urbanos, em espaços semiabertos, em espaços fechados, com aquisição remota de dados por meio de aplicativo celular e em cenários de mudança climática. Consideram-se ainda explorações futuras em práticas de planejamento, desenho e gestão e em aplicações de saúde e integradas.

No sétimo capítulo, apresenta-se a inserção da pesquisa e da trajetória do autor no panorama científico brasileiro e internacional, discute-se o estado da arte e sua natureza interdisciplinar e, então, o impacto de todas essas questões no ensino.

No oitavo, e último, capítulo são apresentadas as considerações finais, conclusão e síntese reflexiva acerca da pesquisa interdisciplinar e ensino em Arquitetura e Urbanismo.

1.10. Referências bibliográficas

- AROTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* ANTAC, 1995.
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). *ASHRAE 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2013.
- BEDFORD, T. Equivalent temperature, what it is, how it's measured. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 8, p. 87-91, 1951.
- BELDING, H. S.; HATCH, T. F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. *Heating, Piping, Air Conditioning*, 27, p. 129-142, 1955.

- BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 28, p.27-58, 1996.
- BLUESTEIN, M.; OSCZEWSKI, R. Wind chill and the development of frostbite in the face. Preprints, *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology*, Kansas City, MO: American Meteorology Society, p. 168-171, 2002.
- BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.; FIALA, D. Extending the Universal Thermal Climate Index UTCI towards varying activity levels and exposure times. In: 9TH INTERNATIONAL WINDSOR CONFERENCE, Cumberland Lodge, 2016, Windsor. *Proceedings...* p. 7-10. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, 2016.
- BRÖDE, P.; FIALA, D.; BLAZEJCZYK, K.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; TINZ, B.; HAVENITH, G. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 481-494, 2012a.
- BRÖDE, P.; KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a case study in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 471-480, 2012b.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- CHENG, V.; NG, E.; CHAN, C.; GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 43-56, 2012.
- CHURCHMAN, C. W.; ACKOFF, R. L.; ARNOFF, E. L. *Introduction to operations research*. New York: John Wiley & Sons, 1957.
- COST (European Cooperation in Scientific and Technical Research). *Action 730*. Brussels, COST, 2009. <http://www.cost.esf.org/>. Acesso em 09/01/2011.
- DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference*. Final Report, ASHRAE RP-884, Macquarie University, 1997.
- DOMINGUEZ, S. A.; MACHO, J. J. G.; LOPEZ, J. M. C.; FELIX, J. L. M. *Control climatico en espacios abiertos: evaluacion del proyecto Expo'92*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.
- ECHENIQUE, M. Modelos: una discusión. In: *La estructura del espacio urbano*. Barcelona: Gili, 1975.

- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
- GAGGE, A. P.; FOBELETS, A. P.; BERGLUND, L. G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, p. 709-731, 1986.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
- GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: John Wiley & Sons, 1969.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues and Problems in Outdoor Comfort Research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 562-565. London: James & James, 2000.
- HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 71-75, 1999.
- HOUAISS, A. (ed.). *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. Determining lines of equal comfort. *ASHVE Transactions*, 29, p. 163-169, 1923.
- HUANG, J.; ZHOU, C.; ZHUO, Y.; XU, L.; JIANG, Y. Outdoor thermal environments and activities in open space: An experiment study in humid subtropical climates. *Building and Environment*, 103, p. 238-249, 2016.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, UK, 1975.
- ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report 2006 of ISB Commission 6 on the Development of a Universal Thermal Climate Index UTCI*. Geneva, ISB Comission 6, 2006.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7243*. Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. Geneva: ISO, 2017.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 9920*. Ergonomics of the thermal environment: estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Geneva: ISO, 2007.

- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7730*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva: ISO, 2005.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7933*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Geneva: ISO, 2004.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 8996*. Ergonomics of the thermal environment: determination of metabolic rate. Geneva: ISO, 2004.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7726*. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 10551*. Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva: ISO, 1995.
- JENDRITZKY, G. *Perceived temperature: "Klima-Michel-model"*. In: THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS WATCH WARNING SYSTEMS FOR EUROPEAN CITIES. Freiburg, 2003. *Presentations of Conference The Development...*, Freiburg, 2003.
- JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. Klimatologische Probleme - ein einfaches Verfahren zur Vorhersage der Wärmebelastung. *Zeitschrift für angewandte Bäder und Klimaheilkunde*, 26, 1, p. 37-43, 1979.
- JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*. Final Report COST Action 730, Freiburg, 2009.
- JENDRITZKY, G.; HÖPPE, P. The UTCI and the ISB. *International Journal of Biometeorology*, 61, 1, p. 23-27, 2017.
- JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W. A model analyzing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology, Series B* 29, p. 313-326, 1981.
- MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. *Environment Canada*, CLI 1-79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service, 1979.

- MATZARAKIS, A. Modelling of radiation fluxes in urban areas and their relevance to thermal conditions of humans. In: THIRD SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT. *Proceedings...* p. 163-164, 2000.
- MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H. E.; LADELL, W. S. S.; SCOTT, J. W.; THOMSON, M. L.; WEINER, J. S. *The prediction of the physiological effects of warm and hot environments*. Medical Research Council Report 47/391. Londres, 1947.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). *NR 15 Atividades e operações insalubres*, Anexo 3 - Limites e tolerância para exposição ao calor. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 1. *Chaleur et Industrie*, 276, p. 159-172, 1948a.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 2. *Chaleur et Industrie*, 277, p. 189-198, 1948b.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* ANTAC, 2005.
- NASIRA, R. A.; AHMADA, S. S.; AHMEDB, A. Z. Psychological Adaptation of Outdoor Thermal Comfort in Shaded Green Spaces in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, p. 865-878, 2012.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- PICKUP, J.; DE DEAR, R. An outdoor thermal comfort index (OUT-SET*). Part I: the model and its assumptions. In: DE DEAR, R.; KALMA, J.; OKE, T.; AULICIEMS, A. (eds) *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium*. Geneva, WMO/WCASP, 50, p. 279-283, 2000.
- SIPLE, P. A.; PASSEL, C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in sub-freezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 1, p. 177-199, 1945.

STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 861-873, 1979.

THOM, E. C.; BOSEN, J. F.; The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 2, p. 57-60, 1959.

VERNON, H. M.; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *The Journal of Hygiene*, 32, p. 431-462, 1932.

WEBB, C. G. Thermal discomfort in an equatorial climate. A monogram for the equatorial comfort index. *Journal of the IHVE*, 27, p. 10, 1960.

YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16, p. 302-16, 1957.

2. Índices de adequação térmica humana

2.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta revisão da literatura acerca de índices para avaliação da adequação térmica humana. Inicialmente será apresentado o levantamento bibliográfico realizado. Na sequência, é proposta uma classificação para os índices de adequação térmica humana. Em seguida, consideram-se os aplicativos computacionais localizados para realização dos cálculos dos modelos preditivos dos índices. Finaliza-se com uma discussão acerca do panorama levantado para seleção dos índices a serem considerados nesta pesquisa.

2.2. Levantamento bibliográfico

Observa-se uma grande quantidade de modelos desenvolvidos e índices propostos para verificar a adequação entre as condições térmicas do corpo humano e as características microclimáticas de espaços abertos, propostos ao longo do século passado e deste. Desta forma, constata-se a importância, percebida dentro da comunidade científica, do ambiente térmico e o desejo de quantificá-lo devido às diferentes necessidades de diversas áreas do conhecimento: Meteorologia, Geografia, Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, sem contar com uma série de áreas do conhecimento que fornecem e recebem contribuições para o adequado desenvolvimento dos modelos e índices: Psicologia, Medicina, Saúde Pública, Agronomia, entre outras.

Assim, apresenta-se aqui um levantamento bibliográfico de índices de adequação térmica humana. Para tanto, as principais bases de literatura científica da área de pesquisa foram exploradas para identificação de material bibliográfico sobre índices de adequação térmica e os achados documentados.

Esse processo foi conduzido em diversas etapas. Primeiro, pesquisas por palavra-chave nessas diversas bases identificaram as publicações que referenciavam ou abordavam os referidos índices. Em seguida, foram consultadas e examinadas as listas de referência em cada um dos achados relevantes, tendo sido obtido mais material como resultado dessa pesquisa. Foram consultadas publicações em inglês, português, espanhol, francês e italiano. Publicações em outros idiomas somente foram consideradas como trabalhos secundários, quando citados por fontes primárias em algum desses idiomas.

Foram também localizados trabalhos de revisão bibliográfica específica na literatura, algumas cobrindo um número maior ou menor de índices, dependendo da envergadura da pesquisa e do objetivo dessa (revisão geral, em um determinado período ou região geográfica, focando em situações quentes ou frias, ou ainda em algum tipo de modelagem ou abordagem específica). Ressalta-se que alguns trabalhos de revisão também não são focados em espaços abertos, mas foram utilizados por fornecer referências a outras publicações relacionadas.

Assim, foram considerados aqui: Macpherson (1962), Bedford (1964), Fox (1965), Angus (1968), Kerslake (1972), Landsberg (1972), Gonzalez *et al.* (1974), Lee (1980), Pulket *et al.* (1980), Nioshi (1986), Graveling *et al.* (1988), Beshir e Ramsey (1988), Holmer (1993), Parsons (1993), Zuhairy e Sayigh (1993), Eissing (1995), Mairiaux e Malchaire (1995), Li e Chan (2000), Parsons (2000), Romanova *et al.* (2000), Pandolf e Moran (2001), Brake e Bates (2002), Isaev (2003), Blazejczyk (2005), Yan (2005), Monteiro e Alucci (2005a, 2005b), Epstein e Moran (2006), Monteiro (2008), Alfano *et al.* (2011), Blazejczyk *et al.* (2012), Carlucci e Pagliano (2012), de Freitas e Grigorieva (2015), Rupp *et al.* (2015), Gobo (2017) e Dalezios (2017).

Na sequência, apresenta-se proposta de classificação dos índices levantados, para melhor compreensão do universo em questão. Subsequentemente, será apresentada a totalidade de índices levantados, já considerando a classificação.

2.3. Classificação dos índices de adequação térmica

Vários trabalhos de revisão da literatura propõem diferentes classificações dos índices, que variam em sua abordagem, entre outros, de acordo com a justificativa empregada, o número de variáveis consideradas, a sofisticação da teoria acerca das trocas termofisiológicas e a aplicação do modelo.

Contudo, muitas vezes, falta consistência para criar categorias que tornem os modelos passíveis de classificação de forma inequívoca e clara e, ainda, que abarquem a totalidade dos modelos. Assim, as classificações propostas frequentemente apresentam falha relacionada à sobreposição entre categorias ou cobertura incompleta de todos os tipos de índice.

Por outro lado, a justificativa geral que parece estar subjacente a todas as classificações é a de integrar os aspectos relacionados às trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente externo de forma que lhes dê um significado simples, por meio de um índice, ao significado térmico complexo da condição geral. Outra característica que perpassa, de alguma forma mais direta ou indireta, todas as classificações é a questão dos índices serem empíricos ou racionais.

Avaliando-se as classificações existentes, esta nomenclatura consolidada na literatura científica que distingue índices entre empíricos e racionais e, ainda, considerando-se a diversidade e especificidades de índices aqui extensivamente levantados por meios bibliográficos primários e secundários, propôs-se um novo esquema de classificação concebido para agrupá-los segundo três classes primárias de classificação, cada qual com a possibilidade de uma subclassificação em duas classes, originando uma classificação básica em seis categorias que descrevem os índices levantados.

Buscou-se robustez na classificação, conduzindo-se a classes primárias e secundárias que apresentassem características bem definidas e mutuamente exclusivas entre elas. Ademais, as classes incluem aspectos coletivamente completos de todos os índices que foram levantados. Desta forma, propõe-se a seguinte classificação, orientada por essas diretrizes.

O critério da classe primária é o método predominante adotado no desenvolvimento do índice. Assim, com base no critério da dualidade encontrada na literatura empírico-racional, optou-se por propor três possibilidades, criando-se uma categoria intermediária. Ao mesmo tempo, propõe-se o par terminológico indutivo-dedutivo, referenciando ao caráter principal do método. Mantém-se, contudo, a possibilidade do par terminológico empírico-racional, uma vez que está bem estabelecido na literatura.

Ressalta-se aqui que esta classificação primária de três categorias tem a vantagem de separar claramente índices que são obtidos por meio de medições diretas, aqui chamados de indutivos, por utilizarem praticamente só esse método; de índices que são obtidos empiricamente mas tratados a posterior, por modelagem matemática ou regressão estatística, aqui chamados de indutivos-dedutivos, por utilizarem em distintas proporções os dois métodos, ainda que, em geral, a literatura reconheça a preponderância do caráter indutivo, nomeando-os de empíricos.

Por essa razão, aceita-se aqui também, por simplificação, que índices indutivos-dedutivos sejam considerados apenas como indutivos, ainda que se enfatize que a classificação intermediária seja mais precisa, não só pela diferenciação já apresentada, mas também pela que será considerada com relação à classe secundária.

Por fim, têm-se os dedutivos, em que, por utilizarem bases teóricas, fica evidente esse caráter preponderante do método, nomeando-os a literatura de racionais, analíticos ou teóricos.

Com relação à classe secundária, os índices indutivos levantados podem ser categorizados em duas possibilidades. Na primeira estão os índices indutivos de univariável, em que se realiza empiricamente a mensuração de uma única variável abordada na pesquisa da área e se

estabelece uma proposta com relação aos valores dessa variável, como é o caso de índices baseados em termômetro de bulbo seco ou de bulbo úmido. Na segunda possibilidade estão os índices indutivos de multivariáveis integradas, em que se realiza empiricamente a mensuração integrada de múltiplas variáveis e se estabelece uma proposta com relação a esse valor integrado mensurado, como é o caso de índices baseados em temperatura de globo ou elipsoide.

Já os índices indutivos-dedutivos e dedutivos levantados também podem ser categorizados em duas possibilidades, porém distintas. Na primeira estão aqueles em que o objeto de predição é o estresse térmico, focando-se principalmente em questões relacionadas ao esforço termofisiológico, e na segunda estão aqueles em que o objeto de predição é a sensação térmica, em que o foco recai na percepção da ambiência térmica.

Por fim, por questões de comodidade, propõe-se ainda um sistema de abreviação simples para se referir às classes e facilmente categorizar os índices. Em suma, a tabela a seguir apresenta a classificação proposta.

Tabela 2-1: Classificação dos índices de adequação térmica

Critério		Índices					
Classe primária	Método predominante	Indutivo (empíricos)		Indutivo-dedutivo (empírico-rationais)		Dedutivo (rationais)	
Classe secundária	Objeto de predição	Univariável	Multivariáveis integradas	Estresse térmico	Sensação térmica	Estresse térmico	Sensação térmica
Abreviatura	Iniciais das 2 classes	IU	IM	IE	IS	DE	DS

O sistema de abreviação proposto será utilizado na tabela a ser apresentada na sequência, acerca do levantamento dos índices para verificação da adequação térmica humana.

Assim, tem-se:

IU = índice indutivo de univariável

IM = índice indutivo de multivariáveis integradas

IE = índice indutivo-dedutivo de estresse térmico

IS = índice indutivo-dedutivo de sensação térmica

DE = índice dedutivo de estresse térmico

DS = índice dedutivo de sensação térmica

2.4. Revisão dos índices de adequação térmica

Foram identificados 221 índices, apresentados na tabela a seguir, organizada em sete colunas. A primeira constitui-se da numeração dada ao índice para facilitar sua localização; a segunda, do ano de proposição do índice; a terceira, do índice em si, apresentado em sua forma abreviada; a quarta, da classe atribuída ao índice; a quinta, da nomenclatura em língua portuguesa; a sexta, da nomenclatura em língua inglesa; a sétima, e última coluna, constitui-se da fonte de referência bibliográfica.

Em alguns casos, verificou-se que para determinado índice diferentes autores atribuem nomes distintos. Para esses casos, nomes alternativos são atribuídos junto do nome atribuído originalmente, mas apenas quando há clara disseminação na comunidade científica.

Tabela 2-2: Índices para verificação da adequação térmica humana

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
1	1905	Twb	IU	Temperatura de bulbo úmido	Wet Bulb Temperature	Haldane (1905), <i>apud</i> Angus (1968)
2	1908	BWSI	IE	Índice de severidade do tempo climático de Bodman	Bodman's Weather Severity Index	Bodman (1908), <i>apud</i> Angus (1968)
3	1912	SD	IU	Déficit de saturação	Saturation Deficit	Flügge (1912), <i>apud</i> Eissing (1995)
4	1916	DPT	IU	Temperatura de ponto de orvalho	Dewpoint temperature	Bruce (1916), <i>apud</i> Brüner (1959)
5	1916	KT	IM	Catatermômetro	Kata Thermometer	Hill <i>et al.</i> (1916), <i>apud</i> Angus (1968)
6	1919	WKCP	IM	Poder de resfriamento de catatermômetro úmido	Wet Kata Cooling Power	Hill e Hargood-Ash (1919)
7	1923	ET	IE	Temperatura efetiva	Effective Temperature	Houghten e Yaglou (1923)
8	1925	PSD	IU	Déficit de saturação física	Physical Saturation Deficit	Thilenius e Dorno (1925), <i>apud</i> Eissing (1995)
9	1926	PT	IS	Temperatura percebida	Perceived Temperature	Linke (1926), <i>apud</i> Eissing (1995)
10	1928	Fr	IM	Frigorímetro	Frigorimeter	Dorno (1928), <i>apud</i> Smithson e Baldwin (1979)
11	1929	Eu	IM	Eupateoscópio	Eupathescope	Dufton (1929), <i>apud</i> Angus (1968)
12	1932	BSA	IM	Actinógrafo da esfera negra	Black Sphere Actinograph	Poschmann (1932), <i>apud</i> Eissing (1995)
13	1932	CET	IE	Temperatura efetiva corrigida	Corrected Effective Temperature	Vernon e Warner (1932)
14	1932	Tg	IM	Temperatura de termômetro de globo	Globe Thermometer Temperature	Vernon (1932)
15	1933	ET*	IE	Nova temperatura efetiva	New Effective Temperature	Missenard (1933)
16	1934	Tg'	IM	Temperatura de termômetro de globo	Globe Thermometer Temperature	Bedford e Warner (1934)
17	1935	RTh	IM	Termômetro resultante	Resultant Thermometer	Missenard (1935), <i>apud</i> Angus (1968)
18	1935	TI	IM	Termointegrador	Thermo-Integrator	Winslow <i>et al.</i> (1935), <i>apud</i> Angus (1968)
19	1936	EqW	IE	Calor equivalente	Equivalent Warmth	Bedford (1936), <i>apud</i> Angus (1968)
20	1936	Hw	IE	Poder de resfriamento úmido	Wet Cooling Power	Lehmann (1936)

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
21	1937	OT	DS	Temperatura operativa	Operative Temperature	Winslow <i>et al.</i> (1937)
22	1941	SOT	DS	Temperatura operacional padrão	Standard Operative Temperature	Gagge (1941)
23	1943	SV	IU	Valor de abafamento	Sultriness Value	Scharlau (1943), <i>apud</i> Eissing (1995)
24	1945	IPE	IS	Índice de efeito fisiológico	Index of Physiological Effect	Robinson <i>et al.</i> (1945)
25	1945	TAR	DE	Razão de aceitação térmica	Thermal Acceptance Ratio	Ionides <i>et al.</i> (1945)
26	1945	WCT	IE	Índice de resfriamento pelo vento, índice de poder de resfriamento	Wind Chill Index, Cooling Power Index	Siple e Passel (1945)
27	1946	CET*	IE	Temperatura efetiva corrigida	Corrected Effective Temperature	Bedford (1946), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
28	1947	BET	IS	Temperatura efetiva belga	Belgian Effective Temperature	Bidlot e Ledent (1947)
29	1947	P4SR	IS	Taxa de suor prevista para quatro horas	Predicted Four-Hour Sweat Rate	McArdle <i>et al.</i> (1947)
30	1948	MM	IM	Homem metálico, manequim térmico	Metal Man, Thermal Manikin	Pedersen (1948), <i>apud</i> Eissing (1995)
31	1948	REET	DS	Temperatura efetiva de radiação equivalente	Radiation Equivalent Effective Temperature	Sheleihovskyi (1948), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
32	1948	RT	IE	Temperatura resultante	Resultant Temperature	Missenard (1948a; 1948b)
33	1950	I	IS	Índice de Craig	Graig Index	Craig (1950), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
34	1951	EqT	IE	Temperatura equivalente	Equivalent Temperature	Bedford (1951)
35	1952	mET	IE	Temperatura efetiva modificada	Modified Effective Temperature	Smith (1952), <i>apud</i> Graveling <i>et al.</i> (1988)
36	1955	HSI	DE	Índice de estresse térmico	Heat Stress Index	Belding e Hatch (1955)
37	1955	Iclp	IE	Índice de previsão de isolamento	Insulation Predicted Index	Burton e Edholm (1955)
38	1955	SST	DS	Temperatura à sombra com ar parado	Still Shade Temperature	Burton e Edholm (1955)
39	1957	Ni	IS	Índice de estresse térmico	Index of Thermal Stress	Kondratyev (1957), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
40	1957	THI	IE	Índice de temperatura e umidade	Temperature Humidity Index	Thom (1957)
41	1957	WBGT	IE	Temperatura de globo e bulbo úmido	Wet Bulb Globe Temperature	Yaglou e Minard (1957)
42	1957	WD	IE	Índice úmido-seco, índice de Oxford	Wet-Dry Index, Oxford Index	Lind e Hellon (1957), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
43	1958	TICC	IE	Características do isolamento térmico de vestuário	Thermal-Insulation Characteristics of Clothing	Kondratyev (1957), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
44	1958	TSI	DE	Índice de esforço térmico	Thermal Strain Index	Lee (1958; <i>apud</i> 1980)
45	1959	DI	IE	Índice de desconforto, índice de Thom	Discomfort Index, Thom Index	Thom e Bosen (1959)
46	1959	ECI	IS	Índice equatorial de conforto, índice de Cingapura	Equatorial Comfort Index, Singapore Index	Webb (1959)
47	1959	HT	IE	Humitura	Humiture	Hevener (1959)
48	1960	Is	IS	Índice fisiológico de esforço	Physiological Index of Strain	Hall e Polte (1960)
49	1960	TIC	DS	Isolamento térmico de vestuário	Thermal Insulation of Clothing	Budyko e Cicenko (1960), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
50	1961	CmV	IS	Voto de conforto	Comfort Vote	Bedford (1961)
51	1961	CumDI	IE	Índice de desconforto cumulativo	Cumulative Discomfort Index	Tennenbaum <i>et al.</i> (1961)
52	1962	HI	IE	Índice de calor	Heat Index	Arnoldy (1962)
53	1962	Ta	IU	Temperatura do ar	Air Temperature	Macpherson (1962)
54	1964	ITER	IS	Incremento de temperatura equivalente à carga de radiação	Increment Temperature Equivalent to Radiation Load	Lee e Vaughan (1964), <i>apud</i> Lee (1980)
55	1964	TIC'	DS	Isolamento térmico de vestuário	Thermal Insulation of Clothing	Aizenshtat (1964), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
56	1965	DI'	IE	Índice de desconforto	Discomfort Index	Kawamura (1965)
57	1965	IPME	IE	Índice de patogenicidade do ambiente meteorológico	Index of Pathogenicity of Meteorological Environment	Latyshev e Boksha (1965), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
58	1966	CI	IE	Índice de conforto	Comfort Index	Terjung (1966, 1968)
59	1966	DMC	IE	Grau de resfriamento meteorológico	Degree of Meteorological Cooling	Tromp (1966)
60	1966	HR	IE	Predição de taxa cardíaca	Prediction of Heart Rate	Fuller e Brouha (1966), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
61	1966	HSI'	IS	Índice de estresse térmico corrigido	Heat Strain Index, corrected	McKarns e Brief (1966), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
62	1966	RHS	DE	Esforço térmico relativo	Relative Heat Strain	Lee e Henschel (1966), <i>apud</i> Lee (1980)
63	1966	WEI	IE	Índice de efeito de vento	Wind Effect Index	Terjung (1966)
64	1967	ERF	DE	Campo radiante efetivo	Effective Radiant Field	Gagge <i>et al.</i> (1967)
65	1967	SET*	DS	Temperatura efetiva padrão	Standard Effective Temperature	Gagge <i>et al.</i> (1967)
66	1968	AirE	IE	Entalpia do ar	Air Enthalpy	Gregorczyk (1968)
67	1968	SR	IE	Classificação de gravidade	Severity Rating	Osokin (1968), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
68	1968	Twc	IE	Temperatura equivalente e resfriamento pelo vento	Wind Chill Equivalent Temperature	Falconer (1968)
69	1969	ITS	DE	Índice de estresse térmico	Index of Thermal Stress	Givoni (1969)
70	1970	PMV	DS	Voto médio estimado	Predicted Mean Vote	Fanger (1970)
71	1970	PPD	DS	Porcentagem prevista de insatisfeitos	Predicted Percentage Dissatisfied	Fanger (1970)
72	1970	PZ	DE	Zona prescritiva	Prescriptive zone	Lind (1970)
73	1971	ACP	DS	Poder de refrigeração do ar	Air Cooling Power	Mitchell e Whillier (1971)
74	1971	Clo	DS	Espessura da roupa	Clothing Thickness	Steadman (1971)
75	1971	ET*	DS	Nova temperatura efetiva	New Effective Temperature	Gagge <i>et al.</i> (1971)
76	1971	HTo	DS	Temperatura operativa úmida	Humid Operative Temperature	Nishi e Gagge (1971)
77	1971	ISI	IE	Índice de intensidade de abafamento	Index of Sultriness Intensity	Akimovich e Balalla (1971), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
78	1971	ITSN	IS	Índice de sensação térmica	Index of Thermal Sensation	Rohles e Nevin (1971)
79	1971	WCET	DS	Temperatura equivalente e resfriamento pelo vento	Wind Chill Equivalent Temperature	Steadman (1971)
80	1971	WGT	IM	Temperatura de globo molhado	Wet Globe Temperature	Botsford (1971)
81	1972	ERT	DE	Temperatura retal de equilíbrio	Equilibrium Rectal Temperature	Givoni e Goldman (1972)
82	1972	MTTR	DS	Temperatura modificada	Modified Reduced Temperature	Adamenko e Khairullin (1972)
83	1972	SW	DE	Fração de pele coberta por suor	Skin Wettedness	Kerslake (1972)
84	1972	Tc	DE	Temperatura prevista do centro do corpo	Predicted Body Core Temperature	Givoni e Goldman (1972), <i>apud</i> Epstein e Moran (2006)
85	1973	CWM	IE	Classificação do tempo climático em momentos	Classification of Weather in Moments	Rusanov (1973), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
86	1973	HRI	DE	Índice de frequência cardíaca	Heart Rate Index	Givoni e Goldman (1973a)
87	1973	PEHA	IE	Efeitos previstos da aclimação térmica	Predicted Effects of Heat Acclimatization	Givoni e Goldman (1973b)
88	1973	ST	IS	Temperatura subjetiva	Subjective Temperature	McIntyre (1973)
89	1974	BTI	DE	Índice de temperatura corporal	Body Temperature Index	Dayal (1974), <i>apud</i> Eissing (1995)
90	1974	EET	IE	Temperatura efetiva equivalente	Equivalent Effective Temperature	Aizenshtat e Aizenshtat (1974)
91	1974	HRI'	DE	Índice de frequência cardíaca	Heart Rate Index	Dayal (1974), <i>apud</i> Eissing (1995)
92	1977	PHEL	IS	Limite de exposição termofisiológica	Physiological Heat Exposure Limit Chart	Dasler (1977)
93	1977	SSI	IE	Índice de gravidade do verão	Summer Severity Index	McLaughlin e Shulman (1977)
94	1977	TIPC	DS	Isolamento térmico de vestuário de proteção	Thermal Insulation of Protective Clothing	Afanasieva (1977), <i>apud</i> Afanasieva <i>et al.</i> (2009)
95	1978	HTI	IE	Índice de tolerância térmica	Heat Tolerance Index	Hori (1978)
96	1978	MEL	IS	Linhas de equivalência média	Mean Equivalence Lines	Wenzel (1978)

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
97	1978	SkW	IS	Fração de pele coberta por suor	Skin Wettedness	Gonzalez <i>et al.</i> (1978)
98	1978	SW'	DE	Fração de pele coberta por suor	Skin Wettedness	Gonzales <i>et al.</i> (1978)
99	1979	AT	DE	Temperatura aparente	Apparent Temperature	Steadman (1979, 1984)
100	1979	CmCh	IS	Carta de conforto	Comfort Chart	Mochida (1979)
101	1979	FITS	IE	Índice de estresse térmico de combatente	Fighter Index of Thermal Stress	Nunneley e Stribley (1979)
102	1979	HD	IE	Humidex, índice de umidade	Humidex, Humidity Index	Masterton e Richardson (1979)
103	1979	MRDE	DE	Duração máxima recomendada de exercícios	Maximum Recommended Duration of Exercises	Young (1979)
104	1979	PMVo	DS	Voto médio estimado ao ar livre	Predicted Mean Vote Outdoors	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
105	1979	PPDo	DS	Porcentagem prevista de insatisfeitos ao ar livre	Predicted Percentage Dissatisfied Outdoors	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
106	1979	HI	IE	Índice de calor	Heat index	Winterling (1979)
107	1980	RI	DE	Índice de referência	Reference Index	Pulket <i>et al.</i> (1980)
108	1980	SW _{req}	DE	Taxa de suor requerida	Required Sweat Rate	Vogt <i>et al.</i> (1981)
109	1980	w	DE	Fração de pele coberta por suor	Skin Wettedness	Vogt <i>et al.</i> (1981)
110	1981	EHSI	DE	Índice de esforço ao calor efetivo	Effective Heat Strain Index	Kamon e Ryan (1981)
111	1981	Qs	DS	Índice de balanço térmico	Thermal Balance Index	Rublack <i>et al.</i> (1981), <i>apud</i> Graveling <i>et al.</i> (1988)
112	1981	Qs'	DS	Balanço térmico	Thermal Balance	Rusanov (1981), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
113	1981	Ticlo	DS	Isolamento térmico de vestuário	Thermal Insulation of Clothing	Rusanov (1981), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
114	1981	TTS	DS	Estresse térmico total	Total Thermal Stress	Auliciems e Kalma (1981)
115	1982	HS	IE	Humiseria	Humisery	Weiss (1982)
116	1982	HTL	DE	Limites de tolerância térmica	Heat Tolerance Limits	Vogt <i>et al.</i> (1982)
117	1982	HLI	DE	Índice de carga térmica	Heat Load Index	Vogt <i>et al.</i> (1982)
118	1982	Ic	DS	Isolamento de vestuário	Clothing Insulation	Mount e Brown (1982, 1985)
119	1982	Psw	DE	Perda de suor prevista	Predicted Sweat Loss	Shapiro <i>et al.</i> (1982)
120	1982	TRC	DS	Resistência térmica da roupa	Thermal Resistance of Clothing	Joki (1982)
121	1984	I _{REQ}	DS	Isolamento de roupas necessário	Required Clothing Insulation	Holmer (1984, 1988)
122	1984	OAT	DS	Temperatura aparente externa	Outdoor Apparent Temperature	Steadman (1984)
123	1985	BCI	IE	Índice de conforto biometeorológico	Biometeorological Comfort Index	Rodriguez <i>et al.</i> (1985)
124	1985	HBI	DS	Índice de balanço térmico	Heat Budget Index	de Freitas (1985)
125	1985	TCI	DE	Índice climático de turismo	Tourism Climate Index	Mieczkowski (1985)
126	1986	CLO _{DEX}	DS	Índice de roupa necessária para conforto	Index of Clothing Required for Comfort	de Freitas (1986)
127	1986	Cy	IM	Cilindro	Cylinder	Brown e Gillespie (1986)
128	1986	DISC	DE	Desconforto térmico	Thermal Discomfort	Gagge <i>et al.</i> (1986)
129	1986	HSPM	DE	Modelo preditivo de estresse térmico	Heat Stress Prediction Model	Pandolf <i>et al.</i> (1986)
130	1986	PMV*	DS	Voto médio previsto	Predicted Mean Vote	Gagge <i>et al.</i> (1986)
131	1986	S	DE	Saldo energético	Energy Budget	Brown e Gillespie (1986)
132	1986	WSI	IE	Índice de estresse de tempo climático	Weather Stress Index	Kalkstein e Valimont (1986)
133	1987	ILI	DE	Índice de carga integral	Integral Load Index	Matyukhin e Kushnirenko (1987)
134	1987	PET	DS	Temperatura equivalente fisiológica	Physiological Equivalent Temperature	Mayer e Höppe (1987) Höppe (1999)
135	1987	STEBI _{DEX}	DE	Índice de balanço térmico da temperatura da pele	Skin Temperature Energy Balance Index	de Freitas e Symon (1987)
136	1987	STOEC	DE	Tempo de sobrevivência ao ar livre em frio extremo	Survival Time Outdoors in Extreme Cold	de Freitas e Symon (1987)
137	1987	SumSI	IE	Índice de fervor de verão	Summer Simmer Index	Pepi (1987)
138	1987	Tsi	IS	Índice de verão tropical	Tropical Summer Index	BIS (1987), <i>apud</i> Auliciems e Szokolay (1997)
139	1987	WCC	IE	Contrastes clima-tempo climático	Weather–Climate Contrasts	Rusanov (1987)

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
140	1988	DRI	DS	Índice de risco de corrente de ar	Draught Risk Index	Fanger <i>et al.</i> (1988)
141	1989	BIO _{DEX}	DE	Índice de troca de energia do corpo com a atmosfera	Body-atmosphere Energy Exchange Index	de Freitas e Ryken (1989)
142	1989	GHSI	IS	Índice de grau de esforço térmico	Grade of Heat Strain Index	Hubac <i>et al.</i> (1989)
143	1989	QHS	IE	Quociente de estresse térmico	Quotient of Heat Stress	Hubac <i>et al.</i> (1989)
144	1989	Qr	DE	Perda de calor respiratório	Respiratory Heat Loss	Rusanov (1989), <i>apud</i> de Freitas e Grigorieva (2016)
145	1992	BISCR	IE	Índice bioclimático da gravidade do regime climático	Bioclimatic Index of the Severity of Climatic Regime	Belkin (1992)
146	1992	SW _{req}	DE	Taxa de suor requerida	Required Sweat Rate	Dominguez <i>et al.</i> (1992)
147	1992	TWH	IE	Índice de umidade, velocidade do vento e temperatura	Temperature–Wind Speed–Humidity Index	Zaninovic (1992)
149	1992	ETv	IE	Temperatura efetiva e efeito do vento	Effective Temperature and wind velocity effect	Zhang <i>et al.</i> (1992)
150	1993	PE	IE	Índice de poder de resfriamento	Cooling power index	Balaras <i>et al.</i> (1993)
151	1995	EST	DE	Temperatura da pele exposta	Exposed Skin Temperature	Brauner e Shacham (1995)
152	1995	MET	DE	Tempo máximo de exposição	Maximum Exposure Time	Brauner e Shacham (1995)
153	1995	Tne	IE	Temperatura neutra exterior	Outdoor Neutral Temperature	Aroztegui (1995)
154	1996	CHSI	IS	Índice de esforço acumulativo ao calor	Cumulative Heat Strain Index	Frank <i>et al.</i> (1996)
155	1996	SSC	IE	Classificação sinóptica espacial	Spatial Synoptic Classification	Kalkstein <i>et al.</i> (1996)
156	1996	HL	DE	Carga térmica	Heat Load	Blazejczyk (1996, 2003)
157	1996	R'	DE	Estímulo devido à intensidade de radiação solar	Intensity of Radiation Stimuli	Blazejczyk (1996, 2003)
158	1996	SP	DE	Transpiração perceptível	Sensible Perspiration	Blazejczyk (1996, 2003)
159	1998	DWT	IE	Tipos de tempo climático diário	Daily Weather Types	Lecha (1998)
160	1998	EI	IM	Índice de elipsoide	Ellipsoid Index	Blazejczyk <i>et al.</i> (1998)
161	1998	MDI	IE	Índice de desconforto modificado	Modified Discomfort Index	Moran <i>et al.</i> (1998a)
162	1999	CSI	IS	Índice de esforço ao frio	Cold Strain Index	Moran <i>et al.</i> (1999b)
163	1999	HSDA	DE	Auxílio à decisão do esforço térmico	Heat Strain Decision Aid	Cadarette <i>et al.</i> (1999)
164	1999	HSM	DS	Modelo de esforço térmico	Heat Strain Model	Cadarette <i>et al.</i> (1999)
165	1999	PMV _F	DS	Voto médio estimado em fuzzy	Predicted Mean Vote Fuzzy	Hamdi <i>et al.</i> (1999)
166	1999	RF	IS	Sensação real	Real Feel	Myers <i>et al.</i> (2004)
167	2000	CLIM	DS	Índice climático	Climate Index	Becker (2000)
168	2000	OUT-SET	DS	Temperatura efetiva padrão para o exterior	Standard Effective Temperature for Outdoors	Pickup e de Dear (2000)
169	2000	PSI	IS	Índice de esforço fisiológico	Physiological Strain Index	Moran (2000)
170	2000	PT'	DS	Temperatura percebida	Perceived Temperature	Jendritzky <i>et al.</i> (2000)
171	2000	SkT	IS	Temperatura da pele	Skin Temperature	Mehnert <i>et al.</i> (2000)
172	2000	TSNI	IS	Índice de sensação térmica	Thermal Sensation Index	Xavier e Lamberts (2000)
173	2000	TS	IS	Sensação térmica	Thermal Sensation	Givoni e Noguchi (2000) Givoni <i>et al.</i> (2003)
174	2001	EOT*	IE	Nova temperatura efetiva operativa	New Effective Operative Temperature	Szokolay (2001)
175	2001	ESI	IE	Índice de estresse ambiental	Environmental Stress Index	Moran <i>et al.</i> (2001, 2003)
176	2001	PHS	DS	Esforço térmico previsto	Predicted Heat Strain	Malchaire <i>et al.</i> (2001)
177	2002	Ft	IE	Tempo de congelamento	Frostbite time	Bluestein e Osczevski (2002)
178	2002	WCTI	IE	Índice de temperatura e resfriamento pelo vento	Wind Chill Temperature Index	Bluestein e Osczevski (2002)
179	2002	PSI'	DE	Índice de capacidade de armazenamento	Potential Storage Index	Blazejczyk (2002, 2003)
180	2002	STE	DE	Temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico	Skin Temperature Equilibrating Heat Balance	Blazejczyk (2002, 2003)
181	2002	EPMV	DS	Voto médio estimado estendido	Extended Predicted Mean Vote	Fanger e Toftum (2002)

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
182	2003	BDI	IE	Índice de distância bioclimática	Bioclimatic Distance Index	Mateeva e Filipov (2003), <i>apud</i> Blazejczyk (2011)
183	2003	CV	IS	Voto de conforto	Comfort Vote	Givoni <i>et al.</i> (2003)
184	2003	EC	DE	Isolamento esperado da roupa	Expected Clothing insulation index	Blazejczyk (2003)
185	2003	NWCTI	IE	Novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento	New Wind Chill Temperature Index	Williamson (2003)
186	2003	TWL	DE	Limite de trabalho térmico	Thermal Work Limit	Brake e Bates (2003)
187	2004	ASV	IS	Voto real de sensação	Actual Sensation Vote	Nikolopoulou (2004)
188	2004	HSI"	DE	Índice de estresse térmico	Heat Stress Index	Watts e Kalkstein (2004)
189	2005	PhS	DE	Esforço fisiológico	Physiological Strain	Blazejczyk (2005)
190	2005	RHDT	IS	Temperatura seca e umidade relativa	Relative Humidity Dry Temperature	Wallace <i>et al.</i> (2005)
191	2005	STI	DS	Índice de temperatura subjetiva	Subjective Temperature Index	Blazejczyk (2005)
192	2005	THI'	IE	Índice de umidade e temperatura	Temperature Humidity Index	Schoen (2005)
193	2005	WBDT	IS	Temperatura seca e bulbo úmido	Wet-Bulb Dry Temperature	Wallace <i>et al.</i> (2005)
194	2005	WCET'	DS	Temperatura equivalente e resfriamento pelo vento	Wind Chill Equivalent Temperature	Osczevski e Bluestein (2005)
195	2005	RSI	IE	Índice de esforço relativo	Relative strain index	Emmanuel (2005)
196	2006	C	IS	Nível de conforto	Comfort Level	Nicol <i>et al.</i> (2006)
197	2006	MHI	IE	Índice de saúde meteorológica	Meteorological Health Index	Bogatkin (2006)
198	2006	OhR	DE	Risco de sobreaquecimento	Overheating Risk	Blazejczyk (2006)
199	2006	OcR	DE	Risco de sobrerresfriamento	Overcooling Risk,	Blazejczyk (2006)
200	2007	PST	DE	Temperatura subjetiva fisiológica	Physiological Subjective Temperature	Blazejczyk e Matzarakis (2007)
201	2007	PhS'	DE	Esforço fisiológico	Physiological Strain	Blazejczyk e Matzarakis (2007)
202	2007	WSI	DE	Índice de adequação do tempo climático	Weather Suitability Index	Blazejczyk e Matzarakis (2007)
203	2008	TEP	IS	Temperatura equivalente percebida	Temperature of Equivalent Perception	Monteiro (2008)
204	2008	TEP _A	IS	Temperatura equivalente percebida adaptativa	Temperature of Equivalent Perception – Adaptive	Monteiro (2008)
205	2009	Tsp	IS	Percepção de sensação térmica	Thermal Sensation Perception	Monteiro e Alucci (2009)
206	2009	ATSI	IE	Índice de esforço térmico de aclimação	Acclimatization Thermal Strain Index	de Freitas e Grigorieva (2009)
207	2009	IICC	IS	Índice Integral de Condições de Refrigeração	Integral Index of Cooling Conditions	Afanasieva <i>et al.</i> (2009)
208	2009	UTCI	DS	Índice termoclimático universal	Universal Thermal Climate Index	Jendritzky <i>et al.</i> (2009, 2012)
209	2010	SW"	DE	Índice térmico de perda de água	Water Loss Heat Index	Blazejczyk (2011)
210	2010	STI	DS	Índice de temperatura subjetiva	Subjective Temperature Index	Blazejczyk (2011)
211	2010	BCI'	DE	Índice de contraste bioclimático	Bioclimatic Contrast Index	Blazejczyk (2011)
212	2011	NWBT	DS	Temperatura de bulbo úmido natural	Natural Wet Bulb Temperature	Maloney e Forbes (2011)
213	2011	OTEI	DS	Índice de ambiente térmico externo	Outdoor Thermal Environment Index	Nagano e Horikoshi (2011)
214	2011	ETU	IE	Temperatura efetiva universal	Universal Effective Temperature	Nagano e Horikoshi (2011)
215	2012	PHI	IS	Índice de hipertermia perceptual	Perceptual Hyperthermia Index	Gallagher <i>et al.</i> (2012)
216	2012	TS'	IS	Sensação térmica	Thermal Sensation	Cheng <i>et al.</i> (2012)
217	2014	TSV	IS	Voto de sensação térmica	Thermal Sensation Vote	Lai <i>et al.</i> (2014)
218	2014	Y	IS	Percepção do nível de conforto	Comfort Level Perception	Sangkertadi e Syafriny (2014)
219	2015	IZA	IS	Índice para a zona de clima árido	Index for the Zone of Arid Climate	Ruiz e Correa (2015)
220	2016	MOCI	IS	Índice mediterrâneo de conforto externo	Mediterranean Outdoor Comfort Index	Salata <i>et al.</i> (2016)
221	2016	ASV*	IS	Voto real de sensação	Actual Sensation Vote	Zhao <i>et al.</i> (2016)

A tabela a seguir apresenta um resumo dos índices de adequação térmica humana segundo a classificação proposta.

Tabela 2-3: Resumo dos índices segundo a classificação proposta

IU	IM	IS	IE	DS	DE
Índice indutivo de univariável	Índice indutivo de multivariáveis integradas	Índice indutivo-dedutivo de sensação térmica	Índice indutivo-dedutivo de estresse térmico	Índice dedutivo de sensação térmica	Índice dedutivo de estresse térmico
Twb, SD, DPT, PSD, SV, Ta	KT, WKCP, Fr, Eu, BSA, ET*, Tg', RTh, TI. MM, WGT, Cy, EI, TEG	PT, IPE, BET, P4SR, I, N, ECI, Is, CmV, ITER, HSI', ITSN, ST, PHEL, MEL, SkW, CmCh, Tsi, GHSI, CHSI, CSI, RF, PSI, SkT, TSNI, TS, ASV, RHDT, WBDT, TEP, TEG _A , IICC, Tsp, PHI, TS', TSV, Y, IZA, MOCI, ASV*	BWSI, ET, CET, Tg, EqW, Hw, WCT, CET', RT, EqT, Met, Iclp, N, THI, WBG, WD, TICC, DI, HT, CumDI, HI, DI', IPME, CI, DMC, HR, WEI, AirE, SR, Twc, ISI, PEHA, EET, SSI, HTI, FITS, HD, HI, HS, BCI, WSI, SumSI, WCC, QHS, BISCR, TWH, ETv, PE, Tne, SSC, DWT, MDI, EOT*, ESI, Ft, WCTI, BDI, NWCTI, THI', RSI, MHI, ATSI, ETU	OT, SOT. REET, SST, TIC, TIC', SET*, PMV, PPD, ACP, Clo, ET*', HTo, WCET, MTTR, TIPC, PMVo, PPDo, Qs, Qs', Ticio, TTS, Ic, TRC, IREQ, OAT, HBI, CLODEX, PMV*, PET, DRI, HSM, PMVF, CLIM, OUT-SET*, PT', PHS, EPMV, STI, WCET, UTCL, STI, NWBT, OTEI	TAR, HSI, TSI, RHS, ERF, ITS, PZ, CWM, SW, Tc, HRI, BTI, HRI', SW', AT, MRDE, RI, EHSL, Swreq, w, HTL, HLI, Psw, TCI, DISC, HSPM, S, ILI, STEBIDEX, STOE, BIOD, Qr, Swreq', EST, MET, HL, R', SP, HSDA, PSI', STE, EC, TWL, HSI'', PhS, OhR, OcR, PST, PhS, WSI, SW'', BCI

Considerando a tabela apresentada, do total de índices levantados na revisão bibliográfica, verifica-se que 6 (2,7%) são indutivos de univariável, 14 (6,3%) indutivos de multivariáveis, 39 (17,5%) indutivo-dedutivos de sensação térmica, 65 (29,1%) indutivo-dedutivos de estresse térmico, 47 (21,1%) dedutivos de sensação térmica e 52 (23,3%) dedutivos de estresse térmico.

Assim, verifica-se que apenas 9,0% dos índices são indutivos, ou seja, obtidos por meio de medições diretas, sendo a maior parte deles, incluindo a totalidade – exceto um – dos que consideram apenas uma variável, tendo sido proposta na primeira metade do século passado.

Observa-se que 46,6% dos índices são indutivo-dedutivos, ou “empíricos”, como aparece geralmente na literatura científica. Desses, 39 (37,5%) baseiam-se em sensação térmica e 65 (62,5%) em estresse térmico. Em verdade, há um número grande de pesquisa empíricas que estabelecem equações de regressões baseadas na obtenção de votos de sensação térmica, sem, contudo, haver validações ou outros trabalhos que empreguem sistematicamente o modelo para aplicação em outros casos. Desta forma, essas equações não foram aqui consideradas como índices, ainda que por vezes os autores assim as proponham. De qualquer forma, esses trabalhos localizados são considerados no capítulo sétimo, quando da apresentação comparativa de outras bases empíricas.

Tem-se ainda que 44,4% dos índices são dedutivos, ou “analíticos”, ou “racionais”, como aparece também na literatura científica. Desses, 47 (47,5%) baseiam-se em sensação térmica e 52 (52,5%) em estresse térmico. Conforme se verifica, distribuição bastante equilibrada segundo o objeto de predição.

Verifica-se também, excluindo-se os índices indutivos, ou de aferição por medições diretas, que, segundo o método principal, também há distribuição bastante equilibrada, com 104 (51,2%) índices indutivo-dedutivos e 99 (48,8%) dedutivos, indicando não haver tendência na comunidade científica de empregar um método de forma generalizada.

2.5. Aplicativos para cálculo dos índices

Os índices indutivos e indutivo-dedutivos são em sua maioria de fácil aplicação por meio de equações simples, conforme será verificado no capítulo quarto, em que serão apresentadas as equações dos índices a serem utilizados. Já os índices dedutivos apresentam modelagens com diferentes graus de complexidade, exigindo por vezes a aplicação de rotinas para viabilizar o tratamento dos dados.

Desta forma, há aplicativos computacionais que se propõem a quantificar a adequação térmica do corpo humano ao ambiente por meio de índices. Apresenta-se aqui aqueles voltados para verificação da adequação térmica de espaços abertos. Todos os aplicativos localizados são gratuitos e as versões apresentadas dizem respeito a consulta realizada indicada nas respectivas referências.

Wojtach (2012) apresenta a calculadora de UTCI que, com base em parâmetros mínimos (temperatura do ar, diferença entre a temperatura radiante média e a temperatura do ar, pressão de vapor ou umidade relativa e velocidade do ar a 10 m), determina o valor desse índice.

Bruse (2014) coloca o BioMet, ferramenta pós-processamento que utiliza os dados de saída do aplicativo microclimático ENVI-met, baseado na interação entre superfícies, vegetação e atmosfera, encontrando-se na versão 4. O Biomet calcula os índices PET, PMV e UTCI.

Comfable (2015) introduz o modelo OTC (*Outdoor Thermal Comfort model* – modelo de conforto térmico em espaços abertos), atualmente na versão 1.5, que, por meio de dados geográficos, dados meteorológicos, parâmetros urbanos e parâmetros pessoais calcula os índices ETU, PET e UTCI.

Matzarakis (2015) expõe o modelo RayMan, que calcula especificamente as trocas térmicas por radiação em um determinado ambiente externo. Encontra-se na versão 1.2. O aplicativo considera ainda a avaliação térmica por meio dos índices PET, PMV, PT, SET* e UTCI, além da temperatura radiante média (t_{rm}).

Lindberg (2015) apresenta o Solweig (*SOLar and Long Wave Environmental Irradiance Geometry* – geometria de irradiância solar e ambiental de onda longa), para avaliação de cenários urbanos complexos por meio de sua geometria, considerando as trocas térmicas radiantes por onda longa e curta. O aplicativo encontra-se na versão 2.5, possuindo um módulo em paralelo, o Solweig1D, que utiliza fotografias hemisféricas e quantifica o PET e UTCI, além da temperatura radiante média (t_{rm}).

Blazejczyk (2016) coloca o Bioklima, atualmente na versão 2.6. Dentre os aplicativos levantados, é o que calcula o maior número de índices – talvez pelo objetivo do aplicativo ser única e exclusivamente esse, e com maior facilidade de tratamento de dados, trabalhando em planilhas para inserção em lote e manipulação no próprio aplicativo e transferência para editores externos.

A tabela a seguir traz os dados de entrada requeridos para o Bioklima, com indicação das variáveis mínimas e de outras variáveis que são possíveis de serem consideradas por esse aplicativo para cálculo dos índices.

Observa-se que os parâmetros indicados por um asterisco podem não ter seus valores definidos, pois podem ser calculados com base em outros dados de entrada.

Tabela 2-4: Dados de entrada do Bioklima, de Blazejczyk (2016)

Símbolo	Parâmetro	Unidade	Valor padrão
a_c	albedo da pele/roupa	%	30
a_g	albedo do solo	%	17
e	pressão de vapor*	hPa	-
f	umidade relativa do ar*	%	-
t_d	ponto de orvalho	°C	-
h_{sl}	altitude solar*	grau	-
I_{cl}	isolamento da roupa*	clo	-
K_{dif}	radiação solar difusa	W/m ²	-
K_{dir}	radiação solar direta no plano horizontal	W/m ²	-
K_{glob}	radiação solar global no plano horizontal	W/m ²	-
K_{ref}	radiação solar refletida*	W/m ²	-
M	produção de calor metabólico	W/m ²	135
M_{rt}	temperatura radiante média*	°C	-
N	nebulosidade	%	-
N_8	nebulosidade	octantes	-
p	pressão atmosférica	hPa	1000
sex	sexo	adimensional	2 (masc.)
t	temperatura do ar	°C	-
T_g	temperatura do solo	°C	-
T_s	temperatura da pele*	°C	-
v	velocidade do vento a 1,2 m	m/s	-
v_{10m}	velocidade do vento a 10 m	m/s	-
v_{prim}	velocidade da pessoa	m/s	1,1

* na ausência de dados de entrada, o valor é calculado com base em outros dados

Os índices calculados pelo Bioklima são: BWSI, ECI, EqT H, HD, HL, HR, HSI, OcR, OhR, PhS, PMV, PSI, PST, S, SST, STE, STI, SW, SW_{req}, TE, TER, UTCI, WCI, WCT e WSI. O aplicativo fornece ainda os valores de entalpia do ar e temperatura radiante média ; os valores calculados de radiação solar absorvida, trocas radiantes de onda longa e convectivas, perdas de calor por evaporação e respiração; e classificação em tipos e subtipos das condições do tempo climático.

Nesta pesquisa, ainda que existam aplicativos específicos para o cálculo dos índices, a seleção dos que serão considerados nos estudos comparativos apontou para alguns que não são contemplados pelos aplicativos em questão. Ademais, a inserção dos respectivos modelos

matemáticos dos índices selecionados em planilhas eletrônicas de cálculo facilita o desenvolvimento conjunto de todo o processo, considerando desde a tabulação dos dados brutos, o seu consequente tratamento, até ulterior análise dos resultados.

2.6. Seleção de índices para verificação

A grande quantidade de índices de adequação térmica humana desenvolvidos nos últimos 120 anos é uma indicação da importância, percebida pela comunidade científica, acerca do impacto do ambiente térmico no ser humano e, ainda, da necessidade de quantificar, ou de atribuir algum sentido passível de referência clara, ao efeito integrado das variáveis microclimáticas e de outras variáveis ambientais e pessoais termicamente relevantes.

Nesta pesquisa é selecionado um grupo de índices para avaliação e verificação comparativa de sua aplicabilidade. A seleção, longe de ser exaustiva em termos de critérios metodológicos, deu-se em termos práticos da possibilidade de se considerar os índices mais recorrentes na literatura científica, ao mesmo tempo em que permite abarcar as diferentes classes de índices e, ainda, utilizar, na medida do possível, a estrutura de processamento de dados já preparada pelo autor ao longo de sua trajetória acadêmica.

Assim, foram selecionados 37 índices para avaliação e verificação comparativa, conforme se segue.

Foram, primeiro, selecionados índices de temperatura efetiva ou operativa, que até hoje ainda são amplamente utilizados. Eles foram originalmente propostos nas décadas de 1920 e 1930, baseados em métodos indutivos-dedutivos. Assim, tem-se: a temperatura efetiva (ET) de Houghten e Yaglou (1923), a temperatura efetiva corrigida (CET) de Vernon e Warner (1932), a nova temperatura efetiva (ET*) de Missenard (1933), a temperatura operativa (OT) de Winslow *et al.* (1937), e a nova temperatura efetiva operativa (EOT*) apresentada por Szokolay (2001).

Na sequência, foram escolhidos índices, originalmente propostos entre as décadas de 1940 e 1970, que são consolidados e até hoje muito utilizados em áreas de pesquisa como a Biometeorologia e Geografia Física, pela consideração de dados de estação meteorológica e pelas variáveis envolvidas, facilitando o trabalho com longos períodos de dados. Esses índices não são habitualmente considerados em Arquitetura e Urbanismo, e não foram verificados anteriormente por Monteiro (2008), pois focava-se exclusivamente na área de pesquisa do ambiente construído. Assim, foram selecionados: a temperatura equivalente (EqT) de Bedford (1951), o índice de desconforto ou índice de Thom (DI) de Thom e Bosen (1959), o índice

equatorial de conforto ou índice de Cingapura (ECI) de Webb (1959) e a temperatura aparente AT de Steadman (1979).

Ainda entre os índices originalmente propostos entre as décadas de 1940 e 1970, elegeram-se uma série deles voltados para situações específicas, quentes ou frias, que são até hoje, em seu formato original ou adaptado, utilizados por normas ou agências governamentais. Desta forma, tem-se aqui: o índice de resfriamento pelo vento ou índice de poder de resfriamento (WCI) de Siple e Passel (1945), o novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento (NWCTI) de Williamson (2003) e empregado pelo ECCC (2017), a temperatura de globo e bulbo úmido (WBGT) de Yaglou e Minard (1957) e utilizado pelas normas ISO 7243 (2017) e NR 15 (Ministério do Trabalho, 1978) e o humidex ou índice de umidade (HD) de Masterton e Richardson (1979) e empregado, também atualizado, pelo ECCC (2017).

Seguindo, encontram-se os primeiros índices dedutivos, originalmente propostos entre as décadas de 1960 e 1980, que abarcam os índices que consideram modelos de balanço térmico. Foram selecionados: a temperatura efetiva padrão (SET*) de Gagge *et al.* (1967), o índice de estresse térmico (ITS) de Givoni (1969), o voto médio estimado ao ar livre (PMV_o) e a porcentagem prevista de insatisfeitos ao ar livre (PPD_o) de Jendritzky *et al.* (1979), a taxa de suor requerida (Sw_{req}) e a fração de pele coberta por suor (w) de Vogt *et al.* (1981), a taxa de suor requerida (Sw_{req'}) de Dominguez *et al.* (1992) e o saldo energético (S) de Brown e Gillespie (1986). Ressalta-se que o SET* é talvez o primeiro modelo de balanço termofisiológico, sendo baseado em dois nós, e é até hoje muito empregado; o ITS não é propriamente um modelo de balanço, mas considera as trocas de calor de forma analítica; o PMV_o e PPD_o são adaptações do modelo de Fanger (1970) e, embora infelizmente muito menos utilizados do que o modelo original para avaliação de espaços abertos, apresentam em teoria condições para consideração desses espaços, uma vez que pelos próprios limites em que o modelo de Fanger foi estabelecido, não seria possível tentar aplicá-lo em espaços abertos; o Sw_{req} e w são aqui considerados por serem utilizados pela norma ISO 7933 (2004); o Sw_{req'} é verificado considerando a importância da Expo de Sevilha em termos de conceituação e realização na prática de tratamento de espaços abertos.

Com relação a índices dedutivos, ou seja, baseados na aplicação de modelos termofisiológicos, propostos desde a década de 1990 até a atualidade, são considerados aqueles baseados em três modelos específicos: MENEX de Blazejczyk (1996), MEMI de Mayer e Höppe (1987) e o modelo de Fiala *et al.* (2012). Assim, selecionaram-se os índices de carga térmica (HL), estímulo devido à intensidade de radiação solar (R'), transpiração perceptível (SP), esforço fisiológico (PhS), temperatura subjetiva (STI), isolamento esperado da roupa (EC), capacidade de armazenamento (PSI') e temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico (STE) de Blazejczyk (1996, 2003,

2006), utilizados por meio do modelo MENEX. É interessante a abordagem do autor, pois, por meio de várias quantificações, consegue-se avaliar questões distintas, o que pode ser interessante em termos de diversidade em ambientes urbanos. Ressalta-se que, em Monteiro (2008), o PSI' e o STE foram considerados seguindo referência secundária e, assim, são aqui reconsiderados, inclusive com relação às correlações da base empírica laboratorial, devido a divergências encontradas. É ainda considerada a temperatura equivalente fisiológica (PET) de Höppe (1999), baseado no modelo MEMI, sendo o índice mais amplamente utilizado em pesquisas de avaliação da adequação térmica humana em espaços abertos, e o índice termoclimático universal (UTCI) de Jendritzky *et al.* (2012), utilizando o modelo de Fiala *et al.* (2012), não tendo sido considerado por Monteiro (2008), pois ainda estava em desenvolvimento, tendo sua primeira versão aplicável sido divulgada por Jendritzky *et al.* (2009). Esse índice, desenvolvido ao longo de mais de dez anos de pesquisas pela Sociedade Internacional de Biometeorologia, será considerado uma vez que é uma proposta dessa comunidade científica em ter-se um índice de aplicação geral.

Com relação a índices indutivo-dedutivos, ou seja, baseados no levantamento de dados empíricos e posterior correlação de valores, também propostos desde a década de 1990 até a atualidade, são considerados quatro em específico: a temperatura neutra exterior (Tne) de Aroztegui (1995), que, embora não seja muito empregado, é de interesse por ser o primeiro índice para espaços abertos a remeter à abordagem adaptativa de Humphreys (1975); o índice de sensação térmica (TS) de Givoni e Noguchi (2000), por ser o primeiro trabalho de caráter laboratorial sistemático em espaços abertos; o voto real de sensação (ASV) de Nikolopoulou (2004), pela abrangência e envergadura do trabalho, contando com levantamentos de campo, mas ainda referenciando dados de estação meteorológica; e a temperatura equivalente percebida (TEP), proposta em Monteiro (2008), que foi desenvolvida com caráter laboratorial, assim como o trabalho de Givoni e Noguchi, mas que agora é objeto de verificação e validação por levantamentos de campo, como no trabalho de Nikolopoulou, mas referenciando os dados coletados *in loco*. Além da TEP, será considerada ainda a temperatura equivalente percebida adaptativa (TEP_A), também proposta em Monteiro (2008), constituída pela mesma base empírica, mas considerando, além das variáveis microclimáticas, variáveis que podem exprimir capacidade de adaptação do usuário, para verificar assim se essa é relevante na avaliação de espaços urbanos abertos.

Vale ressaltar que, nos últimos dez anos, surgiram na literatura muitos índices indutivo-dedutivos baseados em levantamentos de dados empíricos específicos. Essas bases poderiam ser também testadas nessa verificação geral, mas, conforme aponta essa mesma literatura, uma base empírica específica tende a mostrar melhores resultados que um índice desenvolvido em outras

condições. Assim, opta-se por não testar exaustivamente todas essas bases, sendo elas devidamente consideradas no capítulo sétimo. Apresenta-se, na sequência, tabela com síntese dos critérios apresentados e do que foi discutido, para a seleção dos índices.

Tabela 2-5: Critérios de seleção de índices para comparação de resultados

Descrição de critérios	Índice	Nome em Língua Portuguesa	Fonte
Índices originalmente propostos nas décadas de 1920 e 1930, baseados em método indutivo-dedutivo, que consideram temperatura efetiva ou operativa, e até hoje ainda são utilizados.	ET	Temperatura efetiva	Houghten e Yaglou (1923)
	CET	Temperatura efetiva corrigida	Vernon e Warner (1932)
	ET*	Nova temperatura efetiva	Missenard (1933)
	OT	Temperatura operativa	Winslow <i>et al.</i> (1937)
	EOT*	Nova temperatura efetiva operativa	Szokolay (2001)
Índices originalmente propostos nas décadas de 1940 e 1970, baseados em método indutivo-dedutivo, que fazem uso de poucas variáveis, amplamente utilizados até hoje por áreas como a Biometeorologia e Geografia Física.	EqT	Temperatura equivalente	Bedford (1951)
	DI	Índice de desconforto, Índice de Thom	Thom e Bosen (1959)
	ECI	Índice equatorial de conforto, Índice de Cingapura	Webb (1959)
	AT	Temperatura aparente	Steadman (1979, 1984)
Índices originalmente propostos entre as décadas de 1940 e 1970, baseados em método indutivo-dedutivo, voltados para situações específicas, quentes ou frias, amplamente utilizados até hoje por normas ou agências governamentais.	WCI	Índice de resfriamento pelo vento, índice de poder de resfriamento	Siple e Passel (1945)
	NWCTI	Novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento	Williamson (2003)
	HSI	Índice de estresse térmico	Belding e Hatch (1955)
	WBGT	Temperatura de globo e bulbo úmido	Yaglou e Minard (1957)
	HD	Humidex, índice de umidade	Masterton e Richardson (1979)
Índices originalmente propostos entre as décadas de 1960 e 1980, baseados em método dedutivo, que consideram os primeiros modelos de balanço termofisiológico do corpo humano.	SET*	Temperatura efetiva padrão	Gagge <i>et al.</i> (1967)
	ITS	Índice de estresse térmico	Givoni (1969)
	PMVo	Voto médio estimado ao ar livre	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
	PPDo	Porcentagem prevista de insatisfeitos ao ar livre	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
	w	Fração de pele coberta por suor	Vogt <i>et al.</i> (1981)
	SW _{req}	Taxa de suor requerida	Vogt <i>et al.</i> (1981)
	SW _{req} '	Taxa de suor requerida	Dominguez <i>et al.</i> (1992)
	S	Saldo energético	Brown e Gillespie (1986)
Índices originalmente propostos desde as décadas de 1990 até hoje, baseados em método dedutivo, que utilizam modelos de balanço termofisiológico do corpo humano (MENEX, MEMI e de Fiala) selecionados respectivamente pela diversidade de índices, pela ampla difusão e pela proposição de universalidade.	HL	Carga térmica	Blazejczyk (1996, 2003)
	R'	Estímulo devido à intensidade de radiação solar	Blazejczyk (1996, 2003)
	SP	Transpiração perceptível	Blazejczyk (1996, 2003)
	EC	Isolamento esperado da roupa	Blazejczyk (1996, 2003)
	PSI'	Índice de capacidade de armazenamento	Blazejczyk (2002, 2003)
	STE	Temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico	Blazejczyk (2002, 2003)
	PhS	Esforço fisiológico	Blazejczyk (2005)
	STI	Índice de temperatura subjetiva	Blazejczyk (2005)
	PET	Temperatura equivalente fisiológica	Mayer e Höppe (1987) Höppe (1999)
	UTCI	Índice termoclimático universal	Jendritzky <i>et al.</i> (2009, 2012)
	Tne	Temperatura neutra exterior	Aroztegui (1995)
Índices originalmente propostos desde a década de 1990 até hoje, baseados em método indutivo-dedutivo, utilizando diversas formas de abordar a base empírica.	TS	Sensação térmica	Givoni e Noguchi (2000) Givoni <i>et al.</i> (2003)
	ASV	Voto real de sensação	Nikolopoulou (2004)
	TEP	Temperatura equivalente percebida	Monteiro (2008)
	TEP _A	Temperatura equivalente percebida adaptativa	Monteiro (2008)

Durante a classificação dos índices, estabeleceu-se, como critério para a classe primária, o método predominante de modelagem e, como critério para classe secundária, o objeto de predição do índice. Essa proposição permite seis categorias distintas, sendo suficientemente simples, mas ao mesmo tempo categorizando as especificidades mais importantes e dando uma visão abrangente da totalidade. Contudo, considerando-se a verificação comparativa que será realizada, baseada nos resultados obtidos com as simulações dos índices em confronto com os dos levantamentos empíricos realizados, será necessário adotar mais um critério de classificação.

Em específico, é de interesse desta pesquisa o modo como são parametrizadas as faixas interpretativas dos índices, para posterior correlação com as respostas subjetivas de percepção de sensação térmica coletadas nos levantamentos empíricos. Assim, considerando os índices levantados, verificou-se três possibilidades, que podem ocorrer em qualquer método ou objeto de predição: faixas interpretativas parametrizadas analógica, fisiológica ou qualitativamente.

Quando são realizadas por analogia, são consideradas usualmente referência a temperatura, por ser a de maior familiaridade das pessoas, embora pudesse ser utilizada qualquer outra grandeza. Quando são determinadas por parâmetro fisiológico, normalmente devem-se à inerência da coleta empírica ou a resultado específico do balanço termofisiológico. Finalmente, quando descritas por parâmetro qualitativo, o mais comum é se referir à escala de sensação térmica ou conforto térmico ou, ainda, a uma escala arbitrária de valores.

Por fim, propõe-se um acréscimo ao sistema de abreviação anteriormente apresentado, considerando-se uma classe terciária para se referir ao parâmetro que foi utilizado na determinação das faixas interpretativas: analógico, fisiológico ou qualitativo. Em suma, a tabela a seguir apresenta a classificação proposta atualizada.

Tabela 2-6: Classificação atualizada dos índices de adequação térmica

Critério		Índices											
Classe primária	Método predominante	Indutivo (empíricos)			Indutivo-dedutivo (empírico-rationais)						Dedutivo (rationais)		
Classe secundária	Objeto de predição	Univariável			Multivariáveis integradas			Estresse térmico			Sensação térmica		
Classe terciária	Faixas ⁽¹⁾ interpretativas	A	F	Q	A	F	Q	A	F	Q	A	F	Q
Abreviatura	Iniciais das 3 classes	IUA	IUF	IUQ	IMA	IMF	IMQ	IEA	IEF	IEQ	ISA	ISF	ISQ
		DEA	DEF	DEQ	DSA	DSF	DSQ						

(1) No critério das faixas interpretativas, têm-se os parâmetros: (A) Analógico, (F) Fisiológico, (Q) Qualitativo.

2.7. Quadro-resumo de índices

A tabela a seguir apresenta, para conveniência, um quadro-resumo com os 37 índices selecionados e com a proposição de classificação incluindo a classe terciária.

Tabela 2-7: Quadro-resumo dos índices selecionados

N	Ano	Índice	Classe	Nome em Língua Portuguesa	Nome em Língua Inglesa	Fonte
1	1923	ET	IEA	Temperatura efetiva	Effective Temperature	Houghten e Yaglou (1923)
2	1932	CET	IEA	Temperatura efetiva corrigida	Corrected Effective Temperature	Vernon e Warner (1932)
3	1933	ET*	IEA	Nova temperatura efetiva	New Effective Temperature	Missenard (1933)
4	1937	OT	DSA	Temperatura operativa	Operative Temperature	Winslow <i>et al.</i> (1937)
5	1945	WCI	IEF	Índice de resfriamento pelo vento, índice de poder de resfriamento	Wind Chill Index, Cooling Power Index	Siple e Passel (1945)
6	1951	EqT	IEA	Temperatura equivalente	Equivalent Temperature	Bedford (1951)
7	1955	HSI	DEF	Índice de estresse térmico	Heat Stress Index	Belding e Hatch (1955)
8	1957	WBGT	IEA	Temperatura de globo e bulbo úmido	Wet Bulb Globe Temperature	Yaglou e Minard (1957)
9	1959	DI	IEA	Índice de desconforto, índice de Thom	Discomfort Index, Thom Index	Thom e Bosen (1959)
10	1959	ECI	ISA	Índice equatorial de conforto, índice de Cingapura	Equatorial Comfort Index, Singapore Index	Webb (1959)
11	1967	SET*	DSA	Temperatura efetiva padrão	Standard Effective Temperature	Gagge <i>et al.</i> (1967)
12	1969	ITS	DEF	Índice de estresse térmico	Index of Thermal Stress	Givoni (1969)
13	1979	AT	DEA	Temperatura aparente	Apparent Temperature	Steadman (1979, 1984)
14	1979	HD	IEA	Humidex, índice de umidade	Humidex, Humidity Index	Masterton e Richardson (1979)
15	1979	PMV _o	DSQ	Voto médio estimado ao ar livre	Predicted Mean Vote Outdoors	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
16	1979	PPD _o	DSQ	Porcentagem prevista de insatisfeitos ao ar livre	Predicted Percentage Dissatisfied Outdoors	Jendritzky <i>et al.</i> (1979)
17	1981	Sw _{req}	DEF	Taxa de suor requerida	Required Sweat Rate	Vogt <i>et al.</i> (1981)
18	1981	w	DEF	Fração de pele coberta por suor	Skin Wettedness	Vogt <i>et al.</i> (1981)
19	1986	S	DEF	Saldo energético	Energy Budget	Brown e Gillespie (1986)
20	1987	PET	DSA	Temperatura equivalente fisiológica	Physiological Equivalent Temperature	Mayer e Höppe (1987) Höppe (1999)
21	1992	Sw _{req} '	DEF	Taxa de suor requerida	Required Sweat Rate	Dominguez <i>et al.</i> (1992)
22	1995	T _{ne}	IEQ	Temperatura Neutra Exterior	Outdoor Neutral Temperature	Aroztegui (1995)
23	1996	HL	DEF	Carga térmica	Heat Load	Blazejczyk (1996, 2003)
24	1996	R'	DEF	Estímulo devido à intensidade de radiação solar	Intensity of Radiation Stimuli	Blazejczyk (1996, 2003)
25	1996	SP	DEF	Transpiração perceptível	Sensible Perspiration	Blazejczyk (1996, 2003)
26	2000	TS	ISQ	Sensação térmica	Thermal Sensation	Givoni e Noguchi (2000) Givoni <i>et al.</i> (2003)
27	2001	EOT*	IEA	Nova temperatura efetiva operativa	New Effective Operative Temperature	Szokolay (2001)
28	2002	PSI'	DEF	Índice de capacidade de armazenamento	Potential Storage Index	Blazejczyk (2002, 2003)
29	2002	STE	DEF	Temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico	Skin Temperature Equilibrating Heat Balance	Blazejczyk (2002, 2003)
30	2003	EC	DEF	Isolamento esperado da roupa	Expected Clothing insulation	Blazejczyk (2003)
31	2003	NWCT	IEA	Novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento	New Wind Chill Temperature Index	Williamson (2003)
32	2004	ASV	ISQ	Voto real de sensação	Actual Sensation Vote	Nikolopoulou (2004)
33	2005	PhS	DEF	Esforço fisiológico	Physiological Strain	Blazejczyk (2005)
34	2005	STI	DSA	Índice de temperatura subjetiva	Subjective Temperature Index	Blazejczyk (2005)
35	2008	TEP	ISA	Temperatura equivalente percebida	Temperature of Equivalent Perception	Monteiro (2008)
36	2008	TEP _A	ISA	Temperatura equivalente percebida adaptativa	Temperature of Equivalent Perception	Monteiro (2008)
37	2009	UTCI	DSA	Índice termoclimático universal	Universal Thermal Climate Index	Jendritzky <i>et al.</i> (2009, 2012)

2.8. Considerações finais

Dentre os 221 índices levantados na bibliografia, selecionou-se 37 índices para avaliação comparativa, considerando os diferentes critérios apresentados e a classificação proposta.

No capítulo seguinte, serão considerados os levantamentos empíricos de campo desta pesquisa, realizados em situações urbanas reais com populações heterogêneas. No capítulo seguinte, apresenta-se a verificação comparativa dos resultados dos levantamentos empíricos e dos resultados de modelos preditivos e de seus 37 índices originais e calibrados.

2.9. Referências bibliográficas

- ADAMENKO, V. N.; KHAIRULLIN, K. S. Evaluation of conditions under which unprotected parts of the human body may freeze in urban air during winter. *Boundary-Layer Meteorology*, 2, p. 510-518, 1972.
- AFANASIEVA, R. Hygienic theory of cold protection clothes projection. *Legkaya Industriya*, Moscou, 1977.
- AFANASIEVA, R.; BOBROV, A.; SOKOLOV, S. Cold assessment criteria and prediction of cooling risk in humans: the Russian perspective. *Industrial Health*, 47, 3, p. 235-241, 2009.
- AIZENSHTAT, B. A. Methods for assessment of some bioclimate indices. *Meteorology Hydrology*, 12, p. 9-16 (em russo), 1964.
- AIZENSHTAT, L. B.; AIZENSHTAT, B. A. *Equation for equivalent-effective temperature. Questions of biometeorology*. Hydrometeoizdat, Leningrado, p 81-83, 1974.
- AKIMOVICH, N. N.; BALALLA, O. A. Sultry weathers at the south of Primorye and their influence on human body. *Izvestiya USSR Academy of Sciences: Geography*, 4, p. 94-100, 1971.
- ALFANO, F. R.; PALELLA, B. I.; RICCIO, G. Thermal environment assessment reliability using temperature-humidity indices. *Industrial Health*, 49, 1, p. 95-106, 2011.
- ANGUS, T. C. *The Control of Indoor Climate*. International Series of Monographs in Heating, Ventilation and Refrigeration, 4. Oxford: Pergamon Press, 1968.
- ARNOLDY, I. A. *Acclimatization of the man in north and south*. Medgiz, Moscou (em russo), 1962.
- ARZTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* ANTAC, 1995.

- AULICIEMS, A.; KALMA, J. D. Human thermal climates of Australia. *Australian Geographical Studies*, 19, 1, p. 3-24, 1981.
- AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. Thermal comfort. In: PASSIVE AND LOW ARCHITECTURE, 1997, Brisbane, *Proceedings...* 1997.
- BALARAS, C.; TSELEPIDAKI, I.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. Calculations and statistical analysis of the environmental cooling power index for Athens, Greece. *Energy Conversion and Management*, 34, p. 139-146, 1993.
- BECKER, S. Bioclimatological rating of cities and resorts in South Africa according to the Climate Index. *International Journal of Climatology*, 20, p. 1403-1414, 2000.
- BEDFORD, T. *Basic principles of ventilation and heating*, 2a ed. Lewis, Londres, 1964.
- BEDFORD, T. Researches on thermal comfort. The society's lecture given at Bristol. *Ergonomics*, 4, 4, p. 289-310, 1961.
- BEDFORD, T. Equivalent temperature, what it is, how it's measured. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 8, p. 87-91, 1951.
- BEDFORD, T. Environmental warmth and its measurement. *Medical Research Council*, Memo 17. London: HMSO, 1946.
- BEDFORD, T. *Warmth factor in comfort at work*. Medical Research Council, Industrial Health Research Board, report no. 76, 1936.
- BEDFORD, T.; WARNER, C. D. The globe thermometer in studies of heating and ventilation. *The Journal of Hygiene*, 34, 4, p. 458-473, 1934.
- BELDING, H. S.; HATCH, T. F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. *Heating, Piping, Air Conditioning*, 27, p.129-142, 1955.
- BELKIN, V. S. Biomedical aspects of the development of mountain regions: case-study for the Gorno-Badakhshan autonomic region, Tajikistan. *Mountain Research and Development*, 12, p. 63-70, 1992
- BESHIR, M. Y.; RAMSEY, J. D. Heat stress indices: a review paper. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, p. 89-102, 1988.
- BIDLOT, R.; LEDENT, P. *Travail dans les milieux a haute temperature. Que savons-nous des limites de temperature humainement support-ables?* Institute d'Hygiene des Mines, Hasselt, 1947.
- BIS (BUREAU OF INDIAN STANDARDS). *Handbook of functional requirements of buildings (other than industrial buildings)*. Nova Delhi, 1987.

- BLAZEJCZYK, K. *BioKlima - Universal tool for bioclimatic and thermophysiological studies*. 2016. <https://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>. Acesso em 01/08/2016.
- BLAZEJCZYK, K. Assessment of regional bioclimatic contrasts in Poland. *Miscellanea Geographica*, 15, 1, p. 79-91, 2011.
- BLAZEJCZYK, K. *MENEX 2005: the updated version of man-environment heat exchange model*. Manuscript. COST Action 730 archive. 2006.
- BLAZEJCZYK, K. New indices to assess thermal risks outdoors. In: HOLMÉR, I.; KUKLANE, K.; GAO, C. (eds) *Environmental Ergonomics. 11th International Conference*, 2005, Ystat, Suécia. *Proceedings...* p. 222-225, 2005.
- BLAZEJCZYK, K. *Man-environment heat exchange model*. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.ppt>. 2002. Acesso em 24/04/2004.
- BLAZEJCZYK, K. MENEX 2002. In: THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS WATCH WARNING SYSTEMS FOR EUROPEAN CITIES. Freiburg May 3, 2003. *Proceedings of Conference...*, Friburgo, 2003.
- BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGIPZ PAN*, 28, p. 27-58, 1996.
- BLAZEJCZYK, K.; EPSTEIN, Y.; JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; TINZ, B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 515-535, 2012.
- BLAZEJCZYK, K.; HOLMER, I.; NILSSON, H. Absorption of solar radiation by an ellipsoid sensor simulated the human body. *Applied Human Science*, 17, 6, p. 267-273, 1998.
- BLAZEJCZYK, K.; MATZARAKIS, A. Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on the human heat balance. *Geographia Polonica*, 80, p. 63-82, 2007.
- BLUESTEIN, M.; OSCZEWSKI, R. Wind chill and the development of frostbite in the face. Preprints, *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology*, Kansas City, MO: American Meteorology Society, p. 168-171, 2002.
- BODMAN, G. *Das Klima als eine Funktion von Temperatur und Windgeschwindigkeit in ihrer Verbindung: Lithogr.* Institut des Generalstabs, Estocolmo, 1908.
- BOGATKIN, O. G. Meteorological index of health and economic possibilities of its application. In: WEATHER AND BIOSYSTEMS, St.-Petersburg. *Proceedings...* 2006.
- BOTSFORD, J. H. A wet globe thermometer for environmental heat measurement. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 32, p. 1-10, 1971.

- BRAKE, D.; BATES, G. Limiting metabolic rate (thermal work limit) as an index of thermal stress. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17, 3, p.176-186, 2003.
- BRAKE, D.; BATES, G. A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices. *Annals of Occupational Hygiene*, 46, 2, p. 165-174, 2002.
- BRAUNER, N.; SHACHAM, M. Meaningful wind chill indicators derived from heat transfer principles. *International Journal of Biometeorology*, 39, p. 46-52, 1995.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. Estimating outdoor thermal comfort using a cylindrical radiation thermometer and an energy budget model. *International Journal of Biometeorology*, 30, p. 43-52, 1986.
- BRÜNER, H. Arbeitsmöglichkeiten unter Tage bei erschwerten Klimatischen Bedingungen. *Int Z Angew Physiol Einschl Arbeitsphysiol*, 18, p. 31-61, 1959.
- BRUCE, J. L. Lecture on Nov, 14th 1916. *The Royal Society of New South Wales*, Public Health Section. Sidney, 1916.
- BRUSE, M. *Using ENVI-met BioMet*, 2014. http://www.envi-met.info/public/files/docs/Quickstart_biomet.pdf. Acesso em 01/08/2017.
- BUDYKO, M.; CICHENKO, V. Climatic factors of human thermal sensation. *Izvestiya USSR Academy of Sciences: Geography*, 3, p. 3-11, 1960.
- BURTON, A.; EDHOLM, O. *Man in cold environment: physiological and pathological effects of exposure to low temperatures*. Arnold, Londres, 1955.
- CADARETTE, B. S.; MONTAIN, S. J.; KOLKA, M. A.; STROSCHEIN, L.; MATTHEW, W.; SAWKA, M. N. Cross validation of USARIEM heat strain prediction models. U.S. ARMY Research Institute of Environmental Medicine. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 70, 10, p. 996-1006, 1999.
- CARLUCCI, S.; PAGLIANO, L. A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. *Energy and Buildings*, 53, p. 194-205, 2012.
- CHENG, V.; NG, E.; CHAN, C.; GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 43-56, 2012.
- COMFABLE. *OTC model*, 2015. <http://comfable.com/otc-model-1-3-0/>. Acesso em 02/06/2017.
- CRAIG, F. N. Relation between heat balance and physiological strain in walking men clad in ventilated impermeable envelope. *Federation proceedings*, 9, 26, 1950

- DALEZIOS, N. R. Bioclimatological Concepts and Methods. In: DALEZIOS, N. R. *Environmental hazards. Methodologies for risk assessment and management*. London, IWA Publishing, 2017.
- DASLER, A. R. Heat stress, work function and physiological heat exposure limits in man. In: NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. *Thermal analysis: human comfort*. Washington, 1977.
- DAYAL, D. *An index for assessing heat stress in terms of physiological strain*. PhD. thesis. Texas Tech University, 1974.
- DE FREITAS, C. R. Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, p. 89-103, 1997.
- DE FREITAS, C. R. Bioclimates of heat and cold stress in New Zealand. *Weather and Climate*, 7, p. 55-60, 1987.
- DE FREITAS, C. R. Human thermal climates of New Zealand. *New Zealand Meteorological Service: Miscellaneous Publication*, 190, Wellington, 1986.
- DE FREITAS, C. R. Assessment of human bioclimate based on thermal response. *International Journal of Biometeorology*, 29, p. 97-119, 1985.
- DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 61, 3, p. 487–512, 2016.
- DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 59, p.109–120, 2015.
- DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. The Acclimatization Thermal Strain Index (ATSI): a preliminary study of the methodology applied to climatic conditions of the Russian Far East. *International Journal of Biometeorology*, 53, p. 307-315, 2009.
- DE FREITAS, C. R.; RYKEN, M. G. Climate and physiological heat strain during exercise. *International Journal of Biometeorology*, 33, p. 157-164, 1989.
- DE FREITAS, C. R.; SYMON, L. A bioclimatic index of human survival time in the Antarctic. *Polar Record*, 23, p. 651-659, 1987.
- DOMINGUEZ, S. A.; MACHO, J. J. G.; LOPEZ, J. M. C.; FELIX, J. L. M. *Control climatico en espacios abiertos: evaluacion del proyecto Expo'92*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.
- DORNO, C. Cooling in different climates with continuous registrations using the Davoser Frigorimeter. *Meteorologische Zeitschrift*, 45, p. 401-421, 1928.
- DUFTON, A. F. The eupatheostat. *Journal of Scientific Instruments*, 6, p. 249-251, 1929.

- ECCC (ENVIRONMENT CLIMATE CHANGE CANADA). *Weather: warnings, watches and statements*. Government of Canada, 2017. https://weather.gc.ca/mainmenu/alert_menu_e.html. Acesso em 04/03/2017.
- EISSING, G. Climate assessment indices. *Ergonomics*, 38, 1, p. 47-57, 1995.
- EMMANUEL, R. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: The Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, 40, p. 1591-1601, 2005.
- EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. *Industrial Health*, 44, p. 388-398, 2006.
- FALCONER, R. Windchill, a useful wintertime weather variable. *Weather*, 21, p. 227-229, 1968.
- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
- FANGER, P. O.; MELIKOV, A. K.; HANZAWA, H.; RING, J. Air turbulence and sensation of draught. *Energy and Buildings*, 12, 1, p. 21-39, 1988.
- FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, 34, p. 533-536, 2002.
- FIALA, D.; HAVENITH, G.; BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.; JENDRITZKY, G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 429-441, 2012.
- FLÜGGE, C. Akten des Kgl. *Oberbergamtes zu Halle/Sa*, 25, 36-1, 13248, 18583, 1912.
- FOX, R. H. Heat. In: EDHOLM, O. G.; BACHARACH, A. L. (eds). *Physiology of human survival*. Academic, Londres, p. 53-80, 1965.
- FRANK, A.; MORAN, D.; EPSTEIN, Y.; BELOKOPYTOV, M.; SHAPIRO, Y. The estimation of heat tolerance by a new cumulative heat strain index. In: SHAPIRO, Y.; MORAN, D.; EPSTEIN, Y. (eds) *Environmental ergonomics: recent progress and new frontiers*. Tel Aviv, Freund, p. 194-197, 1996.
- FULLER, F. H.; BROUHA, L. H. New engineering methods for evaluating the job environment, *ASHRAE Journal*, 39, 1966.
- GAGGE, A. P. Standard operative temperature, a single measure of the combined effect of radiant temperature, of ambient temperature and of air movement on the human body. In: SCHOOLEY, J. F. (ed) *Temperature, its measurement and control in science and industry*. Reinhold, New York, p. 544-552, 1941.
- GAGGE, A. P.; FOBELETS, A. P.; BERGLUND, L. G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, p. 709-731, 1986.

- GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; NISHI, Y. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Transactions*, 72, p. 247-262, 1971.
- GALLAGHER, M. JR.; ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; NAGLE-STILLEY, E. F.; SCHAFER, M. A.; SUYAMA, J.; HOSTLER, D. Development of a perceptual hyperthermia index to evaluate heat strain during treadmill exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 6, p. 2025-2034, 2012.
- GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: John Wiley & Sons, 1969.
- GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting heart rate response to work, environment, and clothing. *Journal of Applied Physiology*, 34, p. 201-204, 1973a.
- GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting effects of heat acclimatization on heart rate and rectal temperature. *Journal of Applied Physiology*, 35, p. 875-879, 1973b.
- GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting rectal temperature response to work, environment and clothing. *Journal of Applied Physiology*, 32, p. 812-822, 1972.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M.; SAARONI, H.; POCHTER, O.; YAACOV, Y.; FELLER, N.; BECKER, S. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35, 1, p. 77-86, 2003.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* London: James & James, p. 562-565, 2000.
- GOBO, J. P. A. *Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional*. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- GONZALEZ, R. R.; BERGULND, L. G.; GAGGE, A. P. Indices of thermoregulatory strain for moderate exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 44, p. 889-899, 1978.
- GONZALEZ, R. R.; NISHI, Y.; GAGGE, A. P. Experimental evaluation of standard effective temperature: a new biometeorological index of man's thermal discomfort. *International Journal of Biometeorology*, 18, 1, p. 1-15, 1974.
- GRAVELING, R. A.; MORRIS, L. A.; GRAVES, R. J. Working in hot conditions in mining: a literature review. *Historical research report. Research report TM/88/13*. Institute of Occupational Medicine, Edimburgo, Escócia, 1988.

- GREGORCZUK, M. Bioclimates of the world related to air enthalpy. *International Journal of Biometeorology*, 12, p. 33-39, 1968.
- HALDANE, J. B. S. The influence of high air temperatures. *The Journal of Hygiene*, 5, p. 494-513, 1905.
- HALL, J. F.; POLTE, J. W. Physiological index of strain and body heat storage in hyperthermia. *Journal of Applied Physiology*, 15, p. 1027-1030, 1960.
- HAMDI, M.; LACHIVER, G.; MICHAUD, F. A new predictive thermal sensation index of human response. *Energy and Buildings*, 29, p. 167-178, 1999.
- HEVENER, O. F. All about humidity. *Weather*, 12, p. 83-85, 1959.
- HILL, L.; GRIFFITH, O. W.; FLACK, M. The measurement of the rate of heat loss at body temperature by convection, radiation and evaporation. *Physiological Transactions of the Royal Society*, 207, p. 183-220, 1916.
- HILL, L.; HARGOOD-ASH, D. On the cooling and evaporative powers of the atmosphere, as determined by the kata-thermometer. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, *Biological Sciences*, 90, p. 438-447, 1919.
- HOLMER, I. Work in the cold. Review of methods for assessment of cold exposure. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 65, 3, p. 147-155, 1993.
- HOLMER, I. Assessing of cold stress in terms of required clothing insulation IREQ. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, p. 159-166, 1988.
- HOLMER, I. Required clothing insulation (IREQ) as an analytical index of cold stress. *ASHRAE Transactions*, 90, p. 1116-1128, 1984.
- HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 71-75, 1999.
- HORI, S. Index for the assessment of heat tolerance. *Journal of Human Ergology*, 7, p. 135-144, 1978.
- HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. Determining lines of equal comfort. *ASHVE Transactions*, 29, p. 165-176, 1923.
- HUBAC, M.; STRELKA, F.; BORSKY, I.; HUBACOVA, L. Application of the relative summary climatic indices during work in heat for ergonomic purposes. *Ergonomics*, 32, 7, p. 733-750, 1989.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, UK, 1975.

- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7243*. Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. Geneva: ISO, 2017.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7933*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Geneva: ISO, 2004.
- IONIDES, M.; PLUMMER, J.; SIPLE, P. A. *The thermal acceptance ratio. Report from climatology and environmental protection section*. United States: USQG Office, Report 17, 1945.
- ISAEV, A. A. *Ecological climatology*. Nauchnyi Mir, Moscou (em russo), 2003.
- JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. Klimatologische Probleme - ein einfaches Verfahren zur Vorhersage der Wärmebelastung. *Zeitschrift für angewandte Bäder und Klimaheilkunde*, 26, 1, p. 37-43, 1979.
- JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R.; HAVENITH, G. UTCI-why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 421-428, 2012.
- JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*. Final Report COST Action 730, Freiburg, 2009.
- JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; BUCHER, K.; GRAETZ, A.; LASCHEWSKI, G. The perceived temperature—the method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body. In: INTERNET WORKSHOP ON WINDCHILL, hosted by Environment Canada, *Proceedings...* 2000.
- JOKL, M. V. Standard layers: a new criterion of the thermal insulating properties of clothing. *International Journal of Biometeorology*, 26, p. 37-48, 1982.
- KALKSTEIN, L. S.; NICHOLS, M. C.; BARTHEL, C. D.; GREENE, J. S. A new spatial synoptic classification: application to air mass analysis. *International Journal of Climatology*, 16, 8, p. 983-1004, 1996.
- KALKSTEIN, L. S.; VALIMONT, K. M. An evaluation of summer discomfort in the United States using a relative climatological index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 67, p. 842-848, 1986.
- KAMON, E.; RYAN, C. Effective heat strain index using pocket computer. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 42, p. 611-615, 1981.
- KAWAMURA, W. Distribution of discomfort index in Japan in summer season. *Journal of Metabolic Research*, 17, 7, p. 460-466, 1965.

- KERSLAKE, D. M. *The stress of hot environment*. Cambridge University Press, Cambridge, 1972.
- KONDRATYEV, G. M. *Approximate thermal assessment of clothing insulation*. Transactions VCNIISP, 6, 1957.
- LAI, D.; GUO, D.; HOU, Y.; LIN, C.; CHEN, Q. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. *Building and Environment*, 77, p. 110-118, 2014.
- LANDSBERG, H. E. The assessment of human bioclimate. A limited review of physical parameters. *World Meteorological Organization Technical Note*, 123, 1972.
- LATYSHEV, G. T.; BOKSHA, V. G. Concerning medical estimation of weather (weather index and patients response). *Quest Kurortol*, 4, p. 345-351, 1965.
- LECHA, L. Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics. *International Journal of Biometeorology*, 42, p. 77-83, 1998.
- LEE, D. H. K. Proprioclimates of man and domestic animals. *Climatology: reviews of research*. UNESCO Conf. Paris, 1956. *Arid Zone Research Series*, 10, p. 102-125, 1958.
- LEE, D. H. K. Seventy-five years of searching for a heat index. *Environmental Research*, 22, p. 331-356, 1980.
- LEE, D. H. K.; HENSCHER, A. Effects of physiological and clinical factors on response to heat. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 134, p. 743-749, 1966.
- LEE, D. H. K.; VAUGHAN, I. A. Temperature equivalent of solar radiation on man. *International Journal of Biometeorology*, 8, 1, p. 61-69, 1964.
- LEHMANN H. Microclimatic investigations of cooling in a forest region. *Veröffentlichungen der Geophysik Institute Leipzig*, 2, 4, 1936.
- LI, P. W.; CHAN, S. T. Application of a weather stress index for alerting the public to stressful weather in Hong Kong. *Meteorological Applications*, 7, p. 369-375, 2000.
- LIND, A. R. Effect of individual variation on upper limit of prescriptive zone of climates. *Journal of Applied Physiology*, 28, 1, p. 57- 62, 1970.
- LIND, A. R.; HELLON, R. F. Assessment of physiologic severity of hot climate. *Journal of Applied Physiology*, 11, p. 35-40, 1957.
- LINDBERG, F. *SOLWEIG1D User Manual*. Version 2015a, 2015 http://gvc.gu.se/digitalAssets/1536/1536039_solweig1d-user-manual.pdf. Acesso em 01/08/2017.
- LINKE, F. Die Übertemperatur einer frei aufgestellten schwarzen Kugel. *Meteorologische Zeitschrift*, 43, p. 11, 1926.

- MACPHERSON, R. K. The assessment of the thermal environment. A review. *British Journal of Industrial Medicine*, 19, p. 151-164, 1962.
- MAIRIAUX, P.; MALCHAIRE, J. Comparison and validation of heat stress indices in experimental studies. *Ergonomics*, 38, p. 58-72, 1995.
- MALCHAIRE, J.; PIETTE, A.; KAMPMANN, B.; MEHNERT, P.; GEBHARDT, H.; HAVENITH, G.; DEN HARTOG, E.; HOLMER, I.; PARSONS, K.; ALFANO, G.; GRIEFAHN, B. Development and validation of the predicted heat strain model. *Annals of Occupational Hygiene*, 45, 2, p. 123-135, 2001.
- MALONEY, S. K.; FORBES, C. F. What effect will a few degrees of climate change have on human heat balance? Implications for human activity. *International Journal of Biometeorology*, 55, p. 147-160, 2011.
- MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. *Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity*. Environment Canada, CLI 1-79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service, 1979.
- MATEEVA, Z.; FILIPOV, A. Bioclimatic distance index in the Rila and Rhodopy area of Bulgaria. In: BŁĄŻEJCZYK, K.; KRAWCZYK, B.; KUCHCIK, M. (eds) *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych. Prace Geograficzne IGI PAN*, 188, p. 295-302, 2003.
- MATYUKHIN, V. A.; KUSHNIRENKO, E. Y. Complex quality assessment of environmental influence on the human body. In: *WMO; WHO Symposium on Climate and Human Health in Leningrad*, 1986, WMO. *Proceedings...* Geneva, 2, p. 41-45, 1987.
- MATZARAKIS, A. Developments and applications of thermal indices in urban structures by RayMan and SkyHelios model. In: *9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. Proceedings...* Toulouse, 2015.
- MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38, p. 43-49, 1987.
- MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H. E.; LADELL, W. S. S.; SCOTT, J. W.; THOMSON, M. L.; WEINER, J. S. *The prediction of the physiological effects of warm and hot environments*. Medical Research Council Report 47/391. Londres, 1947.
- MCINTYRE, D. A. A guide to thermal comfort. *Applied Ergonomics*, 4, 2, p. 66-72, 1973.
- MCKARNS, J. S.; BRIEF, R.S. Nomographs give refined estimate of heat stress index. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 38, p. 113-116, 1966.
- MCLAUGHLIN, J. T.; SHULMAN, M. An anthropocentric summer severity index. *International Journal of Biometeorology*, 21, p. 16-28, 1977.

- MEHNERT, P.; MALCHAIRE, J.; KAMPMANN, B.; PIETTE, A.; GRIEFAHN, B.; GEBHARDT, H. J. Prediction of the average skin temperature in warm and hot environments. *European Journal of Applied Physiology*, 82, p. 52-60, 2000.
- MIECZKOWSKI, Z. The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer*, 29, 3, p. 220-233, 1985.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). *NR15 Atividades e operações insalubres*, Anexo 3 - Limites e tolerância para exposição ao calor. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 1. *Chaleur et Industrie*, 276, p. 159-172, 1948a.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 2. *Chaleur et Industrie*, 277, p. 189-198, 1948b.
- MISSENARD, A. Théorie simplifiée du Thermomètre Résultant. *Chauf Vent*, 12, p. 347-352, 1935.
- MISSENARD, A. *Étude physiologique et technique de la ventilation*. Léon Eyrolles, Paris, 1933.
- MITCHELL, D.; WHILLIER, A. Cooling power of underground environments. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 72, p. 93-99, 1971.
- MOCHIDA, T. Comfort Chart: an index for evaluating thermal sensation. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University*, 15, 2, p. 175-185, 1979.
- MONTEIRO, L. M. *Verificação comparativa da predição de sensação térmica por meio de simulações computacionais e de levantamentos empíricos em espaços urbanos da cidade de São Paulo*. 318p. Relatório (Pós-Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- MONTEIRO, L. M. Review of numerical modelling of outdoor thermal comfort. In: SB05 - THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE IN TOKYO, 2005, Tokyo. *The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo*. Tokyo: The University of Tokyo, 2005.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. An outdoor thermal comfort index for the subtropics. In: PLEA 2009 - THE 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2009, Quebec. *Architecture Energy and the Occupant's Perspective*. Quebec: Les Presses de l'Université Laval, 2. p. 1.2.9, 2009.

- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. *Ambiente Construído*, 7, 3, p. 43-58, 2007.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: revisão histórica. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: estado da arte. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005b.
- MORAN, D. S. Stress evaluation by the physiological strain index. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 11, 4, p. 403-423, 2000.
- MORAN, D. S.; CASTELLANI, J. W.; O'BRIEN, C.; YOUNG, A. J.; PANDOLF, K. B. Evaluating physiological strain during cold exposure using a new cold strain index. *American Journal of Physiology*, 277, 46, p. R556-R564, 1999.
- MORAN, D. S.; EPSTEIN, Y. Evaluation of the Environmental Stress Index (ESI) for hot/dry and hot/wet climates. *Industrial Health*, 44, p. 399-403, 2006.
- MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; LAOR, A.; HELED, Y.; MATTHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. Evaluation and refinement of the environmental stress index (ESI) for different climatic conditions. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 14, 1, p. 1-15, 2003.
- MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; HELED, Y.; SHANI Y, MATTHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). *Journal of Thermal Biology*, 26, p. 427-431, 2001.
- MORAN, D. S.; SHAPIRO, Y.; EPSTEIN, Y.; MATTHEW, W.; PANDOLF, K. B. A modified discomfort index (MDI) as an alternative to the wet bulb globe temperature (WBGT). In: VIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, San Diego, p. 77-80. *Proceedings...* 1998a.
- MORAN, D. S.; SHITZER, A.; PANDOLF, K. B. A Physiological Strain Index to Evaluate Heat Stress. *The American Journal of Physiology*, 275, p. 129-134, 1998b.

- MOUNT, L. E.; BROWN, D. The calculation from weather records of the requirement for clothing insulation. *International Journal of Biometeorology*, 29, p. 311-321, 1985.
- MOUNT, L. E.; BROWN, D. The use of the meteorological records in estimating the effects of weather on sensible heat loss from sheep. *Agricultural Meteorology*, 27, p. 241-255, 1982.
- MYERS, J. N.; STEINBERG, M. A.; SOBEL, J.; ABRAMS, E.; MYERS, E., *Method, system, and software for calculating a multi factor temperature index*. US Patent: 6.768.945. Google Patents, 2004.
- NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. Development of outdoor thermal index indicating universal and separate effects on human thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 55, p. 219-227, 2011.
- NICOL, F.; WILSON, E.; UEBERJAHN-TRITTA; A., NANAYAKKARA; L., Kessler; M. Comfort in outdoor spaces in Manchester and Lewes, UK. In: COMFORT AND ENERGY USE IN BUILDINGS: GETTING THEM RIGHT. *Conference proceedings*. Windsor: Network for comfort and energy use in buildings, 2006.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- NIOSHI (National Institute for Occupational Safety and Health). *Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hot environment*. National Institute for Occupational Safety and Health, 86, Washington, p. 101-110, 1986.
- NISHI, Y.; GAGGE, A. P. Humid operative temperature: a biophysical index of thermal sensation and discomfort. *Journal of Geophysical Research*, Paris, 63, p. 365-368, 1971.
- NUNNELEY, S. A.; STRIBLEY, R. F. Fighter index of thermal stress (FITS): guidance for hot-weather aircraft operations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 50, 6, p. 639-642, 1979.
- OSCZEWSKI, R.; BLUESTEIN, M. The new wind chill equivalent temperature chart. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86, 10, p. 1453-1458, 2005.
- OSOKIN, I. M. About severity of winter in northern Asia. Problems of regional researches of winter season. Chita, *Russian Geographical Society*, 2, p. 28-31, 1968.
- PANDOLF, K. B.; MORAN, D. S. New Heat and Cold Strain Predictive Indices. In: RTO HFM SYMPOSIUM ON "BLOWING HOT AND COLD: PROTECTING AGAINST CLIMATIC EXTREMES", Dresden, Alemanha. *Proceedings...* 2001.
- PANDOLF, K. B.; STROSCHEIN, L. A.; DROLET, L. L. Prediction modelling of physiological responses and human performance in the heat. *Computers in Biology and Medicine*, 6, p. 319-329, 1986.

- PARSONS, K. C. Environmentals ergonomics: a review of principles, methods and models. *Applied Ergonomics*, 31, p. 581-594, 2000.
- PARSONS, K. C. *Human thermal environments: the effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*, Taylor and Francis, Londres, 1993.
- PEDERSEN, L. *Vaermestraalingsundersogelser*. Committee for the study of domestic heating, Contribution 2, Copenhagen, 1948.
- PEPI, J. W. The summer simmer index. *Weather*, 3, p. 143-145, 1987.
- PICKUP, J.; DE DEAR, R. An outdoor thermal comfort index (OUT-SET*). Part I: the model and its assumptions. In: DE DEAR, R.; KALMA, J.; OKE, T.; AULICIEMS, A. (eds) *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium*. Geneva, WMO/WCASP, 50, p. 279-283, 2000.
- POSCHMANN, A. *Dissertation*. Frankfurt, 1932.
- PULKET, C.; HENSCHER, A.; BURG, W. R.; SALTZMAN, B. E. A comparison of heat stress indices in a hot-humid environment. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 41, 6, p. 442-449, 1980.
- ROBINSON, S.; TURREL, E. S.; GERKING, S. D. Physiologically equivalent conditions of air temperature and humidity. *American Journal of Physiology*, 143, p. 21-32, 1945.
- RODRIGUEZ, C.; MATEOS, J.; GARMENDIA, J. Biometeorological comfort index. *International Journal of Biometeorology*, 29, 2, p. 121-129, 1985.
- ROHLES, F. H.; NEVIN, R. G. The nature of thermal comfort for sedentary man. *ASHRAE Transactions*, 77, 1, p. 239-246, 1971.
- ROMANOVA, E. N.; GOBAROVA, E. O.; ZHILTSOVA, E. L. *Methods of using of systematic climate and microclimate information in development of strategies for urban construction concepts*. Hydrometeoizdat, St-Petersburg (em russo), 2000.
- RUBLACK, K.; MEDVEDEVA, E. F.; GAEBELIN, H.; NOACH, H.; SCHULZ, G. Integrative evaluation of heat loading due to work and climate. *Zeitschrift fur die Gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete*, 27, p. 12-17, 1981.
- RUIZ, M. A.; CORREA, E. Adaptive model for outdoor thermal comfort assessment in an Oasis city of arid climate. *Building and Environment*, 85, p. 40-51, 2015.
- RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings*, 105, p. 178-205, 2015.
- RUSANOV, V. I. Appraisal of meteorological conditions defining human respiration. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*, 1, p. 57-60, 1989.

- RUSANOV, V. I. Climate and human health. In: *WMO, Symposium on climate and human health in Leningrad*, 1986, WMO. *Proceedings...* Geneva, 2, p. 101-106, 1987.
- RUSANOV, V. I. *Complex meteorological indices and methods of climate assessment in medical purposes*. Tomsk, Tomsk State University, Handbook for Students, 1981.
- RUSANOV, V. I. *Methods of climate research in medical purposes*. Tomsk State University, Tomsk, 1973.
- SALATA, F.; GOLASI, I.; VOLLARO, R. D. L.; VOLLARO, A. D. L. Outdoor thermal comfort in the Mediterranean area. A transversal study in Rome, Italy. *Building and Environment*, 96, p. 46-61, 2016.
- SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. New Equation for Estimating Outdoor Thermal Comfort in Humid-Tropical Environment. *European Journal of Sustainable Development*, 3, 4, p. 43-52, 2014.
- SCHARLAU, K. Die Schwüle als Messbare Grösse. *Bioklimatische Beiblätter*, 10, p. 19-23, 1943.
- SCHOEN, C. A. New empirical model of the Temperature Humidity Index. *Journal of Applied Meteorology*, 44, p. 1413-1420, 2005.
- SHAPIRO, Y.; PANDOLF, K. B.; GOLDMAN, R. F. Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 48, p. 83-96, 1982.
- SHELEIHOVSKIY, G. V. *Microclimate of southern cities*. Academy of Medicine Sciences of the USSR, Moscou, 1948.
- SIPLE, P. A.; PASSEL C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 1, p.177-199, 1945.
- SMITH, F. E. *Effective temperature as an index of physiological stress*. Royal Navy Personnel Research Committee Report 53/728. Medical Research Council, Londres, 1952.
- SMITHSON, P. A.; BALDWIN, H. The cooling power of wind and its influence on human comfort in upland areas of Britain. *Archives for meteorology, geophysics, and bioclimatology, Series B*, 27, p. 361-380, 1979.
- STEADMAN, R. G. A universal scale of apparent temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, p. 1674-1687, 1984.
- STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 861-873, 1979.
- STEADMAN, R. G. Indices of windchill of clothed persons. *Journal of Applied Meteorology*, 10, p. 674-683, 1971.

- SZOKOLAY, S. V. Use of the new effective temperature: ET* in practice. . In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.
- TENNENBAUM, J.; SOHAR, E.; ADAR, R.; GILAT, T.; YASKI, D. The physiological significance of the cumulative discomfort index. *Harefuah*, 60, p. 315-319, 1961.
- TERJUNG, W. H. World patterns of distribution of the monthly comfort index. *International Journal of Biometeorology*, 12, p. 119-151, 1968.
- TERJUNG, W. H. Physiologic climates of the conterminous US: a bioclimatological classification based on man. *Annals of the American Association of Geographers*, 56, p. 141-179, 1966.
- THILENIUS, R.; DORNO, C. Das Davoser Frigorimeter (ein Instrument zur Dauerregistrierung der physiologischen Abkühlungsgrösse). *Meteorologische Zeitschrift*, 42, p. 57-60, 1925.
- THOM, E. C. A new concept of cooling degree days. *Air Conditioning, Heating and Ventilation*, 54, 6, p. 73-80, 1957.
- THOM, E. C.; BOSEN, J. F.; The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 2, p. 57-60, 1959.
- TROMP, S. W. A physiological method for determining the degree of meteorological cooling. *Nature*, 210, p. 486-487, 1966.
- VERNON, H. M. The measurement of radiant heat in relation to human comfort. *Journal of Industrial Hygiene*, 14, p. 95-111, 1932.
- VERNON, H. M.; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *The Journal of Hygiene*, 32, p. 431-462, 1932.
- VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P. Graphical determination of heat tolerance limits. *Ergonomics*, 25, 4, p. 285-294, 1982.
- VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; DAULL, F. Required sweat rate as an index of thermal strain in industry. In: CENA, K.; CLARK, J. A. (eds) *Bioengineering, thermal physiology and comfort*. Elsevier, Amsterdam, p. 99-110, 1981.
- WALLACE, R. F.; KRIEBEL, D.; PUNNETT, L.; WEGMAN, D. H.; WENGER, C. B.; GARDNER, J. W.; GONZALES, R. R. The effects of continuous hot weather training on risk of exertional heat illness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, p. 84-90, 2005.
- WATTS, J. D.; KALKSTEIN, S. L. The development of a Warm-Weather Relative Stress Index for environmental applications. *Journal of Applied Meteorology*, 43, p. 503-513, 2004.
- WEBB, C. G. An analysis of some observations of thermal comfort in an equatorial climate. *British Journal of Industrial Medicine*, 16, p. 297-310, 1959.
- WEISS, M. The humisery and other measures of summer discomfort. *National Weather Digest*, 7, 2, p. 10-18, 1982.

- WENZEL, H. G. Heat stress upon undressed man due to different combinations of elevated environmental temperature, air humidity, and metabolic heat production: a critical comparison of heat stress indices. *Journal of Human Ergology*, 7, p. 185-206, 1978.
- WILLIAMSON, S. P. (coord.). *Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation and improvement projects*. Washington: Office of The Federal Coordinator For Meteorological Services And Supporting Research, 2003.
- WINSLOW, C. E. A.; GAGGE, A. P.; GREENBURG, L.; MORIYAMA, I. M.; RODEE, E. J. The calibrating of the thermo-integrator. *American Journal of Hygiene*, 22, p.137-156, 1935.
- WINSLOW, C. E. A.; HERRINGTON, L. P.; GAGGE, A. P. Relations between atmospheric conditions, physiological reactions and sensations of pleasantness. *American Journal of Hygiene*, 26, 1, p. 103-115, 1937.
- WINTERLING, G. A. Humiture-revised and adapted for the summer season in Jacksonville, Florida. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 60, p. 329-330, 1979.
- WOJTACH, B. *UTCI calculator*. Institute of Meteorology and Hydrology, Warsaw, 2012. <http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php>. Acesso em 01/08/2017.
- XAVIER, A. A. P.; LAMBERTS, R. Indices of thermal comfort developed from field survey in Brazil. *ASHRAE Transactions*, 106, p. 45-58, 2000.
- YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16, p. 302-16, 1957.
- YOUNG, K. C. The influence of environmental parameters on heat stress during exercise. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 886-897, 1979.
- YAN, Y. Y. Climate comfort indices. In: OLIVER, J. E. (ed) *Encyclopedia of world climatology*. Springer, Dordrecht, p. 227-231, 2005.
- ZANINOVIC, K. Limits of warm and cold bioclimatic stress in different climatic regions. *Theoretical and Applied Climatology*, 45, 1, p. 65-70, 1992.
- ZHANG, S.; MENG, G.; WANG, Y.; LI, J. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. *International Journal of Biometeorology*, 36, 63-68, 1992.
- ZHAO, L.; LI, L.; ZHOU, X.; WEI, C. Study on summer outdoor thermal comfort of Guangzhou Campus. *Building Science*, 8, p. 93-98, 2016.
- ZUHAIRY, A. A.; SAYIGH, A. A. M. The development of the bioclimatic concept in building design. *Renewable Energy*, 3, p. 521-533, 1993.

3. Levantamentos empíricos em situações urbanas

3.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta os levantamentos empíricos coordenados, ou com a participação do autor e orientandos, de 2004 a 2015. A tabela a seguir apresenta esses levantamentos.

Tabela 3-1: Locais levantados empiricamente

	local	tipologia	uso predominante	levantamento representativo	período
1	Cid.Univ.	céu aberto, árvores, coberto	permanência	piloto	setembro de 2004
2	Cid.Univ.	céu aberto, árvores, coberto	permanência	verão	março de 2005
3	Cid.Univ.	céu aberto, árvores, coberto	permanência	inverno	agosto de 2005
4	Cid.Univ.	céu aberto, árvores, coberto	permanência	verão	março de 2006
5	Cid.Univ.	céu aberto, árvores, coberto	permanência	inverno	agosto de 2006
6	Luz	calçada, praça e parque	passagem e permanência	piloto	julho de 2007
7	Luz	seis pontos (transecto)	passagem e permanência	piloto	novembro de 2008
8	Luz	calçada, praça e parque	passagem e permanência	verão	fevereiro de 2009
9	Luz	calçada, praça e parque	passagem e permanência	inverno	agosto de 2009
10	Av. Paulista	calçada, praça e parque	passagem e permanência	verão	fevereiro de 2010
11	Av. Paulista	calçada, praça e parque	passagem e permanência	inverno	agosto de 2010
12	Cambuci	calçada, um ponto	passagem	verão	outubro de 2011
13	Bela Vista	calçada, dois pontos	passagem	verão	outubro de 2012
14	Vila Mariana	calçada, um ponto	passagem	inverno	julho de 2013
15	Vila Olímpia	calçada, três pontos	passagem	inverno	julho de 2014
16	Berrini	calçada, três pontos	passagem	inverno	julho de 2014
17	Santo Amaro	calçada, três pontos	passagem	inverno	agosto de 2014
18	Vila Olímpia	calçada, três pontos	passagem	verão	outubro de 2014
19	Berrini	calçada, três pontos	passagem	verão	outubro de 2014
20	Santo Amaro	calçada, três pontos	passagem	verão	outubro de 2014
21	Av. Paulista	calçada, dois pontos e pátio	passagem e permanência	verão	março de 2015
22	República	calçada, dois pontos e praça	passagem e permanência	verão	março de 2015
23	Av. Paulista	calçada, dois pontos e pátio	passagem e permanência	inverno	julho de 2015
24	República	calçada, dois pontos e praça	passagem e permanência	inverno	agosto de 2015

Inicialmente, este capítulo apresenta, de forma sucinta, os levantamentos laboratoriais, apresentados por 1 a 5 na tabela, originalmente colocados por Monteiro (2008), realizados ao longo do doutorado direto (2004-2008) com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Na sequência, este capítulo considera detidamente os levantamentos de campo realizados pelo autor ao longo da última década, com sucessivos auxílios à pesquisa do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e bolsas de iniciação científica de fontes diversas (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, Fundação para Pesquisa Ambiental, Santander).

Os levantamentos 6 e 7 foram pilotos organizados para se chegar aos levantamentos 8 a 11, realizados ao longo do período de pós-doutoramento (2008-2011) com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e com apoio de alunos de iniciação científica. Os levantamentos 12 a 14 foram realizados durante a disciplina de pós-graduação AUT5823 Conforto Ambiental Urbano, na qual o autor atuou, inicialmente como professor colaborador, e na sequência como professor responsável junto às professoras Marcia Alucci e Denise Duarte, contando com a realização prática por parte de alunos pós-graduandos e, ainda, para o desenvolvimento de pesquisas de iniciação científica de alunos graduandos bolsistas. Os levantamentos 15 a 17 se realizaram dentro do escopo de projeto patrocinado pela WRI/Embarq Brasil (2015), coordenado em conjunto com a professora Roberta Mülfarth, em que havia uma abrangência maior considerando-se questões relacionadas à microacessibilidade no entorno de estações da CPTM ao longo do Rio Pinheiros. Os levantamentos 21 a 24 deram-se em concomitância a levantamentos internos de obras arquitetônicas de relevância, em estudo pelas professoras Joana Gonçalves e Roberta Mülfarth. Assim, começou-se a buscar integração não apenas com medições de outras áreas do conforto ambiental, mas também entre medições de espaços externos e internos.

A figura da página seguinte mostra, de forma resumida, as regiões da cidade levantadas ao longo desses doze anos de pesquisa.

Por fim, ainda neste capítulo, são apresentados os critérios, métodos e procedimentos de quantificação das variáveis ambientais (temperatura do ar, pressão parcial de vapor, velocidade do ar e temperatura radiante média), pessoais (taxa metabólica e resistência térmica da roupa) e subjetivas (percepção de sensação e conforto térmico), que constituem o centro de desenvolvimento da pesquisa empírica em questão. Outras variáveis consideradas serão oportunamente apresentadas.

Figura 3-1: Regiões levantadas empiricamente na cidade de São Paulo

3.2. Levantamentos laboratoriais

Monteiro (2008) realiza as calibrações de índices, por meio de proposição de novas faixas interpretativas, e proposição de nova modelagem por meio de levantamentos de caráter eminentemente laboratorial.

3.2.1. Cidade Universitária

Os procedimentos realizados pelo autor são descritos em Monteiro e Alucci (2005): foram estabelecidas três bases para determinação das grandezas físicas: uma primeira a céu aberto, uma segunda sob copa de árvores e uma terceira sob cobertura têxtil tensionada, na Cidade Universitária. Uma base central, com sensores de velocidade e direção de vento a 10 m de altura, foi estabelecida para referenciar as variáveis ambientais, situando-se espacialmente entre as três bases citadas.

No total, em cada dia, foram entrevistadas cerca de 150 pessoas em cada uma das três bases, em seis horários diferentes. Esse procedimento foi realizado em dias representativos de verão e dias representativos de inverno, totalizando 72 situações microclimáticas distintas, com a aplicação de 1750 questionários. Os levantamentos foram realizados estabelecendo-se dois grupos de 75 pessoas. Realizaram-se os procedimentos com o primeiro grupo nos três primeiros horários, repetindo-se os procedimentos com o segundo grupo nos três horários seguintes. Cada grupo foi subdividido em três, cada um de 25 integrantes. Cada subgrupo dirigiu-se a uma base. Na primeira base, todas as pessoas receberam etiquetas identificadoras (A01-A25, B01-B25, C01-C25), responderam um questionário para verificação de características gerais (sexo, idade, peso, altura) e aclimação (locais onde já viveu e por quanto tempo) e foram fotografadas (em grupos de cinco) para posterior identificação da vestimenta. Após esses procedimentos iniciais, todos ficaram 20 minutos expostos às condições ambientes locais, para em seguida receberem um questionário de percepção e preferência de sensação térmica. Nesse questionário, perguntou-se também se alguma peça de roupa foi alterada desde o momento do registro fotográfico. Depois de respondidos, os questionários foram recolhidos e cada grupo se dirigiu à próxima base, onde permaneceu por mais 30 minutos, realizando-se o mesmo procedimento até ter passado pelas três bases. O segundo grupo de 75 pessoas passou então pelos mesmos procedimentos, mas a troca de bases foi realizada em sentido inverso ao do primeiro grupo.

As figuras a seguir apresentam a localização, os ambientes e as condições de exposição ao céu das três bases levantadas por Monteiro (2008), na Cidade Universitária, na cidade de São Paulo.

Figura 3-2: Locais levantados empiricamente na Cidade Universitária

Figura 3-3: Vista das bases levantadas empiricamente na Cidade Universitária

Figura 3-4: Condições de exposição ao céu das bases na Cidade Universitária

3.2.2. Considerações acerca dos levantamentos laboratoriais

Os levantamentos laboratoriais de Monteiro (2008) foram aqui sucintamente considerados a fim de enfatizar o caráter diferenciado dos levantamentos de campo em situações urbanas reais realizados na presente pesquisa.

3.3. Levantamentos de campo em meio urbano

A base empírica estabelecida abrange conjunto de dados de levantamentos realizados em dias de verão e de inverno em diferentes regiões da cidade de São Paulo-SP. A escolha dos locais se deve à heterogeneidade de populações e de situações tipológicas existentes. Enfatiza-se também a escolha das referidas áreas devido a já existência de trabalhos empíricos em andamento por parte do grupo de pesquisas do LABAUT/FAUUSP, facilitando a organização dos levantamentos e aquisição de dados.

3.3.1. Bairro da Luz

Considerando o Bairro da Luz, devido à quantidade de equipamentos disponíveis, foram estabelecidas três bases para levantamentos simultâneos, sendo que ao todo foram abarcados cinco locais distintos, apresentados na figura seguinte e selecionados com base nos critérios a serem explicitados.

Figura 3-5: Locais levantados empiricamente no Bairro da Luz

A eleição das bases se deu buscando a diversidade de configurações tipológicas. Buscou-se ainda a eleição de locais que se configurassem, simultaneamente, como de passagem e de permanência, ou seja, em que se pudesse identificar a realização das atividades comumente exercidas em espaços abertos urbanos. Desta forma, os levantamentos de verão foram realizados em uma rua (Rua dos Andradas), em uma praça (Praça Sala São Paulo) e em um parque (Parque da Luz). Ressalta-se que o primeiro local é predominantemente de passagem, o terceiro é predominantemente de permanência e o segundo apresenta as duas situações.

Nos levantamentos de inverno, devido a menor quantidade de pessoas disponíveis para a sua realização, somada às dificuldades encontradas para o gerenciamento simultâneo dos levantamentos nos diferentes locais, em especial devido à distância física entre o parque e os demais pontos e a periculosidade do percurso, optou-se pela seleção de locais mais próximos, mas que mantivessem as características inicialmente estabelecidas. Assim, buscou-se a diversidade tipológica e heterogeneidade de usos. Ao mesmo tempo, optou-se por manter um mesmo ponto levantado no período de verão, para que comparações diretas pudessem ser realizadas, além de se estabelecer um denominador comum.

Assim, manteve-se o ponto do parque (Parque da Luz), com uso predominante de permanência. Os demais pontos para realização dos levantamentos foram estabelecidos considerando-se uma rua e uma praça, apresentando assim características tipológicas e de uso distintas, sendo um local de passagem e permanência (Praça da Luz, na entrada do Parque da Luz) e um local de passagem (na entrada da Estação da Luz). Em resumo, a tabela a seguir apresenta os locais levantados empiricamente, no verão e no inverno, e os usos predominantes.

Tabela 3-2: Locais levantados empiricamente no Bairro da Luz

tipologia	uso predominante	verão	inverno
rua	passagem	Rua dos Andradas	Estação da Luz
praça	passagem/permanência	Praça Sala São Paulo	Praça da Luz
parque	permanência	Parque da Luz	Parque da Luz

As figuras a seguir apresentam os ambientes físicos e as condições de exposição ao céu de cada uma das bases levantadas no verão (Rua dos Andradas, Praça Sala São Paulo e Parque da Luz) e no inverno (Estação da Luz, Praça da Luz e Parque da Luz).

Figura 3-6: Vista das bases levantadas empiricamente no Bairro da Luz no verão

Figura 3-7: Condições de exposição ao céu das bases no Bairro da Luz no verão

Figura 3-8: Vista das bases levantadas empiricamente no Bairro da Luz no inverno

Figura 3-9: Condições de exposição ao céu das bases no Bairro da Luz no inverno

3.3.2. Avenida Paulista

Com relação aos levantamentos na Avenida Paulista, desde o início tomou-se a precaução do gerenciamento simultâneo dos levantamentos nos diferentes locais, em especial devido à distância física entre os pontos a serem observados. Assim, a eleição mais criteriosa permitiu que fossem selecionados pontos que pudessem ser levantados nos períodos de verão e de inverno, mesmo com uma quantidade maior ou menor de colaboradores, uma vez que se optou pela seleção de locais mais próximos, mantendo-se também as características inicialmente estabelecidas para os levantamentos no Bairro da Luz.

A figura a seguir localiza as bases levantadas empiricamente na Avenida Paulista: a base na calçada na Av. Paulista, em frente ao MASP, a base na Praça Alexandre de Gusmão e a base no Parque Trianon.

Figura 3-10: Locais levantados empiricamente no Parque Trianon

A tabela a seguir caracteriza os locais levantados empiricamente na Avenida Paulista, ressaltando-se, assim, que os levantamentos de verão e inverno foram realizados nos mesmos locais, dada a melhor organização dos levantamentos, conseguida com a experiência já adquirida no Bairro da Luz.

Tabela 3-3: Locais levantados empiricamente na Avenida Paulista

tipologia	uso predominante	verão e inverno
rua	passagem	Av. Paulista, em frente ao MASP
praça	passagem/permanência	Praça Alexandre de Gusmão
parque	permanência	Parque Trianon

Figura 3-11: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Paulista **Figura 3-12:** Condições de exposição ao céu nas bases da Avenida Paulista

3.3.3. Considerações acerca dos levantamentos no Bairro da Luz e na Avenida Paulista

Os locais de levantamentos de campo realizados no Bairro da Luz e na Avenida Paulista, aqui apresentados, servem como base para o estabelecimento de correlações, calibrações e proposição de modelagem. Os levantamentos de campo em meio urbano subsequentes subsidiam a verificação desses resultados e possibilitam novas explorações.

3.3.5. Bela Vista

Em outubro de 2012, foram realizadas medições empíricas de dados de térmica e acústica, bem como levantamento de respostas de entrevistas com usuários na Bela Vista. As medições foram organizadas para a coleta de dados para as pesquisas de iniciação científica: *Estresse e conforto térmico do pedestre em São Paulo*, de Larissa Oliveira; *Conforto térmico e acústico do pedestre em São Paulo*, de Giovana Cibim; *Estresse e conforto urbano do pedestre em São Paulo*, de Gabriel de Alencar Novaes, todos então sob orientação do autor. A coleta de dados também foi organizada para as pesquisas de iniciação científica de Ângela Madeira, Barbara Ferronato e Rosane Yumi, orientadas pela professora Denise Duarte, além das pesquisas dos alunos de pós-graduação Carolina Alves, Carolina Gusson, Eduardo Pizarro e Vanessa Guilhon.

As medições foram realizadas em dois pontos no bairro da Bela Vista em São Paulo, o ponto 1 se localiza na Rua São Carlos do Pinhal (primeira paralela à Av. Paulista) no quarteirão entre a Al. Pamplona e Al. Campinas, na calçada oposta à entrada do Hotel Macksoud Plaza, de frente para o mesmo. O ponto 2 se localiza próximo à esquina da Al. Ribeirão Preto (paralela à anterior) e a Al. Campinas, imediatamente aos fundos do mesmo hotel, conforme mostra a figura a seguir.

Figura 3-14: Localização dos pontos de medição na Bela Vista

A colocação dos equipamentos foi feita na beirada da calçada junto à guia, sendo o ponto 1 em local a céu aberto, sombreado apenas em partes do dia por edifícios lindeiros, e o ponto 2 abaixo da copa das árvores. As ruas escolhidas para medição se configuram como ruas de médio porte, com quatro faixas de veículos cada, sendo que, no ponto 1, configura-se uma rua de maior fluxo

de veículos distribuídos em três faixas de rolamento e uma de estacionamento. O ponto 2 localiza-se em rua com duas faixas de rolamento e duas de estacionamento.

As medições foram realizadas das 8h às 18h. As medições de acústica ocorreram nos dois pontos, com medições de nível de pressão sonora contínuo equivalente. Os dados de térmica foram registrados minuto a minuto ao longo de todo o período. Os questionários foram aplicados em baterias de 30, em cada horário predeterminado: às 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h.

3.3.6. Vila Mariana

Em julho de 2013, foram realizadas novas séries de medições empíricas de dados de térmica e acústica, bem como levantamento de respostas de entrevistas com usuários. As medições foram realizadas para as três pesquisas de iniciação científica citadas no item anterior. Contou-se ainda com o apoio do Quartel do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo do Distrito da Vila Mariana, cedendo o espaço do quartel para instalação dos equipamentos.

Originalmente, esse levantamento de campo foi programado para ser realizado em pontos anteriormente utilizados, na República ou na Av. Paulista, para comparação dos dados; entretanto, devido à situação em que o Município de São Paulo se encontrava no momento, de manifestações e protestos na região central da cidade, essas regiões foram evitadas por questões de segurança. Por esse motivo, foi escolhido o ponto na Vila Mariana, bairro lindeiro ao centro e em via que comporta um dos maiores fluxos de veículos e pedestres da cidade.

O único ponto de medição se localizou na Rua Domingos de Morais, 2329, tendo as medições acústicas acontecido na borda da calçada e as medições de dados térmicos com a estação meteorológica instalada nos limites do terreno do quartel. A Rua Domingos de Morais consiste em uma grande avenida, que dá continuidade direta ao eixo da Av. Paulista, Av. Bernardino de Campos e R. Vergueiro, com várias faixas de rolamento, cruzamento de diversas linhas de ônibus e grande fluxo de veículos, sendo um dos principais eixos arteriais da cidade. Os questionários foram também realizados na calçada em frente ao quartel dos bombeiros.

Devido à ausência de vegetação nas calçadas, todas as medições e questionários foram aplicados a céu aberto, sem sombreamento. As medições foram realizadas das 8h às 19h em dia típico de inverno. As baterias de 30 questionários foram realizadas nos horários predeterminados: às 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h.

Figura 3-15: Localização do ponto de medição na Vila Mariana

3.3.7. Considerações acerca dos levantamentos no Cambuci, Bela Vista e Vila Mariana

As medições e aplicação de questionários dos levantamentos de campo no Cambuci, Bela Vista e Vila Mariana não têm seus dados utilizados para correlação, calibração e proposição de modelagem deste trabalho, conforme já colocado no início do capítulo. Isto se deve ao caráter exploratório dos trabalhos. Entretanto, esses trabalhos de campo trouxeram base empírica e serviram de testes para realização das medições e aplicação de novos questionários, consideração de outras variáveis, deixando claro o procedimento de montagem, desmontagem e manuseio também de novos equipamentos, além de apontar maneiras mais adequadas para abordar o público em termos de aplicação dos questionários e, mais do que isso, indicando possibilidades de verificação e adaptação dos próprios modelos já desenvolvidos.

3.4. Levantamentos específicos de campo em meio urbano

3.4.1. Entorno de estações da CPTM

Esses levantamentos empíricos serviram como base para um diagnóstico ambiental dos espaços urbanos da área de entorno imediato de três estações de trem da Linha 9, Esmeralda, da CPTM: Vila Olímpia, Berrini e Santo Amaro. Essas estações configuram-se como locais de grande concentração de atividades e, subsequentemente, como locais de grande atração de viagens.

Figura 3-16: Estações de trem da Linha 9 da CPTM, destacando as três estações consideradas

O objetivo da pesquisa como um todo, financiada pela WRI/Embarq Brasil (2015), era verificar o espaço urbano considerando a acessibilidade, segurança, seguridade e conforto do pedestre e de ciclistas, visando informar a elaboração de projetos arquitetônico-urbanísticos para requalificação das áreas focando na microacessibilidade. Para tanto, o método de avaliação dos espaços urbanos envolvia a seleção de ambientes a serem verificados, o levantamento de variáveis ambientais (relacionadas a características físicas, térmicas, luminosas, acústicas e ergonômicas), a aplicação de questionários (acerca da percepção ambiental dos usuários dos espaços), o tratamento dos dados coletados, a análise e interpretação dos resultados obtidos e a produção de material iconográfico, de modo a informar o desenvolvimento de projetos arquitetônico-urbanísticos para as áreas em questão.

A coordenação da pesquisa foi da professora Roberta Mülfarth e do autor, com apoio técnico de Ranieri Higa, tendo participado dos levantamentos empíricos os alunos André Sato, Bárbara Iamauchi, Claudia Carunccio, Danielle Iwai, Gabriel Novaes, Guilherme Reis, Isabela Belini, Larissa Azevedo, Luísa Landert e Manuel Monroy.

As estações Vila Olímpia, Berrini e Santo Amaro foram levantadas empiricamente durante o período de julho/agosto de 2014, abarcando período de inverno, e em outubro de 2014, considerando-se um período representativo das condições de verão. Ressalta-se que as medições representativas de verão, ou de período quente, foram realizadas em outubro observando-se o prazo para realização da pesquisa e o considerável período quente usualmente verificado em outubro na cidade de São Paulo. Para o entorno de cada uma das estações, definiu-se três pontos de medições, conforme se segue. Cada estação foi levantada em dias distintos, devido ao tamanho da equipe e à disponibilidade de pesquisadores. A pesquisa, como um todo, e os resultados são apresentados em WRI/Embarq Brasil (2015).

3.4.2. Vila Olímpia

Considerando as medições no entorno da Estação Vila Olímpia da CPTM, foram definidos os três pontos a serem avaliados, de modo que, apesar de próximos para facilitarem a realização do

levantamento, cada qual apresentasse uma situação diferente do espaço urbano. O primeiro trecho escolhido foi a saída da Estação Vila Olímpia mais próxima à R. Beira Rio. O segundo trecho foi a outra saída do estabelecimento, do lado da Av. Marginal Pinheiros. O terceiro trecho, um pouco mais distante, foi a R. Funchal, próxima do seu encontro com a R. Gomes de Carvalho. A aplicação de questionários seguiu os horários das 9h, 12h e 15h, para cada trecho selecionado.

Figura 3-17: Vista das bases levantadas empiricamente na Vila Olímpia

(a) saída da Estação Vila Olímpia, do lado da R. Beira Rio; (b) saída da Estação Berrini, do lado da R. Joel Carlos; e (c) saída da Estação Santo Amaro, do lado da Av. Pe. José Maria

3.4.3. Berrini

Para as medições nos arredores da Estação Berrini da CPTM também foram selecionados três trechos para avaliação, de modo a considerar diferentes elementos urbanos e como suas características microclimáticas e variáveis ambientais influenciam a percepção e o conforto do pedestre. O primeiro trecho escolhido foi a saída da Estação Berrini, do lado da R. Joel Carlos. O segundo foi a calçada da pista local da Marginal Pinheiros, na área em frente ao edifício Plaza Centenário, número 12995. E o último, a R. Joel Carlos Borges, abrangendo as construções entre os números 60 e 92. A aplicação de questionário foi realizada nos três horários pré-estabelecidos: às 9h, 12h e 15h, em cada trecho.

Figura 3-18: Vista das bases levantadas empiricamente na Berrini

(a) saída da Estação Vila Olímpia, do lado da Av. Marginal Pinheiros; (b) calçada da pista local da Av. Marginal Pinheiros, em frente ao Edifício Plaza Centenário; e (c) Av. Pe. José Maria, na calçada oposta à Estação Santo Amaro

3.4.4. Santo Amaro

Assim como nos levantamentos anteriores, as medições no entorno da Estação Santo Amaro da CPTM foram realizadas considerando-se três situações urbanas distintas, estabelecendo-se três pontos para verificação.

O primeiro foi a saída da Estação Santo Amaro, do lado da Av. Pe. José Maria. O segundo trecho foi a própria Av. Pe. José Maria, na calçada oposta à estação de trem. E o último foi a R. Engenheiro Francisco Pitta Brito, entre as construções de número 255 até 325. Novamente os horários estipulados para cada bateria de aplicação de questionários foram às 9h, 12h e 15h, para manutenção da comparação com os outros dias de levantamento.

Diferentemente das outras estações de trem anteriormente analisadas, a de Santo Amaro desemboca em uma calçada, que por sua vez se estende ao longo de toda a Av. Pe. José Maria. Nesse caso, portanto, houve a necessidade de estabelecer um limite dentro desse espaço, a fim de que a avaliação fosse mais específica. Sendo assim, definiu-se que o trecho em questão abrangesse a saída da estação e 25 m seguintes na mesma calçada.

Figura 3-19: Vista das bases levantadas empiricamente em Santo Amaro

(a) calçada da R. Funchal próxima à R. Gomes de Carvalho; (b) calçada da R. Joel Carlos Borges, entre os números 60 e 92; e (c) R. Eng. Francisco Pitta Brito, entre os números 255 e 425

3.4.5. Considerações acerca do entorno de estações da CPTM

Como síntese, apresenta-se na tabela a seguir um resumo dos locais levantados empiricamente no entorno de estações da linha da CPTM.

Tabela 3-4: Locais levantados empiricamente no entorno de estações da linha da CPTM

Estação	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Vila Olímpia	Saída da Estação Vila Olímpia, do lado da R. Beira Rio	Saída da Estação Vila Olímpia, do lado da Av. Marginal Pinheiros	Calçada da R. Funchal próxima à R. Gomes de Carvalho
Berrini	Saída da Estação Berrini, do lado da R. Joel Carlos	Calçada da pista local da Av. Marginal Pinheiros, em frente ao Edifício Plaza Centenário	Calçada da R. Joel Carlos Borges, entre os números 60 e 92
Santo Amaro	Saída da Estação Santo Amaro, do lado da Av. Pe. José Maria	Av. Pe. José Maria, na calçada oposta à Estação Santo Amaro	R. Engenheiro Francisco Pitta Brito, entre os números 255 e 425

O diferencial desses levantamentos de campo foi propiciar, além da ampliação da base empírica, a introdução dos estudos exploratórios considerando-se diversas áreas do conforto ambiental em espaços urbanos abertos.

3.4.6. Entorno de edifícios ícones da arquitetura brasileira

Os levantamentos de campo a serem apresentados abrangem conjunto de dados coletados em dias de verão e de inverno em duas regiões da cidade de São Paulo: junto à Avenida Paulista e ao Bairro da República. Esses levantamentos fazem parte de projetos coordenados pelas professoras Joana Gonçalves e Roberta Mülfarth, respectivamente *O desempenho térmico e luminoso de edifícios ícones da arquitetura moderna brasileira* e *O desempenho, sob o enfoque ergonômico, de edifícios ícones da arquitetura moderna brasileira*. A escolha dos espaços urbanos abertos considerados é explicitada na sequência.

3.4.7. Avenida Paulista

Considerando o eixo da Avenida Paulista, devido à quantidade de equipamentos disponíveis, foram estabelecidas três bases para levantamentos simultâneos, procurando abarcar espaços abertos que mantivessem relação espacial significativa com duas obras arquitetônicas em específico: o Conjunto Nacional, de 1955, de autoria de David Libeskind, que ocupa todo o quarteirão entre a Avenida Paulista, a Alameda Santos e as ruas Augusta e Padre João Manuel; e o Banco Sul-Americano, de 1963, de autoria de Rino Levi, atual Banco Itaú, localizado na esquina da Avenida Paulista com a Rua Frei Caneca.

Assim, foram selecionados pontos na calçada em frente ao Banco Itaú, na Avenida Paulista, na calçada em frente à entrada do Conjunto Nacional, também na Avenida Paulista, e um terceiro ponto no pátio interno do Conjunto Nacional.

Figura 3-20: Localização dos pontos de medição na Avenida Paulista

Figura 3-21: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Paulista
(a) pátio interno, (b) calçada do Conjunto Nacional, e (c) calçada do Banco Itaú

3.4.8. República

Na República, foram também estabelecidas três bases para levantamentos simultâneos, procurando considerar espaços abertos que mantivessem alguma relação espacial com os edifícios Copan, projeto de 1951, de autoria de Oscar Niemeyer; Itália, projeto de 1960, de autoria de Franz Heep; e Esther, projeto de 1936, autoria de Vital Brazil e Adhemar Marinho.

Foram selecionados pontos na calçada da Avenida Ipiranga, em frente ao Copan, na calçada localizada na esquina das avenidas Ipiranga com a São Luís, em frente ao Itália, e na calçada da Praça da República, em frente ao Esther.

Figura 3-22: Localização dos pontos de medição na República

Figura 3-23: Vista das bases levantadas empiricamente na República

(a) calçada na Avenida Ipiranga, (b) calçada na esquina das avenidas Ipiranga e São Luís, e (c) calçada da Praça da República

3.4.9. Considerações acerca do entorno de edifícios ícones

Como síntese, apresenta-se na tabela a seguir um resumo dos locais levantados empiricamente no entorno de edifícios ícones da arquitetura moderna da cidade de São Paulo.

Tabela 3-5: Locais levantados empiricamente no entorno de edifícios ícones

Região	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Avenida Paulista	Calçada em frente ao Banco Itaú, na Avenida Paulista	Calçada em frente à entrada do Conjunto Nacional, na Avenida Paulista	Pátio interno do Conjunto Nacional
República	Calçada da Avenida Ipiranga, em frente ao Edifício Copan	Calçada na esquina das avenidas Ipiranga com a São Luís, em frente ao Edifício Itália	Calçada da Praça da República, em frente ao Edifício Esther

Além de fornecer base empírica para esta pesquisa, os levantamentos em espaços urbanos abertos no entorno de edificações específicas concomitantemente aos levantamentos dos espaços internos dessas edificações possibilita, em uma abordagem outra de pesquisa, introduzir explorações no sentido de entender possibilidades da dinâmica de adaptação em espaços internos e externos e a relação entre eles.

3.5. Quantificação de variáveis

3.5.1. Variáveis ambientais

As variáveis ambientais microclimáticas consideradas nesta pesquisa foram temperatura, umidade e velocidade do ar e temperatura radiante média. A seguir, são considerados os critérios para a sua determinação. Na sequência, têm-se os métodos e os procedimentos empregados para a quantificação física e matemática.

3.5.1.1. Critérios

Para a quantificação física das variáveis ambientais, utilizou-se a norma ISO 7726 (1998), que traz as especificações dos instrumentos considerando duas classes de ambientes: moderados (tipo C: conforto) e com estresse térmico (tipo S: estresse). As especificações referentes à faixa de medição e precisão são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 3-6: Características requeridas e desejadas dos instrumentos (adaptada de ISO 7726, 1998)

variáveis	faixa para conforto	precisão para conforto	faixa para estresse	precisão para estresse
temperatura do ar (t_{ar})	10–40 °C	requerida: $\pm 0,5$ °C desejada: $\pm 0,2$ °C	-40–120 °C	requerida: $\pm 0,5$ °C (0-50 °C) desejada: $\pm 0,25$ °C (0-50 °C)
temperatura radiante (t_{rm})	10–40 °C	requerida: ± 2 °C desejada: $\pm 0,2$ °C	-40–150 °C	requerida: ± 5 °C (0-50 °C) desejada: ± 5 °C (0-50 °C)
velocidade do ar (v_{ar})	0,05–1 m/s	requerida: $\pm [0,05 + 0,05v]$ desejada: $\pm [0,02 + 0,07v]$	0,2–20 m/s	requerida: $\pm [0,1 + 0,05v]$ desejada: $\pm [0,05 + 0,05v]$
umidade absoluta (p_{ar})	0,5–3,0 kPa	$\pm 0,15$ kPa ($ t_{ar}-t_{rm} < 10$ °C)	0,5–6,0 kPa	$\pm 0,15$ kPa ($ t_{ar}-t_{rm} < 20$ °C)

Segundo ISO 7726 (1998), o tempo de resposta do sensor depende da massa, da área superficial, da presença de protetor e das características do ambiente (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica). As condições ambientais padrão para a determinação das constantes de tempo para os sensores de medição são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 3-7: Condições ambientais de referência para a determinação das constantes de tempo dos sensores de medição (adaptada de ISO 7726, 1998)

medição do tempo de resposta	t_{ar}	t_{rm}	p_{ar}	V_{ar}
temperatura do ar (t_{ar})	-	$\approx t_{ar}$	qualquer	< 0,25 m/s
temperatura radiante média (t_{rm})	$\approx t_{rm}$	-	qualquer	< 0,25 m/s
umidade absoluta (p_{ar})	$\approx 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\approx t_{ar}$	-	depende do método
velocidade do ar (V_{ar})	$\approx 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\approx t_{ar}$	qualquer	-

A realização da quantificação de variáveis deve levar em consideração a sua homogeneidade e heterogeneidade, assim como o caráter estacionário e variacional do tempo das grandezas medidas. Segundo a norma ISO 7726 (1998), para critério de conforto, diz-se que um ambiente é homogêneo se verificado um erro, para cada medição com relação à média de todas as medições, de no máximo três vezes o valor da precisão requerida para temperatura do ar, e de no máximo duas vezes para as demais variáveis. Já para critério de estresse, admitem-se no máximo quatro vezes para temperatura do ar, três vezes para temperatura radiante média e duas vezes para as demais variáveis. A precisão requerida das medidas é em relação à média. O caráter estacionário e transiente é avaliado de maneira análoga. Quando o ambiente é heterogêneo, as quantidades físicas devem ser medidas em diversos pontos, levando-se em conta os resultados parciais obtidos para se determinar o valor médio das quantidades a serem consideradas na avaliação do conforto ou do estresse térmico. A tabela seguinte apresenta as posições a serem utilizadas na medição das quantidades físicas e os coeficientes de ponderação a serem usados no cálculo do valor médio dessas quantidades.

Tabela 3-8: Altura de medição para as variáveis do ambiente (ISO 7726, 1998)

posição	coeficiente de ponderação				altura recomendada	
	ambiente homogêneo		ambiente heterogêneo			
	classe C	classe S	classe C	classe S	sentado	de pé
cabeça	-	-	1	1	1,1 m	1,7 m
abdômen	1	1	1	2	0,6 m	1,1 m
calcanhar	-	-	1	1	0,1 m	0,1 m

Com base em resultados de Monteiro (2008), realizando pré-testes de medições nas três alturas recomendadas, ao longo de dias de verão e de inverno, verificou-se para três tipologias distintas de espaços abertos que os ambientes ali configurados eram homogêneos. O autor ressalta apenas que foram verificados alguns desvios apenas ligeiramente maiores do que o especificado pela norma para as variáveis temperatura radiante média e velocidade do ar, nas medições realizadas a 0,1 m. Desta forma, nos levantamentos realizados, devido aos resultados prévios de Monteiro (2008), realizaram-se medições apenas a 1,1 m de altura, uma vez que as atividades verificadas, com as pessoas sentadas ou em pé, implicavam em medições apenas a 1,1 m e 0,6 m. Como se considerou que os ambientes são suficientemente homogêneos, não se fez distinção em relação à altura, tendo sido eleita a de 1,1 m, pois a grande maioria dos usuários dos espaços exerciam atividades em pé.

3.5.1.2. Quantificação física

Os equipamentos utilizados para a quantificação física das variáveis ambientais de 2004 a 2010 foram: estação meteorológica marca ELE modelo EMS com sensores de temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento e piranômetro Eppley, registrando-se os dados em *data logger* marca ELE modelo MM900 EE 475-016; estação meteorológica Huger Eletronics modelo GmbH WM921, com sensores de temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento, armazenando-se os dados em microcomputador portátil; e estação meteorológica Huger Eletronics modelo GmbH WM918, com sensores de temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento, também armazenando-se os dados em microcomputador portátil. Foram utilizados ainda três termômetros de globo cinza com sensores de temperatura do ar, registrando-se os dados em *data loggers* portáteis Hobo.

Para determinação da temperatura do ar, os sensores eram do tipo semicondutor. A faixa de leitura é de -20 °C a +60 °C, com resolução de 0,1 °C, precisão de $\pm 0,4$ °C e tempo de resposta de 0,05 °C/s. Para obtenção da umidade relativa, eram sensores capacitivos. A faixa de leitura é de 10% a 95%, com resolução de 0,1%, precisão de $\pm 3\%$ (a 25 °C, entre 30% e 95%) e $\pm 5\%$ (a 25 °C, entre 10% e 30%) e tempo de resposta de 3 minutos para mudança de 45% a 95% e de 5 minutos para o inverso. Quanto à velocidade do vento, foram utilizados sensores de velocidade do ar compostos por copo (magnitude) e pá (direção/sentido), apresentando faixa de leitura de 0,3 a 30,0 m/s, resolução de 0,1 m/s e precisão de $\pm 2\%$.

A partir de 2011, os equipamentos utilizados para a quantificação física das variáveis ambientais passaram a ser estações meteorológicas Campbell, com sensores de temperatura e umidade do

ar Vaisala HMP45C, velocidade do vento Gill WindSonic e piranômetro Kipp & Zonen CMP3, com dados armazenados em *data logger* CR800; e três termômetros de globo cinza com sensores de temperatura do ar, registrando-se os dados em *data loggers* portáteis Hobo.

Os sensores de temperatura do ar são termorresistores de platina, com faixa de leitura de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, resolução de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, precisão de $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\pm 0,5$ a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e tempo de resposta de $0,15\text{ }^{\circ}\text{C/s}$. Os sensores de umidade relativa são capacitivos, com faixa de leitura de 0% a 100% (sem condensação), resolução de 0,1%, precisão de $\pm 2\%$ (a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, entre 0% e 90%) e $\pm 3\%$ (a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, entre 90% e 100%), e tempo de resposta de 15 segundos, a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, para mudança de 90%. O sensor de velocidade do vento é ultrassônico bidimensional, com faixa de leitura de 0 a $60,0\text{ m/s}$, resolução de $0,01\text{ m/s}$, precisão de $\pm 2\%$, a 12 m/s , e tempo de resposta de $0,25\text{ s}$. O sensor de radiação solar é de termopilha, com faixa de operação de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, sensibilidade de 200 a 2800 nm , irradiância máxima de 2000 W/m^2 e precisão de $\pm 2,5\%$, de 0 a 1000 W/m^2 .

Por fim, com relação à temperatura radiante média, essa foi estimada a partir de medições de temperatura de globo, tendo sido utilizados globos de 10 ou 17 cm de diâmetro, conforme o levantamento, preto fosco e cinza médio fosco, com emissividade de aproximadamente 0,9. Para determinação da temperatura do ar no centro do globo, foram utilizados sensores do tipo semicondutor, com faixa de leitura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, resolução de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, precisão de $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e tempo de resposta de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C/s}$. Com relação ao desempenho do sistema, segundo a ISO 7726 (1998), o tempo de resposta de um termômetro de globo é de aproximadamente 20 a 30 minutos, dependendo das características do globo e do ambiente em avaliação.

A quantificação matemática da temperatura radiante média e de outras grandezas é explicitada na sequência.

3.5.1.3. Quantificação matemática

Em relação às quantificações físicas das quatro variáveis anteriormente elencadas, são considerados aqui os métodos utilizados para determinação das seguintes variáveis: pressão parcial de vapor, por meio dos valores de temperatura do ar e umidade relativa; intensidade de turbulência, por meio dos valores de velocidade do vento; e temperatura radiante média, por meio dos valores de temperatura do ar, velocidade do ar e temperatura de globo.

A partir da temperatura do ar e da umidade relativa, obtém-se a pressão parcial de vapor, comumente utilizada nos modelos de balanço termofisiológico. Para o cálculo da mesma, as

seguintes definições e consequentes formulações foram adotadas: a umidade relativa caracteriza a quantidade de vapor de água no ar em relação à máxima quantidade que pode ser mantida, em uma dada temperatura; a pressão parcial de vapor de água do ar úmido é a pressão que o vapor exerceria se sozinho ocupasse o volume ocupado pelo ar úmido na mesma temperatura; e a umidade absoluta caracteriza a quantidade de vapor de água no ar. Desta forma, determina-se a pressão parcial de vapor a partir da umidade relativa e da temperatura do ar.

$$E3-1 \quad ur = 100 \cdot p_v / p_{v,s}$$

$$E3-2 \quad p_{v,s} = 0,611 \cdot \exp [17,27 \cdot t_{ar} / (t_{ar} + 237,3)]$$

$$E3-3 \quad p_v = [(p_{atm} / 0,622) / \omega_{ar}] + 1$$

$$E3-4 \quad \omega_{ar} = m_v / m_a$$

$$E3-5 \quad p_v = 6,11 \cdot 10^{-3} \cdot ur \cdot \exp [17,27 \cdot t_{ar} / (t_{ar} + 237,3)]$$

onde:

ur = umidade relativa do ar, em %;

p_v = pressão parcial do vapor de água, em kPa;

$p_{v,s}$ = pressão de saturação do vapor de água, em kPa;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

p_{atm} = pressão atmosférica total, em kPa;

ω_{ar} = umidade absoluta, em kg de água / kg de ar seco;

m_v = massa do vapor de água, em kg;

m_{ar} = massa do ar seco, em kg.

Para se considerar a flutuação da velocidade do vento, determinou-se o desvio padrão da amostra, calculando-se então a intensidade da turbulência (it), em porcentagem.

$$E3-6 \quad dp = [1 / (n-1)]^{1/2} \cdot \sum (v_{ar,i} - v_{ar})^2$$

$$E3-7 \quad it = 100 \cdot dp/v_{ar}$$

onde:

dp = desvio padrão;

n = número de medições instantâneas, com $\sum$ de $i = 1$ até $i = n$;

it = intensidade de turbulência, em %.

Para o cálculo da temperatura radiante média, realiza-se o balanço das trocas térmicas entre o globo e o ambiente em questão, considerando-se a temperatura do ar no centro do globo, a temperatura e a velocidade do ar no ambiente. Como resultado, têm-se as seguintes formulações, respectivamente para convecção natural e convecção forçada.

$$\text{E3-8} \quad t_{rm} = \{(t_g + 273)^4 + [(0,25 \cdot 10^8) / \varepsilon_g] \cdot (|t_g - t_{ar}| / D)^{1/4} \cdot (t_g - t_{ar})\}^{1/4} - 273$$

$$\text{E3-9} \quad t_{rm} = \{(t_g + 273)^4 + [(1,1 \cdot 10^8 \cdot v_{ar}^{0,6}) / (\varepsilon_g \cdot D^{0,4})] \cdot (t_g - t_{ar})\}^{1/4} - 273$$

onde:

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

t_g = temperatura de globo, em °C;

ε_g = emissividade do globo, adimensional;

D = diâmetro do globo, em m;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Para a verificação do cálculo da temperatura radiante média tomando-se como base a temperatura de globo, utilizou-se também o cálculo por meio de temperaturas superficiais e respectivos fatores de forma com relação ao usuário em exposição. Assim, utilizou-se a termografia para aplicações de conforto térmico urbano em espaços abertos, por meio do termovisor Flir i40. Ressalta-se que são necessárias diversas imagens de cada área para retratar todo o entorno, pois o ângulo de registro térmico é bastante restrito. As imagens ilustrativas abaixo foram realizadas no período de verão ao meio dia.

Figura 3-24: Imagens térmicas de três situações de exposição diferenciadas

O fator de forma expressa a relação geométrica envolvida na troca radiante entre o usuário e as superfícies do entorno. Segundo a norma ISO 7726 (1998), o valor do fator de forma pode ser determinado a partir das equações seguintes.

$$E3-10 \quad FF = F_{\max} \cdot (1 - e^{-(a/c)/T}) \cdot (1 - \exp(-(b/c)/G))$$

$$E3-11 \quad T = A + B \cdot (a/c)$$

$$E3-12 \quad G = C + D \cdot (b/c) - E \cdot (a/c)$$

onde:

FF = fator de forma;

$F_{\max}$ = fator de forma máximo;

A,B,C,D,E = coeficientes segundo a posição do indivíduo (ver tabela a seguir);

a,b,c = coeficientes da posição relativa indivíduo e superfície (ver figuras a seguir).

Tabela 3-9: Valores para cálculo do fator de forma (FF), segundo ISO 7726 (1998)

situação	$F_{\max}$	A	B	C	D	E
pessoa sentada superfície vertical	0,118	1,216	0,169	0,717	0,087	0,052
pessoa sentada superfície horizontal	0,116	1,396	0,130	0,951	0,080	0,055
pessoa em pé superfície vertical	0,120	1,242	0,167	0,616	0,082	0,051
pessoa sentada superfície horizontal	0,116	1,595	0,128	1,226	0,046	0,044

Figura 3-25: Indicação de a,b,c para determinação de fator de forma para pessoa em pé

Figura 3-26: Indicação de a,b,c para determinação de fator de forma para pessoa sentada

Para o cálculo da temperatura de fundo de céu, ou temperatura da atmosfera, que não é adequadamente registrado pelo termovisor, por se tratar de um constructo teórico e não propriamente de uma superfície, considerou-se o proposto por Bliss (1961, citado por Duffie e Beckman, 1991).

$$E3-13 \quad t_{\text{céu}} = t_{\text{ar}} \{0,8 + [(t_d - 273) / 250]\}^{0,25}$$

onde:

$t_{\text{céu}}$ = temperatura de fundo de céu, em K;

t_{ar} = temperatura do ar, em K;

t_d = temperatura do ponto de orvalho, em K.

Para consideração da radiação solar direta, utilizou-se a VDI 3789 (2001), que determina o fator de área projetada (f_p) em relação à altura solar (h). Regredindo-se os valores tabelados da referida norma, chega-se à equação seguinte.

$$E3-14 \quad f_p = 4 \cdot 10^{-7} \cdot h^3 - 7 \cdot 10^{-5} \cdot h^2 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h + 0,3081$$

onde:

f_p = fator de área projetada, adimensional;

h = altura solar, em graus.

3.5.2. Variáveis pessoais

As variáveis pessoais levantadas na pesquisa empírica foram taxa metabólica e resistência térmica da roupa. Além da estimativa desses valores, considerou-se o trabalho mecânico e a resistência evaporativa da roupa, associados respectivamente à taxa metabólica e a resistência

térmica da roupa à troca de calor sensível. Na sequência, apresentam-se os critérios utilizados, seguidos dos métodos e procedimentos empregados para a sua quantificação.

3.5.2.1. Critérios

Para determinação da taxa metabólica, a norma ISO 8996 (2004) propõe três níveis de precisão para sua determinação e diferentes métodos para obtê-la.

No primeiro nível, que oferece baixa precisão, apresenta (a) classificação de acordo com a atividade e (b) classificação de acordo com a ocupação. O segundo nível, de acordo com a norma, oferece precisão de $\pm 15\%$ e apresenta métodos de (a) avaliação de taxas de grupos específicos, (b) estimativas de atividades específicas e (c) taxa cardíaca em condições definidas. O terceiro nível, de acordo com a norma, oferece precisão de $\pm 5\%$ e realiza-se por meio de medição de taxa de consumo de oxigênio. Os métodos Ia, Ib, IIa e IIb apresentam valores tabelados, que podem ser consultados nos anexos da norma em questão. Os métodos IIc e III se realizam por meio de quantificações matemáticas. Aquele diz respeito à determinação do metabolismo a partir da taxa cardíaca e este a partir do consumo de oxigênio.

Para estimar o metabolismo a partir da taxa cardíaca, é necessário que a atividade sendo realizada exija esforço físico considerável da maior parte dos grandes músculos corporais. As equações apresentadas a seguir são adaptações da formulação encontrada na ISO 8996 (2004), a qual foi obtida com a regressão de dados medidos. Ressalta-se que a segunda equação é uma simplificação da primeira, apresentando perda de precisão.

$$\text{E3-15} \quad M = M_B + (HR - HR_0) / R_M$$

$$\text{E3-16} \quad M = 4 \cdot HR - 255$$

onde:

M = metabolismo, em W;

M_B = metabolismo basal, em W/m²;

HR = taxa cardíaca, em bpm;

HR_0 = taxa cardíaca em descanso, posição pronada e neutralidade térmica, em bpm;

R_M = aumento da taxa cardíaca por unidade da taxa metabólica, em bpm m²/W.

Para estimar o metabolismo a partir do consumo de oxigênio, a referida norma coloca que, para períodos consideráveis, o metabolismo oxidativo é a principal fonte de energia, sendo possível determinar a taxa metabólica a partir do consumo de oxigênio. Para não ser necessária a medição da produção de dióxido de carbono, a norma propõe que se utilize um coeficiente respiratório de 0,85, que determina um coeficiente energético de 5,68 Wh/L. Nesse caso, segundo a norma, o maior erro teórico possível é de $\pm 3,5\%$, mas em casos gerais o erro não ultrapassa $\pm 1\%$. As duas equações são apresentadas.

$$\text{E3-17} \quad M = (1,3524 / V_{\text{CO}_2} + 4,5276 \cdot V_{\text{O}_2}) / A_{\text{Du}}$$

$$\text{E3-18} \quad M = 5,68 \cdot V_{\text{O}_2} / A_{\text{Du}}$$

onde:

M = metabolismo, em W;

E_e = equivalente energético de oxigênio, em Wh/L;

Q_R = quociente respiratório, adimensional;

V_{CO_2} = produção de dióxido de carbono, em L/h;

V_{O_2} = consumo de oxigênio, em L/h;

A_{Du} = área de DuBois, em m^2 .

A área de DuBois é a formulação mais utilizada na literatura para estimativa da área do corpo nu, tendo sido proposta por DuBois e DuBois (1916, *apud* ASHRAE, 2013).

$$\text{E3-19} \quad A_{\text{Du}} = 0,202 \cdot m_c^{0,425} \cdot h_b^{0,725}$$

onde:

A_{Du} = área da superfície do corpo, segundo DuBois, em m^2 ;

m_b = massa corporal, em kg;

h_b = altura do corpo, em m.

Para consideração da energia metabólica gasta com trabalho mecânico realizado pelos músculos, pode-se estabelecer a definição de eficiência mecânica (η) pela razão entre trabalho mecânico (W) e taxa metabólica (M).

$$\text{E3-20} \quad \eta = W / M$$

A tabela a seguir apresenta diversos valores de taxa metabólica e de eficiência mecânica de interesse para situações em espaços abertos.

Tabela 3-10: Taxa metabólica e eficiência mecânica (adaptada de Fanger, 1970)

atividade	velocidade (km/h)	inclinação do plano (%)	velocidade relativa (m/s)	taxa metabólica (W/m ²)	taxa metabólica (met)	eficiência mecânica
deitado	0	-	-	41	0,7	0
sentado	0	-	-	58	1,0	0
em pé, relaxado	0	-	-	70	1,2	0
andando	3,2	0	0,9	116	2,0	0
	4,0	0	1,1	140	2,4	0
	4,8	0	1,3	151	2,6	0
	5,6	0	1,6	186	3,2	0
	6,4	0	1,8	221	3,8	0
	8,0	0	2,2	337	5,8	0
	1,6	5	0,6	140	2,4	0,07
	3,2	5	0,9	174	3,0	0,10
	4,8	5	1,3	233	4,0	0,11
	6,4	5	1,8	355	6,1	0,11
	1,6	15	0,4	169	2,9	0,15
	3,2	15	0,9	268	4,6	0,19
	4,8	15	1,3	291	5,0	0,19
	1,6	25	0,4	209	3,6	0,20
	3,2	25	0,9	390	6,7	0,21

Ressalta-se que, com referência à taxa metabólica, comumente emprega-se a unidade met, sendo que 1 met = 58,2 W/m², valor equivalente à taxa metabólica da pessoa sentada. Observa-se, por meio dos valores tabelados de eficiência mecânica, que em situações gerais essa é desprezível, podendo-se adotar um valor igual a zero. Apenas quando houver esforços físicos mecânicos maiores, como é o caso de atividades onde se tem um aumento da energia potencial, é que o valor da eficiência mecânica passa a ser considerado.

Com relação a resistência térmica da roupa, ou, mais especificamente, resistência térmica à troca de calor sensível, e a resistência evaporativa da roupa, ou resistência térmica à troca de calor latente, a norma internacional ISO 9920 (2007) trata especificamente da estimativa dessas variáveis, discutindo ainda a influência da movimentação do corpo e da penetração de ar em seus valores resultantes. A resistência térmica à troca de calor sensível da roupa é tradicionalmente apresentada na unidade clo, tal que 1 clo = 0,155 W/m². Outra grandeza relacionada é o fator de roupa (f_{cl}), que é definido como a razão entre a área do corpo vestido (incluindo-se as partes não

vestidas) sobre a área do corpo nu. As tabelas a seguir apresentam compilação de valores encontrados na norma já referida e na ASHRAE (2017). A primeira apresenta valores para conjunto de vestimentas. A segunda, valores para peças de vestuários.

Tabela 3-11: I_{cl} e f_{cl} para conjunto de vestimentas (adaptada de ISO 9920, 2007; ASHRAE, 2017)

conjunto de vestimentas	I_{cl}	f_{cl}
calção para caminhada, camisa de manga curta	0,36	1,10
calças, camisa de manga curta	0,57	1,15
calças, camisa de manga longa	0,61	1,20
calças, camisa de manga longa, paletó	0,96	1,23
calças, camisa de manga longa, paletó, camiseta de manga curta, camiseta sem manga	1,14	1,32
calças, camisa e blusas de manga longa, camiseta de manga curta	1,01	1,28
calças, camisa e blusa de manga longa, camiseta de manga curta, paletó, ceroula	1,30	1,33
calças de lã, camisa de lã	0,74	1,19
pijama com camisa de manga longa e calça longa, robe curto, chinelos de tecido, sem meias	0,96	1,32
saia até o joelho, camisa de manga curta, meia calça, sandálias	0,54	1,26
saia até o joelho, camisa de manga longa, meia calça, combinação	0,67	1,29
saia até o joelho, camisa de manga longa, meia calça, anágua, blusa de manga longa	1,10	1,46
saia até o joelho, camisa de manga longa, meia calça, anágua, paletó	1,04	1,30
saia longa, camisa de manga longa, meia calça, paletó	1,10	1,46
sobretudo de manga longa, camiseta de manga curta	0,72	1,23
macacão, camisa de manga longa, camiseta de manga curta	0,89	1,27
sobretudo de lã, blusa de frio de manga longa, ceroula	1,37	1,26

Para se determinar o isolamento do conjunto de roupas (I_{cl}) a partir de valores de peças pessoais ($I_{cl,i}$), basta somar os valores individuais constantes na tabela a seguir.

$$E3-21 \quad I_{cl} = \sum I_{cl,i}$$

Para a obtenção do fator de roupa (f_{cl}), a ISO 9920 (2007) propõe equação resultante da regressão de dados empíricos. Já para a determinação da resistência evaporativa da roupa ($R_{e,cl}$), considerando-se conjuntos de vestuários permeáveis com uma ou duas camadas de roupas, Monteiro (2008) apresenta uma equação simplificada baseada na referida norma.

$$E3-22 \quad f_{cl} = 1 + 0,31 \cdot I_{cl}$$

$$E3-23 \quad R_{e,cl} = 0,06 / (f_{cl} \cdot h_c) + 0,18 \cdot I_{cl}$$

onde:

I_{cl} = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em clo;

f_{cl} = fator de roupa, adimensional;

$R_{e,cl}$ = resistência evaporativa da roupa, em m^2kPa/W ;

h_c = coeficiente de transferência de calor convectivo, em $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.

Tabela 3-12: I_{cl} para peças de vestuários (adaptada de ISO 9920, 2007; ASHRAE, 2017)

roupas íntimas	$I_{cl,i}$	vestidos, saias	$I_{cl,i}$	suéteres, blusas de lã	$I_{cl,i}$
cuecas	0,04	saia fina	0,14	suéter fino sem mangas	0,13
calcinhas	0,03	saia grossa	0,23	suéter grosso sem mangas	0,22
sutiã	0,01	vestido manga longa fino	0,33	suéter fino manga longa	0,25
camiseta	0,08	vestido manga longa grosso	0,47	suéter grosso manga longa	0,36
combinação	0,16	vestido de manga curta fino	0,29	pulôver fino	0,23
anágua	0,14	calções, calças, macacão		pulôver grosso	0,27
camiseta de manga longa	0,20	calção curto	0,06	pijamas, roupões, robes	
ceroula	0,15	calção para caminhada	0,08	pijama fino de manga curta	0,42
meias		calças de tecido fino	0,15	pijama grosso manga longa	0,57
meias esportivas curtas	0,02	calças de tecido grosso	0,24	roupão fino curto	0,18
meias finas até a coxa	0,03	calças de lã	0,28	roupão fino longo	0,20
meias grossas até o joelho	0,06	macacão	0,30	roupão hospitalar de mangas curtas	0,31
meia calça	0,02	coletes, paletós, jaquetas		roupão grosso longo	0,46
camisas, blusas femininas		colete fino	0,10	robe fino curto de manga curta	0,34
camisa colarinho s/ mangas	0,12	colete grosso	0,17	robe fino trespessado de manga	0,48
camisa de manga curta	0,19	paletó fino	0,36	robe grosso trespessado de manga	0,69
camisa de manga longa	0,25	paletó grosso	0,44	calçados	
camisa de flanela manga longa	0,34	jaquetão fino	0,42	sandálias de couro ou borracha	0,02
camisa de tricô manga curta	0,17	jaquetão grosso	0,48	chinelos de tecido	0,03
camisa de lã manga longa	0,34	sobretudo	0,49	botas	0,10

3.5.2.2. Quantificação

Considerando-se os valores de taxa metabólica apresentados por Fanger (1970) e ISO 8996 (2004), e ainda observando as atividades realizadas pelas pessoas ao longo dos pré-testes realizados nos locais dos levantamentos empíricos, determinaram-se valores para as taxas metabólicas, em função das atividades observadas.

Quando da aplicação do questionário de avaliação subjetiva das condições térmicas ambientais, o entrevistador tomava nota da atividade que a pessoa estava exercendo. Para interferir o mínimo possível na atividade em execução, os entrevistadores realizavam a mesma atividade que os entrevistados vinham realizando, para aplicação do questionário. Devido a observações feitas nos pré-testes, simplificou-se a anotação da atividade, utilizando-se apenas quatro valores referenciais para as seis atividades observadas, conforme tabela a seguir.

Tabela 3-13: Valores referenciais para determinação da taxa metabólica

valor de referência	atividade	taxa metabólica (met)
0	sentado	1,0
1	em pé, com pouca atividade	1,3
	locomovendo-se lentamente	1,6
2	andando relaxadamente (3,2 km/h)	2,0
	caminhando normalmente (4,0 km/h)	2,4
3	correndo (8,0 km/h)	5,8

Desta forma, os levantamentos consideram grupos de dados referentes a atividades metabólicas médias de 1,0; 1,3; 2,0 e 5,8 met. Com relação à eficiência mecânica, devido às atividades verificadas, ela é desprezível, adotando-se valor igual a zero.

Com relação aos valores de resistência térmica, resistência evaporativa e fator de roupa, utilizou-se a escala da figura a seguir, para que o entrevistador tomasse nota dos conjuntos de vestimentas que o entrevistado estava usando.

Figura 3-27: Valores referenciais para determinação do tipo de vestimenta

Ressalta-se que as imagens referentes à figura anterior foram adaptadas da norma ISO 9920 (2007), em que cada peça de roupa está associada a um fator de roupa. Nesta pesquisa, consideraram-se os valores tabelados de resistência térmica da roupa, adaptado da ISO 9920 (2007) e da ASHRAE (2013), e ainda as relações entre esses e a resistência evaporativa das roupas e os fatores de roupa.

Assim, os valores apresentados na figura anterior já fazem referência à resistência térmica estimada em clo, tendo sido a resistência evaporativa da roupa e o fator de roupa calculados conforme as formulações anteriormente apresentadas.

3.5.3. Variáveis subjetivas

As variáveis subjetivas quantificadas nesta pesquisa dizem respeito à percepção de sensação térmica e conforto térmico.

3.5.3.1. Critérios

O levantamento das respostas subjetivas deu-se a partir da adaptação dos questionários utilizados nos levantamentos empíricos de Monteiro (2008), que se baseou nos princípios estabelecidos pela norma ISO 10551 (1995).

No referido trabalho e na atual pesquisa, utilizam-se os critérios de ponto central e escalas de intensidades positivas e/ou negativas, quando aplicáveis. A norma em questão propõe um questionário com cinco perguntas padrão, as quais Monteiro (2008) não transcreve diretamente para o português. Respeitando-se as peculiaridades linguísticas de cada idioma, opta por reinterpretar as cinco perguntas originais em língua inglesa, dando origem a um questionário em língua portuguesa com quatro questões. Além dessas quatro questões de avaliação global do ambiente, propõe outras quatro para verificação da percepção e preferência relativas às variáveis ambientais específicas.

A figura a seguir traz as questões relativas à avaliação subjetiva do questionário proposto e aplicado nos levantamentos laboratoriais de Monteiro (2008).

1. Neste exato momento, eu estou sentindo:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
muito frio	frio	um pouco de frio	nem frio nem calor	um pouco de calor	calor	muito calor

2. Neste exato momento, com relação às condições climáticas, eu estou:

☐	☐	☐	☐
confortável	um pouco desconfortável	desconfortável	muito desconfortável

3. Neste exato momento, eu preferiria estar sentindo:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
muito mais frio	mais frio	um pouco mais de frio	sem mudanças	um pouco mais de calor	mais calor	muito mais calor

4. Neste exato momento, com relação às condições climáticas, em minha opinião estar neste local é:

☐	☐	☐	☐
perfeitamente tolerável	facilmente tolerável	difícilmente tolerável	intolerável

5. Com relação à temperatura do ar, eu preferiria que essa estivesse:

☐ mais baixa	☐ como está	☐ mais alta	☐ não sei dizer
-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--

6. Com relação à umidade do ar, eu preferiria que o ar estivesse:

☐ mais seco	☐ como está	☐ mais úmido	☐ não sei dizer
------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--

7. Com relação ao vento, eu preferiria que esse estivesse:

☐ mais fraco	☐ como está	☐ mais forte	☐ não sei dizer
-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--

8. Com relação à radiação solar, eu preferiria que essa estivesse:

☐ mais branda	☐ como está	☐ mais intensa	☐ não sei dizer
--------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	--

Figura 3-28: Questionário de percepção e preferência de sensação térmica

Por se tratar de experimento laboratorial, havia certo controle dos sujeitos durante o levantamento, possibilitando que os mesmos respondessem satisfatoriamente a um questionário impresso com oito itens. Na presente pesquisa, devido ao levantamento ser de campo, em situações urbanas reais, foi necessário restringir o número de questões, devido à necessidade de brevidade do questionário, para não comprometer as atividades realizadas nos ambientes levantados e para que se conseguisse efetivamente uma amostra significativa. Assim, optou-se por realizar apenas os dois primeiros itens do questionário do autor, acerca da percepção global do ambiente em termos de sensação térmica e conforto térmico.

3.5.3.2. Quantificação

Após a realização de pré-testes com diversos modelos de questionários, utilizando-se diferentes abordagens para realização das perguntas, optou-se pelo modelo que se segue.

Para quantificação das variáveis subjetivas de percepção, foram estabelecidas duas questões, uma para verificação de sensação térmica e outra para a de conforto térmico, sendo que, dependendo das respostas, havia uma segunda questão subsequente a cada uma delas. Para verificar a sensação térmica, a primeira questão realizada pelo entrevistador era por meio da pergunta: “neste momento, aqui, você está com frio, calor ou nenhum dos dois?”. Se o entrevistado respondesse “frio” ou “calor”, havia então a segunda questão: “você está com pouco calor (frio), mais ou menos, ou muito calor (frio)?”. Para verificar o conforto térmico, o entrevistador repetia a resposta da pessoa à(s) questão(ões) anterior(es), perguntando: “com relação a esse pouco calor (muito frio, neutralidade, etc...), você está confortável ou desconfortável?”. Se o entrevistado respondesse “desconfortável”, havia então uma segunda pergunta: “você está pouco, mais ou menos ou muito desconfortável?”.

Para a anotação das respostas, foram utilizados, conforme já colocado, os critérios de ponto central e escalas de intensidades positivas e/ou negativas, quando aplicáveis. Os valores relativos a cada percepção de sensação térmica e de conforto estavam tabelados na folha do questionário, para facilitar a anotação dos dados.

As questões de percepção de sensação térmica e de conforto térmico foram, cada uma delas, desmembradas em duas questões subsequentes e dependentes, pois assim facilitava a aplicação do questionário. O raciocínio por trás de cada conjunto de duas perguntas é o de que cada uma delas opera com apenas três valores.

Assim, a primeira pergunta possibilita uma resposta com valor positivo, negativo ou igual a zero. A segunda pergunta possibilita, caso a primeira pergunta apresente valor positivo ou negativo, a quantificação desse valor, “1”, “2” ou “3”, respectivamente representando “pouco”, “mais ou menos” e “muito”.

Ressalta-se que, para a questão de percepção de conforto térmico, tentou-se a realização do mesmo raciocínio, empregando-se a categoria central de indiferente (nem confortável, nem desconfortável) e valores positivos para conforto e negativos para desconforto. Contudo, a ideia de “pouco”, “mais ou menos” e “muito” confortável acaba gerando confusões, sendo “um pouco confortável” por vezes retomado pelo entrevistado como “um pouco desconfortável” e “mais ou menos confortável” retomado como “mais ou menos desconfortável”. Desta forma, acredita-se

que a tentativa de se perguntar pelas intensidades de conforto acabava por funcionar como um questionamento à pergunta anterior, induzindo o entrevistado, por vezes, a modificar sua resposta anterior. Portanto, justifica-se a simplificação adotada, considerando na primeira questão uma oposição binária entre confortável e desconfortável e na segunda questão quantificando-se apenas o grau de desconforto.

3.5.4. Outras variáveis

Devido às características já elencadas dos levantamentos de campo realizados nesta pesquisa, realizaram-se simplificações acerca da verificação da aclimatação, perguntando-se apenas a cidade/estado em que nasceu e há quanto tempo está na região metropolitana de São Paulo.

Com relação às informações pessoais, essas foram estimadas pelos entrevistadores. Após a execução das duas questões subjetivas e das duas de aclimatação, os entrevistadores observavam e anotavam a resistência térmica da roupa (com base na figura já apresentada), cor predominante da roupa (C = clara; M = média; E = escura), idade aproximada, sexo, atividade (com base nos critérios já apresentados: 0 = sentado; 1 = parado em pé; 2 = andando; 3 = correndo/jogando), se o entrevistado estava exposto ao sol ou não e, finalmente, o horário da entrevista. Assim como no caso das questões subjetivas, para facilitar a anotação dos dados, quadros explicativos das possibilidades de preenchimento de cada um dos itens foram incluídos na folha do questionário, conforme figura a seguir.

Como última observação referente à aplicação do questionário, é importante mencionar que, uma vez que o entrevistador passava a executar a mesma atividade que o entrevistado (sentado, em pé parado, andando, correndo...), os pré-testes mostraram ser mais eficiente realizar a primeira pergunta diretamente, sem solicitação de autorização ou qualquer explicação prévia do que se tratava. Devido ao conteúdo das perguntas e ao anonimato, não há questão ética envolvida.

Ressalta-se, ainda, que o número de perguntas é bastante pequeno, sendo restrito a um conjunto de quatro a seis dependendo das respostas das pessoas, e que as perguntas são extremamente objetivas, sendo as respostas ou repetições de parte das perguntas ou informações muito fáceis de serem fornecidas. Assim, a realização inicial de uma explicação ou solicitação de autorização mostrou-se, nos pré-testes, inibidora ou demandante de tempo consideravelmente longo, tendo sido, por isso, descartada nos levantamentos efetivos.

Data: _____ Período: _____ Local: _____ Entrevistador: _____

1a) Neste momento, aqui: Você está com frio, calor ou nenhum dos dois?

1b) Se responder frio ou calor: Você está com pouco calor, mais ou menos, ou muito calor (frio)?

3 muito calor
2 calor
1 pouco calor
0 neutra
-1 pouco frio
-2 frio
-3 muito frio

2a) Com relação a esse “pouco calor/muito frio/etc” (repetir a resposta da pessoa da questão 1) Você está confortável ou desconfortável?

2b) Se responder desconfortável: Você está pouco, mais ou menos ou muito desconfortável?

3 muito desconfortável
2 desconfortável
1 pouco desconfortável
0 confortável

3) Onde você nasceu? (Se for do estado de SP, anotar a cidade, se for de fora, anotar o estado)

4) Há quanto tempo você mora aqui na Grande São Paulo? (Se a pessoa não morar aqui, anotar há quanto tempo está aqui)

	Sens -3 ~ 3	Conf 0 ~ 3	Nascimento Cidade/Estado	Tempo vivendo na Grande SP	Iclo 0,3~0,9 *	Cor CME	Idade Aprox	Sexo M/F	Ativ 0~3	Sol? S/N	Horário hh:mm
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20

Cor predominate
da roupa
C = clara
M = média
E = escura

Idade
aproximada
15, 20, 25, 30...

Sexo
M= masculino
F = feminino

Atividade
0 = sentado
1 = parado em pé
2 = andando
3 = correndo/jogando

O entrevistado estava
exposto ao sol?
S= sim
N = não

Figura 3-29: Instruções e tabela de anotação de variáveis subjetivas e pessoais

3.6. Considerações finais

A aplicação de questionário foi realizada visando à comparação dos resultados da avaliação subjetiva com os resultados dos índices de adequação térmica em espaços urbanos abertos, utilizando-se para tanto os dados coletados de variáveis ambientais microclimáticas e variáveis pessoais.

A comparação de resultados do levantamento de campo e das simulações computacionais dos modelos preditivos, considerando as faixas interpretativas originais e calibradas de seus índices, é realizada no próximo capítulo.

3.7. Referências bibliográficas

- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Handbook of fundamentals*. Atlanta: ASHRAE, 2017.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Handbook of fundamentals*. Atlanta: ASHRAE, 2013.
- BLISS, R. W. Atmospheric radiation near the surface of the ground: A summary for engineers. *Solar Energy*, 5, p.103-120, 1961.
- DUBOIS D.; DUBOIS, E. F. A formula to estimate approximate surface area, if height and weight are known. *Archives of Internal Medicine*, 17, p. 863-871, 1916.
- DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 2. ed. New York: Willey Interscience, 1991.
- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 9920*. Ergonomics of the thermal environment: estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Geneva: ISO, 2007.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 8996*. Ergonomics of the thermal environment: determination of metabolic rate. Geneva: ISO, 2004.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7726*. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.

- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 10551*. Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva: ISO, 1995.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. *Anais...* Antac, 2005.
- VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3789, Part 3*. Environmental meteorology, interactions between atmosphere and surfaces – calculation of spectral irradiances in the solar wavelength range. Berlin: Beuth, 2001.
- WRI/EMBARQ BRASIL (WORLD RESEARCH INSTITUTE – BRASIL). Diagnóstico e propostas para a melhoria da microacessibilidade - estações de trem no entorno do Rio Pinheiros, São Paulo/SP. São Paulo: WRI Brasil, 2015.

4. Proposição de calibração de índices e análise comparativa

4.1. Considerações iniciais

Neste capítulo, tem-se a apresentação das simulações computacionais dos índices selecionados no capítulo segundo. São considerados os índices originalmente apresentados pelos autores e, quando já realizadas, as calibrações propostas com base nos levantamentos laboratoriais. Para as dos índices que ainda não haviam sido realizadas, foram procedidas inicialmente as simulações e calibrações utilizando a base empírica laboratorial de 2004 a 2006.

Descrevem-se, na sequência, as novas calibrações realizadas com os resultados empíricos das bases de dados do Bairro da Luz e da Avenida Paulista, levantadas entre 2007 e 2010, apresentando-se novas faixas interpretativas. Os resultados são considerados comparativamente com as simulações computacionais realizadas e com os resultados encontrados para os levantamentos de caráter laboratorial na Cidade Universitária.

Na sequência, discute-se a aplicação das novas calibrações, considerando as bases de dados do Cambuci, Bela Vista, Vila Mariana, Vila Olímpia, Berrini, Santo Amaro, Av. Paulista e República, levantadas de 2011 a 2015, para verificar os resultados de modelos e índices selecionados a serem utilizados para a continuação do desenvolvimento da pesquisa.

Desta forma, o objetivo deste capítulo é a verificação de correlações dos resultados de modelos e índices com os dados empíricos levantados, assim como a verificação de acertos preditivos, visando ainda explorar as possibilidades de calibração e, posteriormente, de proposição de modelagem específica. A tabela a seguir traz os modelos utilizados para as simulações, assim como as referências bibliográficas em que podem ser encontradas suas formulações matemáticas, a serem apresentadas na sequência do capítulo. A referida tabela apresenta ainda as diversas variáveis que são consideradas por cada um dos modelos.

Os modelos foram processados computacionalmente em planilhas eletrônicas de cálculo, realizando-se sucessivamente a simulação com base nos índices originais e nos índices calibrados, seguindo critérios a serem apresentados. Em seguida, realizou-se a calibração dos modelos, por meio de proposição de novas faixas interpretativas, também seguindo critérios a serem apresentados. As novas faixas interpretativas são apresentadas então comparativamente com as faixas anteriormente calibradas e os índices originalmente propostos pelos autores sumarizados na tabela seguinte.

Tabela 4-1: Modelos preditivos, índices e respectivas variáveis para simulação computacional

Modelo	Referência	Índices	Variáveis independentes													
			pessoais				microclimáticas				deri- vadas		climáticas			
			M	W	I _{cl}	R _e	t _{ar}	p _{ar}	v _{ar}	t _{rm}	t _g	t _{bu}	t _{bs}	ur	v ₁₀	R
ET	Houghten e Yaglou (1923), Missenard (1933)	ET*					x	x								
ET	Vernom e Warner (1932), Missenard (1933)	CET*					x	x			x					
OT	Winslow <i>et al.</i> (1937)	OT					x		x	x						
ET+OT	Szokolay (2001), ASHRAE (2017)	EOT*					x	x	x	x						
WCT	Siple e Passel (1945)	WCTI											x		x	
EqT	Bedford (1951)	EqT					x	x								
HSI	Belding e Hatch (1955)	HSI					x	x	x	x						
WBGT	Yaglou e Minard (1957), ISO 7243 (2017)	WBGT					x				x	x				
DI	Thom e Bosen (1959)	DI					x	x								
ECI	Webb (1960)	ECI					x	x	x							
Gagge	Gagge <i>et al.</i> (1967)	SET*	x	x	x	x	x	x	x	x						
ITS	Givoni (1969)	ITS					x	x	x	x						
Humidex	Masterton e Richardson (1979)	HD					x	x								
KMM	Jendritzky <i>et al.</i> (1979); Jendritzky (1991) Fanger (1970)	PMVo	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	PPDo	x	x	x	x	x	x	x	x						
Vogt	Vogt <i>et al.</i> (1981), ISO 7933 (2004),	Sw _{req}	x	x	x	x	x	x	x	x						
OAT	Steadman (1984),	OAT					x	x	x	x						
Sevilha	Dominguez <i>et al.</i> (1992)	Sw _{req'}	x	x	x	x	x	x	x	x						x
Comfa	Brown e Gillespie (1986; 1995)	S'	x		x		x	x	x	x						
Tne	Aroztegui (1995), Humphreys (1978)	Tne											x		x	x
MENEX	Blazejczyk (1996; 2002; 2005)	HL	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	PhS	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	R'			x											x
“	“	STI	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	SP	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	EC					x									
“	“	PSI	x	x	x	x	x	x	x	x						
“	“	STE	x	x	x	x	x	x	x	x						
MEMI	Mayer e Höppe (1987) Höppe (1999)	PET	x	x	x	x	x	x	x	x						
TS	Givoni e Noguchi (2000)	TS					x	x	x	x						x
NWCT	Bluestein e Osczevski (2002) Williamson (2003)	NWCTI											x		x	
ASV	Nikolopoulou (2004)	ASV											x	x	x	x
TEP	Monteiro (2008)	TEP					x	x	x	x						
		TEP _A	x		x		x	x	x	x			x			
Fiala	Jendritzky <i>et al.</i> (2009; 2012), Fiala <i>et al.</i> (2012)	UTCI					x	x		x					x	

4.2. Critérios de comparação

Os critérios adotados para a verificação comparativa dos resultados dos modelos são os originalmente propostos por Monteiro (2008). Ressalta-se que esses critérios passaram a ser utilizados por uma série de trabalhos na área, conforme será verificado no capítulo sétimo.

Mantêm-se aqui exatamente os mesmos critérios, não somente por terem se mostrado satisfatórios na análise dos resultados do referido trabalho e pela aceitação da comunidade científica, mas também para possibilitar análise comparativa entre os levantamentos empíricos de caráter laboratorial realizados na Cidade Universitária e os levantamentos de campo em situações urbanas reais realizados especificamente no Bairro da Luz e na Avenida Paulista.

Assim, para a realização da comparação entre os modelos, foram adotados três critérios baseados na correlação entre os resultados fornecidos por cada um dos modelos e respectivos índices e os resultados encontrados nos levantamentos empíricos, levando-se em consideração, assim como feito com os dados da Cidade Universitária, os valores médios obtidos em cada uma das situações levantadas.

Ressalta-se que, para os resultados da Cidade Universitária, foram estabelecidas 72 situações microclimáticas. Para o Bairro da Luz, têm-se 44 situações microclimáticas e, para a Avenida Paulista, têm-se também 44 situações microclimáticas. As especificidades das situações microclimáticas e dos dados pessoais e subjetivos correlatos das populações heterogêneas serão ainda objeto de estudo específico no capítulo seguinte.

Neste capítulo, em relação à verificação comparativa, para cada modelo, a consideração dos resultados é realizada seguindo três critérios:

- a correlação entre os resultados do parâmetro adotado pelo modelo e os resultados, em termos de respostas subjetivas de percepção de sensação térmica, do levantamento empírico;
- a correlação entre os resultados do índice do modelo e os resultados, também em termos de respostas subjetivas de percepção de sensação térmica, do levantamento empírico;
- a porcentagem de equivalência de respostas do índice para os casos em que haja a possibilidade de estabelecimento de correlação linguística entre as faixas interpretativas desse e as utilizadas no levantamento empírico.

Na sequência, são apresentados os resultados encontrados para os modelos e índices originais e calibrados, seguindo os critérios adotados.

4.3. Resultados das simulações de modelos preditivos

Os resultados obtidos por meio das simulações computacionais, com base nos levantamentos empíricos no Bairro da Luz e na Avenida Paulista, são aqui apresentados considerando os índices originalmente propostos pelos autores e os calibrados por Monteiro (2008), quando realizados nesse trabalho, ou utilizando essa base de dados empíricos obtidos laboratorialmente na Cidade Universitária, quando os índices ainda não haviam sido considerados.

Para a discussão das simulações computacionais, serão considerados os critérios recém-apresentados: correlação, do modelo e do índice, com relação às respostas subjetivas, e percentual de acerto preditivo.

Esses resultados específicos são apresentados na tabela a seguir, conforme se segue: a primeira coluna de resultados diz respeito à correlação do parâmetro do modelo preditivo, utilizando-se os resultados das 88 situações microclimáticas e dados pessoais médios, com as respectivas respostas subjetivas de preferência de sensação térmica; a segunda e terceira colunas da referida tabela apresentam, também para as 88 situações, os resultados da correlação do índice original com as mesmas respostas subjetivas e o total de acertos preditivos, conforme os critérios apresentados; a quarta e quinta colunas apresentam esses mesmos resultados considerando a calibração com a base de dados de levantamento laboratorial.

Com relação aos índices baseados em temperaturas equivalentes, não há faixa interpretativa original. Assim, utilizaram-se as faixas propostas por de Freitas (1997). Ainda que o autor aponte a utilização desse critério apenas para os índices baseados em temperatura efetiva, adotou-se o mesmo para os demais casos, por falta de outras referências bibliográficas.

Ressalta-se ainda que, para o parâmetro do modelo, as correlações obtidas são as mesmas, tanto para o caso dos índices originais quanto para os índices calibrados, uma vez que a calibração realizada propôs alterações somente nas faixas interpretativas, não alterando os resultados dos modelos, mas sim de seus índices interpretativos.

A discussão da representatividade dos resultados será considerada comparativamente com os resultados obtidos após nova calibração dos referidos índices, com base nos dados empíricos obtidos no Bairro da Luz e na Avenida Paulista.

Tabela 4-2: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para índices originais e calibrados por Monteiro (2008)

Modelo	Índices ⁽¹⁾	Índices originais			Índices calibrados (Cidade Universitária)	
		Correlação com o parâmetro do modelo	Correlação com as faixas do índice	Acertos preditivos	Correlação com as faixas do índice	Acertos preditivos
ET	ET*	0,73	0,66	23%	0,72	48%
ET	CET*	0,85	0,81	41%	0,82	61%
OT	OT	0,66	0,62	34%	0,70	40%
ET+OT	EOT*	0,61	0,64	45%	0,74	52%
WCT	WCTI	0,70	0,60	14%	0,63	32%
EqT	EqT	0,66	0,62	25%	0,69	45%
HSI	HSI	0,74	0,66	14%	0,68	43%
WBGT	WBGT	0,83	-	-	0,77	43%
DI	DI	0,66	-	-	0,61	52%
ECI	ECI	0,72	-	-	0,70	53%
Gagge	SET*	0,70	0,66	11%	0,68	52%
ITS	ITS	0,75	0,65	43%	0,73	48%
Humidex	HU	0,56	0,55	25%	0,55	49%
KMM	PMV	0,65	0,64	39%	0,75	61%
Vogt	Sw _{req}	0,82	-	-	0,81	59%
"	w	0,77	-	-	0,65	53%
AT	AT	0,71	-	-	0,70	43%
Sevilha	Sw _{req} '	0,81	0,60	45%	0,82	57%
Comfa	S'	0,84	0,67	59%	0,69	43%
Tne	Tne	0,71	0,61	36%	0,66	48%
MENEX	HL	0,86	0,76	41%	0,85	64%
"	PhS	0,78	0,78	52%	0,74	43%
"	R'	0,74	0,43	18%	0,55	18%
"	STI	0,82	0,80	14%	0,77	23%
"	SP	0,76	0,66	52%	0,70	48%
"	EC	0,67	0,74	50%	0,74	39%
"	PSI	0,81	0,79	27%	0,83	31%
"	STE	0,68	0,67	27%	0,73	50%
MEMI	PET	0,75	0,75	32%	0,73	55%
TS	TS	0,63	0,61	32%	0,68	41%
NWCT	NWCTI	0,58	0,54	15%	0,58	25%
ASV	ASV	0,76	0,67	30%	0,76	34%
TEP	TEP	0,85	0,85	59%	0,85	59%
"	TEP _A	0,85	0,86	61%	0,86	61%
Fiala	UTCI	0,75	0,74	18%	0,75	59%

(1) Os índices EqT, DI, ECI, AT e UTCI não haviam sido considerados em Monteiro (2008) e foram simulados e calibrados nesta pesquisa com a base empírica do referido trabalho. TEP e TEP_A são índices propostos também no referido trabalho.

4.4. Proposição de nova calibração

Apresentam-se aqui os critérios de calibração, bem como os procedimentos adotados. Na sequência, são apresentadas as novas faixas interpretativas, obtidas com o processo de calibração. Então, são apresentados comparativamente os novos resultados correlativos e de acertos preditivos, considerando os resultados já apresentados neste capítulo. Por fim, discutem-se os resultados, considerando as possibilidades de utilização das calibrações propostas e dos diversos modelos.

4.5. Critérios de calibração

Para cada índice interpretativo dos modelos, estabeleceu-se uma escala em termos de sensação térmica com sete valores: muito frio (-3), frio (-2), pouco frio (-1), neutralidade (0), pouco calor (1), calor (2) e muito calor (3), correspondendo linguisticamente ao estabelecido para a realização dos levantamentos empíricos.

Para a realização da calibração, utilizou-se método iterativo, variando-se os limites superiores e inferiores de cada faixa interpretativa visando a maximizar a correlação entre os valores fornecidos por essas e os valores das respostas subjetivas de sensação térmica. Seria possível a calibração por meio da maximização da quantidade, em termos percentuais, de predições corretas, mas, ainda que com menor porcentagem de acertos, admitiu-se que maior correlação exprime mais significativamente a tendência para acertar outras predições.

A iteração realizada considerou a mesma precisão de casas decimais apresentadas pelos índices originais. No caso dos índices de temperatura equivalente, considerou-se uma casa decimal. Para a proposição dos limites das faixas interpretativas, adotaram-se apenas valores inteiros ou meios, arredondando-se os valores originais.

Assim como foi constatado por Monteiro (2008), também nas calibrações aqui realizadas, os resultados apresentaram variação decimal, sem que com isso houvesse alteração na segunda casa decimal da correlação obtida. Da mesma forma, para uniformidade de critério e não indicação de precisões inexistentes, realizaram-se aproximações nos resultados dos demais índices sempre que também não houvesse alteração na segunda casa decimal da correlação encontrada.

As calibrações, em termos de novos limites das faixas interpretativas, são apresentadas a seguir. Na sequência, são considerados os resultados em termos de correlações e acertos preditivos.

4.6. Proposição de novas faixas interpretativas

As tabelas a seguir são aqui consideradas comparativamente com a proposta de limites de faixas interpretativas de acordo com a calibração realizada baseando-se nas respostas subjetivas de preferência de sensação térmica.

Assim, a primeira e segunda colunas de cada tabela apresentam os valores-limite de cada faixa interpretativa e a sua respectiva interpretação, considerando o índice originalmente proposto pelo(s) autor(es) citado(s) nas legendas. A terceira e quarta colunas apresentam os valores de cada faixa interpretativa segundo a calibração de Monteiro (2008), quando existente, com base nos dados coletados em caráter laboratorial na Cidade Universitária – quando não existente, foi utilizada a base empírica desta para realização da calibração e respectivas sensações térmicas preditas. A quinta e sexta colunas apresentam as mesmas informações para a calibração realizada nesta pesquisa, com base em situações urbanas reais e respectivas sensações preditas.

Nos próximos subitens, apresentam-se sumariamente os índices considerados, tomando-se como base Monteiro (2008), porém revisando considerável parte da literatura, conforme apresentado no capítulo 2 deste trabalho e, assim, considerando-se outros índices e atualizando equações, interpretações originais e outras especificidades de índices já utilizados naquele trabalho. Nas tabelas dos subitens consequentes, são considerados os resultados em termos correlativos e de acertos preditivos para os modelos e seus respectivos índices com a nova calibração proposta.

4.6.1. Nova temperatura efetiva: *New Effective Temperature* (ET*)

Houghten e Yaglou (1923), a partir de estudos em laboratório da ASHVE, propõem a temperatura efetiva, determinada por meio da combinação da temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido e da velocidade do vento. Estudos de Glickman (1950), Smith (1958) e Givoni (1963; *apud* 1969) demonstram que a temperatura efetiva, considerando como referência o valor de umidade relativa de 100%, superestima o efeito da umidade. Proposta posterior de Missenard (1933) levou à determinação da nova temperatura efetiva (*New Effective Temperature* - ET*), que considera como referência o valor de umidade relativa de 50%. O índice é comumente utilizado a partir de nomograma, sendo que as equações que lhe deram origem não foram originalmente publicadas.

Assim, para o cálculo da nova temperatura efetiva (ET*), pode ser assumido, seguindo Szokolay (2001), que a mesma é dada por retas na carta psicrométrica, passando pelo ponto onde a umidade relativa corresponde a 50% para aquela temperatura. Desta forma, por meio da

temperatura do ar e da umidade absoluta de um ponto, obtém-se por meio de cálculo iterativo a inclinação das retas. Neste trabalho, contudo, ET^* foi calculado com o uso da fórmula de Missenard (1933).

$$E4-1 \quad ET^* = t_{ar} - 0,4 \cdot (t_{ar} - 10) \cdot (1 - 0,01 \text{ ur})$$

para $v_{ar} \leq 0,2 \text{ m/s}$

$$E4-2 \quad ET^* = 37 - (37 - t_{ar}) / \{0,68 - 0,0014 \cdot UR + [1 / (1,76 + 1,4 v_{ar}^{0,75})]\} - 0,29 \cdot t_{ar} \cdot (1 - 0,01 \cdot ur)$$

para $v_{ar} > 0,2 \text{ m/s}$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Tabela 4-3: ET^* e calibrações com base laboratorial e de campo

ET^*	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 27	muito quente	> 34,0	muito calor	> 33,0	muito calor
23 ~ 27	quente	28,0 ~ 34,0	calor	28,0 ~ 33,0	calor
21 ~ 23	confortável	26,0 ~ 28,0	pouco calor	25,0 ~ 28,0	pouco calor
17 ~ 21	fresco	21,0 ~ 26,0	neutra	23,0 ~ 25,0	neutra
9 ~ 17	frio moderado	17,0 ~ 21,0	pouco frio	17,0 ~ 23,0	pouco frio
1 ~ 9	frio	8,0 ~ 17,0	frio	11,0 ~ 17,0	frio
< 1	muito frio	< 8,0	muito frio	< 11,0	muito frio

4.6.2. Nova temperatura efetiva corrigida: *New Corrected Effective Temperature* (CET)

Vernon e Warner (1932) propõem a nova temperatura efetiva por meio da substituição da temperatura de bulbo seco pela temperatura de globo, para consideração dos efeitos da radiação. Para evitar duplicidades de nomenclatura, esse índice foi adotado pela ASHRAE (1967) sob a denominação de temperatura efetiva corrigida (CET).

É aqui considerada a nova temperatura efetiva corrigida (CET^*), utilizando-se para procedimento de cálculo o exposto no item acerca da nova temperatura efetiva, considerando-se o proposto por Missenard (1933), mas utilizando-se a temperatura de globo em vez da temperatura do ar.

Tabela 4-4: CET* e calibrações com base laboratorial e de campo

CET*	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 27	muito quente	> 42,0	muito calor	> 40,0	muito calor
23 ~ 27	quente	34,0 ~ 42,0	calor	33,0 ~ 40,0	calor
21 ~ 23	confortável	29,0 ~ 34,0	pouco calor	27,0 ~ 33,0	pouco calor
17 ~ 21	fresco	21,0 ~ 29,0	neutra	22,0 ~ 27,0	neutra
9 ~ 17	frio moderado	14,0 ~ 21,0	pouco frio	15,0 ~ 22,0	pouco frio
1 ~ 9	frio	7,0 ~ 14,0	frio	8,0 ~ 15,0	frio
< 1	muito frio	< 7,0	muito frio	< 8,0	muito frio

4.6.3. Temperatura operativa: *Operative Temperature* (OT)

Winslow *et al.* (1937) propõem a temperatura operativa (OT) que, segundo ASHRAE (2017), é a temperatura de um ambiente imaginário uniforme no qual um ocupante apresentaria as mesmas trocas térmicas radiantes e convectivas que ele apresenta no ambiente não uniforme real. Numericamente, é a média entre temperatura de bulbo seco (t_{bs}) e temperatura média radiante (t_{rm}), ponderada pelos coeficientes de troca térmica (h_c e h_r). A equação é a que se segue.

$$E4-3 \quad OT = h_r \cdot t_{rm} + h_c \cdot t_{bs} / (h_r + h_c)$$

onde:

t_{rm} = temperatura média radiante, em °C;

t_{bs} = temperatura de bulbo seco, em °C;

h_r = coeficiente linear de troca radiante, em W/m² °C;

h_c = coeficiente de troca convectiva, em W/m² °C.

Tabela 4-5: OT e calibrações com base laboratorial e de campo

OT	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 34,0	muito calor	> 34,0	muito calor
		30,0 ~ 34,0	calor	28,0 ~ 34,0	calor
	<i>interpretação</i>	26,0 ~ 30,0	pouco calor	25,0 ~ 28,0	pouco calor
	<i>original inexistente</i>	20,0 ~ 26,0	neutra	22,0 ~ 25,0	neutra
		15,0 ~ 20,0	pouco frio	16,0 ~ 22,0	pouco frio
		10,0 ~ 15,0	frio	11,0 ~ 16,0	frio
		< 10,0	muito frio	< 11,0	muito frio

4.6.4. Nova temperatura efetiva operativa: *New Effective Operative Temperature (EOT*)*

Segundo ASHRAE (2017), a nova temperatura efetiva é a temperatura operativa de um ambiente a 50% de umidade relativa do ar, que causaria as mesmas trocas de calor sensível e latente que as experimentadas pelo usuário no ambiente em estudo. Como essa formulação da ASHRAE utiliza a temperatura operativa e não a temperatura de bulbo seco, emprega-se aqui a terminologia nova temperatura efetiva operativa (EOT*) para diferenciá-la da nova temperatura efetiva originalmente colocada. Assim, tem-se a seguinte equação.

$$E4-4 \quad EOT^* = t_o + w \cdot I_m \cdot LR \cdot (p_v - 0,5 \cdot ps_{EOT^*})$$

onde:

t_o = temperatura operativa, em °C;

w = fração de pele coberta por suor, adimensional;

I_m = índice de permeabilidade da roupa à umidade, adimensional;

LR = relação de Lewis;

p_v = pressão de vapor, em kPa;

ps_{TE^*} = pressão de saturação na nova temperatura efetiva operativa, em kPa.

Tabela 4-6: EOT* e calibrações com base laboratorial e de campo

EOT*	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 36,0	muito calor	> 35,0	muito calor
		29,0 ~ 36,0	calor	29,0 ~ 35,0	calor
	<i>interpretação</i>	25,0 ~ 29,0	pouco calor	24,0 ~ 29,0	pouco calor
	<i>original inexistente</i>	20,0 ~ 25,0	neutra	21,0 ~ 24,0	neutra
		15,0 ~ 20,0	pouco frio	15,0 ~ 21,0	pouco frio
		8,0 ~ 15,0	frio	9,0 ~ 15,0	frio
		< 8,0	muito frio	< 9,0	muito frio

4.6.5. Índice de temperatura e resfriamento pelo vento: *Wind Chill Temperature Index (WCTI)*

Siple e Passel (1945) desenvolvem o índice de temperatura e resfriamento pelo vento (WCTI), a partir dos dados obtidos com experiências na Antártida.

O equipamento utilizado consistia de cilindros plásticos preenchidos com água, expostos ao vento em diferentes temperaturas. Observou-se então o tempo necessário para congelar a água, em intervalos de temperatura de -9 °C a -56 °C e velocidades do vento de 0 a 12 m/s. Os dados experimentais foram tratados descartando-se as observações distintas do padrão verificado.

Assim, chegou-se a uma linha de regressão, encontrando-se uma parábola. Contudo, a equação parabólica era válida apenas para valores de velocidade do vento menores que 22,3 m/s, uma vez que a partir desse ponto tinha-se a inflexão da curva. Desta forma, os resultados não devem ser extrapolados para além desse valor. A equação proposta encontra-se a seguir.

$$E4-5 \quad WCTI = (12,15 + 11,6 \cdot v_{10} / 2 - v_{10}) \cdot (33 - t_{ar})$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em m/s.

Tabela 4-7: WCTI e calibrações com base laboratorial e de campo

WCTI	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
< 0,0	extremamente quente	< 10	muito calor	< 10	muito calor
0,0 ~ 58,3	muito quente	10 ~ 70	calor	10 ~ 90	calor
58,3 ~ 116,4	quente	70 ~ 120	pouco calor	90 ~ 110	pouco calor
116,4 ~ 232,7	pouco quente	120 ~ 240	neutra	110 ~ 140	neutra
232,7 ~ 581,5	confortável	240 ~ 580	pouco frio	140 ~ 550	pouco frio
581,5 ~ 930,4	pouco frio	580 ~ 1120	frio	550 ~ 980	frio
930,4 ~ 1628,2	frio	> 1120	muito frio	> 980	muito frio
1628,2 ~ 2326,0	congelante				
> 2326,0	extremamente congelante				

4.6.6. Temperatura equivalente: *Equivalent Temperature* (EqT)

Bedford (1951) propõe a temperatura equivalente (EqT), que avalia a influência da temperatura do ar e da pressão de vapor do ar no corpo humano, definindo-a como a temperatura que o ar atingiria, em pressão constante, se todo o vapor contido nele fosse condensado.

$$E4-6 \quad EqT = t_{ar} + 1,5 \cdot p_v$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

p_v = pressão parcial do vapor, em hPa.

Tabela 4-8: EqT e calibrações com base laboratorial e de campo

EqT	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 55,0	muito calor	> 54,0	muito calor
> 56	abafado	47,5 ~ 55,0	calor	46,0 ~ 54,0	calor
44 ~ 56	levemente abafado	40,0 ~ 47,5	pouco calor	39,0 ~ 46,0	pouco calor
32 ~ 44	confortável	28,0 ~ 40,0	neutra	27,0 ~ 39,0	neutra
24 ~ 32	levemente frio	19,5 ~ 28,0	pouco frio	20,0 ~ 27,0	pouco frio
18 ~ 24	frio	14,0 ~ 19,5	frio	14,0 ~ 20,0	frio
< 18	muito frio	< 14,0	muito frio	< 14,0	muito frio

4.6.7. Índice de estresse térmico por calor: *Heat Stress Index* (HSI)

Belding e Hatch (1955) propõem o índice de estresse térmico por calor (HSI) para espaços externos, por meio de modelo de balanço térmico.

Para tanto, realizam quatro suposições fisiológicas: o total de trocas no corpo equivale ao suor requerido para evaporação, o esforço fisiológico imposto por determinado estresse térmico é determinado pela relação entre taxa de suor requerido para evaporação e taxa máxima de suor, a temperatura da pele é considerada constante durante o estresse térmico (35 °C) e a capacidade máxima de sudação de um indivíduo padrão (75 kg, 1,70 m) durante 8 horas é tida como 1 L/h (aproximadamente 390 W/m²).

As equações específicas para cálculo do balanço térmico podem ser localizadas em Givoni (1969) ou Monteiro (2008). O índice é válido para as seguintes condições: t_{ar} = 21 - 49 °C; p_{ar} = 22,5 - 315,0 kPa; v = 0,25 - 10,0 m/s e M = 86 - 430 W. Adota-se ainda o valor limite de E_{max} = 632,27 W/m²h. Para cálculo do valor do índice, utiliza-se a equação seguinte.

$$E4-7 \quad HSI = (E_{rsu}/E_{max}) \cdot 100$$

onde:

E_{rsu} = perda de calor latente por meio de suor regulatório, em $\text{W/m}^2\text{h}$;

E_{max} = potencial de perda de calor latente pela pele, em W/m^2 .

Tabela 4-9: HSI e calibrações com base laboratorial e de campo

HSI	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 100	estresse térmico				
70 ~ 90	resposta muito severa ao calor	> 62	muito calor	> 58	muito calor
40 ~ 60	resposta severa ao calor	34 ~ 62	calor	36 ~ 58	calor
10 ~ 30	resposta leve/moderada ao calor	25 ~ 34	pouco calor	25 ~ 36	pouco calor
0 ~ 10	nenhuma resposta	0 ~ 25	neutra	0 ~ 25	neutra

4.6.8. Temperatura de globo e de bulbo úmido: *Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)*

Yaglou e Minard (1957) propõem a temperatura de globo e de bulbo úmido (WBGT). O índice considera: a temperatura do ar (temperatura de bulbo seco), a temperatura de bulbo úmido natural (ambiente ventilado naturalmente), a temperatura de globo (temperatura lida no interior de um globo metálico de 150 mm de diâmetro, pintado de negro $\varepsilon = 0,95$, parede fina, colocado no centro do ambiente analisado).

Para condições sem radiação solar direta, o índice é dado pela equação seguinte. Para condições com radiação solar direta, tem-se a formulação conseguinte (ISO 7243, 2017).

$$\text{E4-8} \quad \text{WBGT} = 0,7 \cdot t_{\text{nw}} + 0,3 \cdot t_g$$

$$\text{E4-9} \quad \text{WBGT} = 0,7 \cdot t_{\text{nw}} + 0,2 \cdot t_g + 0,1 t_{\text{ar}}$$

onde:

WBGT = temperatura de globo e de bulbo úmido, em $^{\circ}\text{C}$;

t_{nw} = temperatura de bulbo úmido natural, em $^{\circ}\text{C}$;

t_g = temperatura de globo, em $^{\circ}\text{C}$;

t_{ar} = temperatura do ar, em $^{\circ}\text{C}$.

Tabela 4-10: WBGT e calibrações com base laboratorial e de campo

WBGT	para $65 < M < 130 \text{ W/m}^2$	calibração	sensação	calibração*	sensação
30	aclimatados ao calor				
29	não aclimatados ao calor	> 28,0	muito calor	> 27,0	muito calor
		24,5 ~ 28,0	calor	24,0 ~ 27,0	calor
		22,5 ~ 24,5	pouco calor	21,5 ~ 24,0	pouco calor
		19,0 ~ 22,5	neutra	20,0 ~ 21,5	neutra
		14,5 ~ 19,0	pouco frio	15,5 ~ 20,0	pouco frio
		9,0 ~ 14,5	frio	10,5 ~ 15,5	frio
		< 9,0	muito frio	< 10,5	muito frio

4.6.9. Índice de desconforto: *Discomfort Index* (DI)

Thom e Bosen (1959) propõem o índice de desconforto (DI), também conhecido por índice de Thom, ou índice de temperatura e umidade – *Temperature and Humidity Index* (THI). O índice é obtido por meio de linearização simples da Temperatura Efetiva (ET), de Houghten e Yaglou (1923), considerando a temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido. Apesar de menor precisão, quando comparado à temperatura efetiva, o índice de desconforto fornece uma equação facilmente aplicável e, provavelmente devido à sua simplicidade, é amplamente utilizado para aplicações de climatologia em clima quente.

$$E4-10 \quad DI = t_{ar} - 0,55 (1 - ur) \cdot (t_{ar} - 14)$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa, em decimal.

Tabela 4-11: DI e calibrações com base laboratorial e de campo

DI	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 42,0	muito calor	> 41,0	muito calor
	<i>interpretação</i>	33,0 ~ 42,0	calor	32,0 ~ 41,0	calor
	<i>original inexistente</i>	27,5 ~ 33,0	pouco calor	27,0 ~ 32,0	pouco calor
		< 27,5	neutra	< 27,0	neutra

4.6.10. Índice equatorial de conforto: *Equatorial Comfort Index (ECI)*

O índice equatorial de conforto, proposto por Webb (1959, 1960), baseia-se em estudos de conforto térmico realizados em Cingapura. O autor utilizou também como referência Bedford (1936) e McArdle *et al.* (1947). Foi desenvolvido correlacionando-se os dados levantados de temperatura, pressão e velocidade do ar com a temperatura do ar saturado e parado, a qual produziria a mesma sensação de conforto.

$$E4-11 \quad ECI = 0,574 \cdot t_{ar} + 0,2033 \cdot p_v - 1,8 \cdot v^{0,5} + 42$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

p_v = pressão parcial de vapor de água do ar, em mmHg;

v = velocidade do ar, em m/s.

Esse índice é aplicável para condições em que a temperatura de bulbo úmido (t_{wb}) seja maior que 25 °C e a temperatura do ar seja igual à temperatura radiante média.

Tabela 4-12: ECI e calibrações com base laboratorial e de campo

ECI	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 43,0	muito calor	> 43,0	muito calor
	<i>interpretação</i>	34,0 ~ 43,0	calor	34,0 ~ 43,0	calor
	<i>original inexistente</i>	29,0 ~ 34,0	pouco calor	29,0 ~ 34,0	pouco calor
		< 29,0	neutra	< 29,0	neutra

4.6.11. Nova temperatura efetiva padrão: *New Standard Effective Temperature (SET*)*

Gagge *et al.* (1967, 1971) propõem a nova temperatura efetiva padrão (SET*), definida como a temperatura equivalente à temperatura do ar na qual, em um ambiente de referência, o indivíduo apresenta a mesma temperatura da pele e a mesma fração de pele coberta por suor regulatório que no ambiente em questão.

O ambiente real e de referência são equivalentes em termos de esforço fisiológico e conforto térmico, porque a temperatura da pele e a fração de pele coberta por suor regulatório estão

altamente correlacionadas com o desconforto subjetivo em ambientes frios e quentes respectivamente. O ambiente de referência é estabelecido com temperatura radiante média igual à temperatura do ar, velocidade do ar de 0,15 m/s e umidade relativa de 50%. Para o indivíduo no ambiente de referência, consideram-se metabolismo de 1,2 met e resistência térmica da roupa de 0,9 clo.

Para a determinação da nova temperatura efetiva padrão, é necessária a utilização de um modelo de dois nós da termorregulação do corpo humano, como o proposto por Gagge *et al.* (1986), procedendo-se às seguintes etapas:

- (a) cálculo das condições térmicas do corpo, temperatura da pele (t_{sk}) e fração de pele coberta por suor regulatório (w), por meio de modelagem termofisiológica de dois nós do corpo humano, para uma dada combinação de parâmetros meteorológicos e pessoais;
- (b) entrada dos valores encontrados de temperatura da pele (t_{sk}) e fração de pele coberta por suor regulatório (w) no mesmo modelo utilizado, resolvendo o sistema de equações para achar a temperatura do ar (t_{ar}), considerando $t_{rm} = t_{ar}$; $v = 0,15$ m/s; $ur = 0,5$; $M = 1,2$ met; $I_{cl} = 0,6$ clo;
- (c) a temperatura do ar encontrada é a nova temperatura efetiva padrão (SET*).

Tabela 4-13: SET* e calibrações com base laboratorial e de campo

SET*	fisiologia	calibração	sensação	calibração*	sensação
44,0 ~ 37,5	falha da regulação evaporativa				
37,5 ~ 34,5	transpiração profusa	> 33,0	muito calor	> 34,0	muito calor
34,5 ~ 30,0	transpiração	26,0 ~ 33,0	calor	27,0 ~ 34,0	calor
30,0 ~ 25,6	leve suor, vasodilatação	22,0 ~ 26,0	pouco calor	21,0 ~ 27,0	pouco calor
25,6 ~ 22,2	neutralidade térmica fisiológica	17,0 ~ 22,0	neutra	17,0 ~ 21,0	neutra
22,2 ~ 17,5	vasoconstrição inicial	12,0 ~ 17,0	pouco frio	11,0 ~ 17,0	pouco frio
17,5 ~ 14,5	resfriamento lento do corpo	5,0 ~ 12,0	frio	6,0 ~ 11,0	frio
14,5 ~ 10,0	começam arrepios	< 5,0	muito frio	< 6,0	muito frio

4.6.12. Índice de estresse térmico: *Index of Thermal Stress (ITS)*

Givoni (1969) propõe o índice de estresse térmico (ITS), desenvolvido para considerar os diversos mecanismos de troca de calor pelo corpo humano e ainda níveis de atividade metabólica e variedade de vestimentas.

Originalmente, essa modelagem não considerava as trocas por radiação. Para considerar as trocas por radiação de onda longa, o autor sugere a utilização da temperatura de globo em vez da temperatura do ar no cálculo das trocas convectivas. Posteriormente, propõe ainda uma equação para os ganhos por radiação também por onda curta (R_c).

Assim, consideradas essas adaptações, as equações para cada mecanismo de troca são definidas. Segundo o autor, os coeficientes de roupa (α , K_{cl} , a , p) são 15,8; 1,0; 0,35; 31,6 para indivíduo com traje de banho e chapéu, e 13,0; 0,5; 0,52; 20,5 para indivíduo com roupas leves de verão. O coeficiente de terreno e de postura (K_{pe}) é, para indivíduo sentado de costas para o sol, 0,386 (deserto) ou 0,379 (floresta) e, para indivíduo de pé de costas para o sol, 0,306 (deserto) e 0,266 (floresta).

A formulação completa pode ser localizada em Givoni (1969). Monteiro (2008) apresenta a seguinte formulação sucinta.

$$E4-12 \quad ITS = \{0,8 M + 20 + \alpha \cdot v^{0,3} \cdot (t_g - 35) + I_n \cdot K_{pe} \cdot K_{cl} \cdot [1 - a \cdot (v^{0,2} - 0,88)]\} \cdot \exp [0,6 \cdot (0,8 M + 20 + \alpha \cdot v^{0,3} \cdot (t_g - 35) / p \cdot v^{0,3} \cdot (42 - p_v) - 0,12)]$$

onde:

ITS = índice de estresse térmico, adimensional;

α = coeficiente de troca convectiva da roupa, adimensional;

a = coeficiente de absorção de radiação solar da roupa, adimensional;

I_n = radiação solar normal, em kcal/h;

K_{cl} = coeficiente dependente da roupa, adimensional;

K_{pe} = coeficiente dependente do terreno e da postura do indivíduo, adimensional;

M = metabolismo, em kcal/h;

p = coeficiente de troca evaporativa da roupa, adimensional;

p_v = pressão de vapor do ar, em mmHg;

t_g = temperatura de globo, em °C;

v = velocidade do ar, em m/s;

Tabela 4-14: ITS e calibrações com base laboratorial e de campo

ITS	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 150	estresse (calor)				
		> 150	muito calor	> 140	muito calor
50 ~ 150	esforço (calor)	70 ~ 150	calor	70 ~ 140	calor
		45 ~ 70	pouco calor	45 ~ 70	pouco calor
-50 ~ 50	neutralidade	0 ~ 45	neutra	0 ~ 45	neutra
		-25 ~ 0	pouco frio	-20 ~ 0	pouco frio
		-90 ~ -25	frio	-80 ~ -20	frio
		< -90	muito frio	< -80	muito frio
-150 ~ -50	esforço (frio)				
< -150	estresse (frio)				

4.6.13. Humidex (HD)

Masterton e Richardson (1979) propõem o humidex (HD), índice para situações quentes que fornece temperatura equivalente em função dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar.

O humidex é utilizado pelo Serviço Meteorológico do Canadá (Maarouf e Bitzos, 2000) para alertar a população sobre possíveis perigos relativos a estresse térmico por calor. Segundo a entidade citada, a situação de golpe térmico é caracterizada pela interrupção da sudação, com elevação da temperatura corpórea. Os consequentes sintomas são pele quente e seca, podendo levar a delírios, convulsões e morte.

A equação proposta é apresentada na sequência.

$$E4-13 \quad HD = t_{ar} + (5/9) \cdot (p_v - 10)$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

p_v = pressão parcial de vapor de água do ar, em kPa.

Tabela 4-15: Humidex e calibrações com base laboratorial e de campo

HD	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
≥ 54	golpe térmico eminente				
≥ 45	situação de perigo				
40 ~ 45	muito desconforto, evitar esforço físico				
		> 37,0	muito calor	> 37,0	muito calor
30 ~ 40	algun desconforto	32,0 ~ 37,0	calor	31,5 ~ 37,0	calor
		30,0 ~ 32,0	pouco calor	27,0 ~ 31,5	pouco calor
≤ 30	sem desconforto	< 30,0	neutra	< 27,0	neutra

4.6.14. Voto médio estimado ao ar livre: *Predicted Mean Vote Outdoors* (PMV_o)

Jendritzky *et al.* (1979, *apud* Jendritzky e Nübler, 1981) propõem o modelo climático de Michel. Trata-se de uma adaptação do modelo proposto por Fanger (1970), por meio de um modelo de radiação que computa os fluxos de radiação de onda longa e curta, considerando-os no valor de temperatura radiante média.

Para o modelo climático de Michel, são necessárias as seguintes entradas de dados: temperatura do ar (t_{ar}) e temperatura do ponto de orvalho (t_d) a 2 m do solo, velocidade do ar (v_{ar}) e altura do anemômetro acima do solo, e ainda informações relativas à nebulosidade, a saber: quantidade total de nuvens (N), quantidade de nuvens em níveis baixo e médio (Nh) e tipos de nuvens nos níveis baixo, médio e alto, por meio de dados sinóticos FM 12 da Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization* - WMO). Com relação às variáveis relacionadas ao indivíduo, realizou-se uma padronização, de onde vem o nome do modelo. Michel é um nome alemão típico e comum, fazendo referência ao que Jendritzky *et al.* (1979) chamam de alemão médio para efeito de estudos: sexo masculino, 35 anos, 1,75 m, 75 kg, andando a 4 km/h em superfície plana (metabolismo de 172,5 W ou 2,3 met). Com relação ao tipo de roupa, consideram-se seletivamente valores entre 0,5 e 1,75 clo, referente respectivamente a roupas de verão e inverno para os alemães. A partir dessas considerações, determinam-se os valores do voto médio estimado (PMV) de acordo com as equações propostas por Fanger (1970).

Tabela 4-16: PMV_o e calibrações com base laboratorial e de campo

PMV _o	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 2,5	muito quente	> 4,0	muito calor	> 3,5	muito calor
1,5 ~ 2,5	quente	1,8 ~ 4,0	calor	1,6 ~ 3,5	calor
0,5 ~ 1,5	pouco quente	0,6 ~ 1,8	pouco calor	0,7 ~ 1,6	pouco calor
-0,5 ~ 0,5	confortável	-0,9 ~ 0,6	neutra	-0,7 ~ 0,7	neutra
-1,5 ~ -0,5	pouco frio	-2,0 ~ -0,9	pouco frio	-1,8 ~ -0,7	pouco frio
-2,5 ~ -1,5	frio	-3,1 ~ -2,0	frio	-3,0 ~ -1,8	frio
< -2,5	muito frio	<-3,1	muito frio	<-3,0	muito frio

4.6.15. Taxa de suor requerida: *Required sweat rate* (Sw_{req})

Vogt *et al.* (1981) propõem o índice de taxa de suor requerida (Sw_{req}), a partir do índice de estresse térmico por calor (HSI), estabelecido por Belding e Hatch (1955) e do índice de estresse térmico (ITS) desenvolvido por Givoni (1969). A norma ISO 7933 (2004) baseia-se no modelo proposto por Vogt *et al.* (1981). Com base nos resultados do balanço termofisiológico, a referida norma prevê recomendações baseadas nas taxas máximas de suor.

Tabela 4-17: Sw_{req} e calibrações com base laboratorial e de campo

Sw_{req} máxima	para $M > 65 \text{ W/m}^2$	calibração	sensação	calibração*	sensação
400	perigo para aclimatados				
300	advertência para aclimatados				
250	perigo para não aclimatados				
200	advertência para não aclimatados				
		> 140	muito calor	> 140	muito calor
		70 ~ 140	calor	70 ~ 140	calor
		40 ~ 70	pouco calor	35 ~ 70	pouco calor
		0 - 40	neutra	0 - 35	neutra

4.6.16. Fração de pele coberta por suor: *Skin wettedness (w)*

Vogt *et al.* (1981) propõem também valores máximos de fração da pele coberta por suor (*w*), conforme pode também ser verificado na norma ISO 7933 (2004).

Tabela 4-18: *w* e calibrações com base laboratorial e de campo

w máximo	para $M > 65 \text{ W/m}^2$	calibração	sensação	calibração*	sensação
1,0	perigo para aclimatados				
0,85	perigo para não aclimatados	> 0,67	muito calor	> 0,67	muito calor
		0,45 ~ 0,67	calor	0,45 ~ 0,67	calor
		0,28 ~ 0,45	pouco calor	0,25 ~ 0,45	pouco calor
		0 - 0,28	neutra	0 - 0,25	neutra

4.6.17. Temperatura aparente: *Apparent Temperature (AT)*

Steadman (1984) propõe a temperatura aparente como uma equação linear que varia de acordo com a posição da pessoa, considerando graus de confinamento sucessivos como ambiente interno, ambiente externo sombreado e ambiente externo exposto ao sol. A equação é utilizada pelo Agência de Meteorologia Australiana – *Bureau of Meteorology* (BOM, 2017).

$$E4-14 \quad AT = t_{ar} + 0,348 p_v - 0,7 v_{ar} + 0,7 Q / (v_{ar} + 10) - 4,25$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

p_v = pressão parcial de vapor de água do ar, em hPa;

Q = radiação absorvida pelo corpo, em W/m^2 ;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Tabela 4-19: AT e calibrações com base laboratorial e de campo

AT	-	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 41,5	muito calor	> 41,0	muito calor
	<i>interpretação</i>	34,0 ~ 41,5	calor	33,0 ~ 41,0	calor
	<i>original inexistente</i>	27,5 ~ 34,0	pouco calor	27,0 ~ 33,0	pouco calor
		< 27,5	neutra	< 27,0	neutra

4.6.18. Saldo energético: *Energy budget* (S)

Brown e Gillespie (1986, 1995) propõem uma fórmula de conforto para ambientes externos. A formulação baseia-se no balanço térmico do indivíduo apresentando algumas peculiaridades na forma de consideração de seus termos constituintes.

Com relação às trocas por radiação, os autores apresentam separadamente a radiação solar e terrestre absorvida pelo corpo e a radiação emitida pelo corpo. Os autores apresentam ainda formulação para estimar a velocidade do ar a partir de dados de estação meteorológica. Brown e Gillespie (1995) determinam níveis de conforto relacionados a faixas de valores de saldo energético (S) do balanço térmico.

Tabela 4-20: S e calibrações com base laboratorial e de campo

S	interpretação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 150	preferir-se-ia muito mais frio	> 100	muito calor	> 90	muito calor
50 ~ 150	preferir-se-ia mais frio	45 ~ 100	calor	30 ~ 90	calor
		15 ~ 45	pouco calor	10 ~ 30	pouco calor
-50 ~ 50	preferir-se-ia como está	-23 ~ 15	neutra	-30 ~ 10	neutra
		-60 ~ -23	pouco frio	-60 ~ -30	pouco frio
-150 ~ -50	preferir-se-ia mais calor	-120 ~ -60	frio	-100 ~ -60	frio
< -150	preferir-se-ia muito mais calor	< -120	muito frio	< -100	muito frio

4.6.19. Taxa de suor requerida alternativa: *Required sweat rate – alternative* (Sw_{req}')

Dominguez *et al.* (1992) relatam a instalação do condicionamento climático dos espaços abertos da Expo de Sevilha. Não identificam as fontes utilizadas para cálculo do balanço termofisiológico, mas, aparentemente, baseiam-se principalmente nos trabalhos de Vogt *et al.* (1981). Com relação à avaliação do projeto dos espaços abertos, os autores reconhecem que para uma situação de conforto é desejável a ausência total de sudação, porém, admitem níveis variáveis de sudação não nulos, mas bastante baixos, de acordo com a intensidade de condicionamento requerida. Assim, para zonas de passagem, onde se deseja uma intensidade média de condicionamento, estabeleceu-se nível de sudação não superior a 90 g/h e para zonas de permanência, onde se deseja uma intensidade alta de condicionamento, estabeleceu-se nível de sudação não superior a 60 g/h. Segundo os critérios dos autores, todo o suor secretado deve ser evaporado para que a situação seja de conforto.

Tabela 4-21: Sw_{req} e calibrações com base laboratorial e de campo

nível de sudação recomendado	caráter do espaço externo	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 280 g/h	muito calor	> 270 g/h	muito calor
		140~280 g/h	calor	135~270 g/h	calor
< 90 g/h	zonas de passagem	70~140 g/h	pouco calor	70~135 g/h	pouco calor
< 60 g/h	zonas de permanência	< 70 g/h	neutra	< 70 g/h	neutra

4.6.20. Temperatura Neutra Exterior (T_{ne})

Aroztegui (1995) propõe, tomando como referência o trabalho de Humphreys (1975), a Temperatura Neutra Exterior (T_{ne}).

Humphreys (1975) define a temperatura neutra (T_n) como a temperatura ambiente considerada termicamente neutra pela população. O autor apresenta uma relação linear, válida para ambientes interiores, verificada entre a temperatura média mensal (t_{mm}) e a temperatura neutra (T_n), em situações em que a velocidade do ar é baixa e a temperatura radiante média (t_{rm}) é próxima à temperatura do ar. A equação é válida para valores entre 18,5 °C e 28,5 °C e para indivíduos em atividade sedentária com roupas leves. Para outras atividades, podem ser adotadas as seguintes correções: trabalho leve ($M=210W$): -2 °C; trabalho moderado ($M=300W$): -4,5 °C; trabalho pesado ($M=400W$): -7 °C.

Aroztegui (1995) considera ainda a radiação solar e a velocidade do vento. Com relação a essas variáveis, o autor afirma que a primeira, em teoria, deve reunir não apenas a radiação direta do sol, mas também o aspecto do céu e as refletividades do entorno. Com relação à segunda, coloca que é afetada no espaço e no tempo por acidentes aleatórios no nível do pedestre. Baseando-se ainda no índice de estresse térmico (ITS) de Givoni (1969), considerando uma taxa de sudação em atividade sedentária e adotando-se condições médias para as características do indivíduo (roupas 0,8 clo) e do entorno (umidade relativa entre 35% e 65%), Aroztegui propõe uma equação empírica que considera as variáveis características do ambiente externo.

Para a interpretação dos resultados, uma vez que não havia proposição por parte do autor, considerou-se ASHRAE (2013), que utiliza o critério de temperatura neutra (T_n). Adotando-se uma faixa de tolerância de $\pm 2,5^\circ\text{C}$, 90% dos ocupantes ou mais estariam satisfeitos com as condições térmicas do ambiente. Admitindo-se uma tolerância de $\pm 3,5^\circ\text{C}$, obter-se-ia um índice de

satisfação de 80%. Ressalta-se que esses critérios apresentados pela referida norma dizem respeito a espaços internos naturalmente ventilados.

$$E4-15 \quad T_{ne} = 3,6 + 0,31 t_{mm} + \{100 - 0,1 R_{dn} [1 - 0,52 (v_{ar}^{0,2} - 0,88)]\} / 11,6 v_{ar}^{0,3}$$

onde:

T_{ne} = temperatura neutra exterior, em °C;

t_{mm} = temperatura média mensal, em °C;

R_{dn} = radiação solar direta normal, em W/m²;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Tabela 4-22: T_{ne} e calibrações com base laboratorial e de campo

$T_{ne} - t_{ar}$	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
		> 12,0	muito calor	> 12,0	muito calor
		8,0 ~ 12,0	calor	6,0 ~ 12,0	calor
2,5 ~ 3,5	80% de satisfeitos (calor)	4,0 ~ 8,0	pouco calor	2,0 ~ 6,0	pouco calor
-2,5 ~ 2,5	90% de satisfeitos	-4,0 ~ 4,0	neutra	-1,0 ~ 2,0	neutra
-3,5 ~ 3,5	80% de satisfeitos (frio)	-8,0 ~ -4,0	pouco frio	-5,0 ~ -1,0	pouco frio
		-12,0 ~ -8,0	frio	-12,0 ~ -5,0	frio
		< -12,0	muito frio	< -12,0	muito frio

4.6.21. Carga térmica: *Heat Load (HL)*

Blazejczyk (1996; *apud* Blazejczyk, 2003) propõe o MENEX (*Man ENvironment EXchange Model*), modelo de troca de calor entre o homem e o ambiente. O modelo utiliza o balanço térmico do corpo humano, considerando a produção de calor metabólico e as trocas com o meio. As peculiaridades do modelo são: o cálculo das perdas evaporativas pela pele considerando-se um coeficiente de ponderação por sexo (1,0 para homens e 0,8 para mulheres), o cálculo das perdas por radiação de onda longa pela pele ponderadas pela nebulosidade e, ainda, o cálculo de radiação solar por modelos específicos.

Blazejczyk (2003), utilizando o modelo MENEX, propõe o índice de carga térmica (HL), avaliada em função do calor acumulado, da radiação solar absorvida e das perdas evaporativas.

$$E4-16 \quad HL = [(S + 360) / 360]^{[2 - 1/(1+R_c)]} \text{ para } S \leq 0 \text{ W/m}^2 \text{ e } E_{sk} \geq -50 \text{ W/m}^2$$

$$E4-17 \quad HL = [(S + 360) / 360]^{[2 + 1/(1+R_c)]} \text{ para } S > 0 \text{ W/m}^2 \text{ e } E_{sk} \geq -50 \text{ W/m}^2$$

$$E4-18 \quad HL = (E_{sk} / -50) \cdot [(S + 360) / 360]^{[2 - 1/(1+R_c)]} \text{ para } S \leq 0 \text{ W/m}^2 \text{ e } E_{sk} < -50 \text{ W/m}^2$$

$$E4-19 \quad HL = (E_{sk} / -50) \cdot [(S + 360) / 360]^{[2 + 1/(1+R_c)]} \text{ para } S > 0 \text{ W/m}^2 \text{ e } E_{sk} < -50 \text{ W/m}^2$$

onde:

HL= índice de carga térmica no organismo, adimensional;

S = calor acumulado no corpo, W/m²;

R_C = ganho de calor por radiação de onda curta, em W/m²;

E_{sk} = perda de calor latente pela pele, em W/m².

Tabela 4-23: HL e calibrações com base laboratorial e de campo

HL	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
		≥ 1,65	muito calor	≥ 1,60	muito calor
≥ 1,600	estresse elevado por calor	1,23 ~ 1,65	calor	1,10 ~ 1,60	calor
1,186 ~ 1,600	estresse moderado por calor	1,08 ~ 1,23	pouco calor	0,98 ~ 1,10	pouco calor
0,931 ~ 1,185	neutralidade térmica	0,88 ~ 1,08	neutra	0,89 ~ 0,98	neutra
0,811 ~ 0,930	estresse moderado por frio	0,72 ~ 0,88	pouco frio	0,73 ~ 0,89	pouco frio
≤ 0,810	estresse elevado por frio	0,65 ~ 0,72	frio	0,40 ~ 0,73	frio
		≤ 0,65	muito frio	≤ 0,40	muito frio

4.6.22. Esforço fisiológico: *Physiological Strain* (PhS)

Blazejczyk (2003), também com base no modelo MENEX, propõe o índice de esforço fisiológico (PhS), definido por meio das principais trocas de calor. No caso de esforço por frio, tem-se a perda de calor convectiva pela pele e, no caso de esforço por calor, tem-se a perda de calor evaporativa pela pele. Assim, esse índice é dado em função da relação entre o calor trocado por convecção e o calor perdido por evaporação.

$$E4-20 \quad PhS = C / E_{sk}$$

onde:

PhS = índice de esforço fisiológico, adimensional;

C = troca de calor por convecção, em W/m²;

E_{sk} = perda de calor latente pela pele, em W/m².

Tabela 4-24: PhS e calibrações com base laboratorial e de campo

PhS	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
< 0,25	esforço elevado por calor	< 0,30	muito calor	< 0,40	muito calor
0,25 ~ 0,49	esforço moderado por calor	0,30 ~ 0,70	calor	0,40 ~ 0,80	calor
0,50 ~ 0,99	esforço leve por calor	0,70 ~ 1,00	pouco calor	0,80 ~ 1,10	pouco calor
		1,00 ~ 3,10	neutra	1,10 ~ 3,20	neutra
1,00 ~ 1,99	esforço leve por frio	3,10 ~ 4,20	pouco frio	3,20 ~ 4,30	pouco frio
2,00 ~ 4,00	esforço moderado por frio	4,20 ~ 5,50	frio	4,30 ~ 5,60	frio
> 4,00	esforço elevado por frio	> 5,50	muito frio	> 5,60	muito frio

4.6.23. Estímulo devido à intensidade de radiação solar: *Intensity of Radiation Stimuli (R')*

Blazejczyk (2003), ainda com base no modelo MENEX, propõe o índice de estímulo devido à intensidade de radiação solar (R'), calculado em função da radiação solar absorvida pelo corpo nu. Assim, para o estabelecimento desse índice, deve-se calcular a radiação solar absorvida pelo corpo desconsiderando-se o fator de roupa (f_{cl}) e a transmissividade da roupa (τ_{cl}).

$$E4-21 \quad R' = \alpha_{sk} \cdot I_{sol}$$

onde:

R' = índice de estímulo devido à intensidade de radiação solar, em W/m^2 ;

α_{sk} = taxa de absorção de onda curta pela pele, adimensional;

I_{sol} = radiação solar total incidente, em W/m^2 .

Tabela 4-25: R' e calibrações com base laboratorial e de campo

R'	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 120	estímulo forte	> 135	muito calor	> 110	muito calor
60 ~ 120	estímulo moderado	50 ~ 135	calor	30 ~ 110	calor
< 60	estímulo fraco	< 50	neutra ou pouco calor	< 30	neutra ou pouco calor

4.6.24. Índice de temperatura subjetiva: *Subjective Temperature Index (STI)*

Blazejczyk (2003), utilizando o modelo MENEX, propõe o Índice de temperatura subjetiva (STI), objetivando representar a sensação subjetiva do ambiente térmico pelo indivíduo. É calculado por meio das equações seguintes.

$$E4-22 \quad STI = t_{rm} - [|SI|^{0,75} / (5,39 \cdot 10^{-8}) + 273^4]^{0,25} - 273 \quad \text{para } S < 0 \text{ W/m}^2$$

$$E4-23 \quad STI = t_{rm} + [|SI|^{0,75} / (5,39 \cdot 10^{-8}) + 273^4]^{0,25} - 273 \quad \text{para } S \geq 0 \text{ W/m}^2$$

onde:

STI = índice de temperatura subjetiva, em °C;

S = calor acumulado no corpo, W/m²;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C.

Tabela 4-26: STI e calibrações com base laboratorial e de campo

STI	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
$\geq 55,0$	muito quente	$> 70,0$	muito calor	$> 68,0$	muito calor
46,0 ~ 54,9	quente	49,0 ~ 70,0	calor	51,0 ~ 68,0	calor
32,0 ~ 45,9	pouco quente	34,5 ~ 49,0	pouco calor	32,5 ~ 51,0	pouco calor
22,6 ~ 31,9	confortável	19,5 ~ 34,5	neutra	20,5 ~ 32,5	neutra
- 0,4 ~ 22,5	pouco frio	0,0 ~ 19,5	pouco frio	3,0 ~ 20,5	pouco frio
-38,0 ~ -0,5	frio	-33,5 ~ 0,0	frio	-29,5 ~ 3,0	frio
$\leq - 38,0$	muito frio	$< -33,0$	muito frio	$< -29,5$	muito frio

4.6.25. Isolamento esperado da roupa: *Expected Clothing insulation index (EC)*

Blazejczyk (2003), novamente utilizando o modelo MENEX, propõe o isolamento esperado da roupa (EC), representando a resistência térmica da roupa (clo) que seria necessária para garantir o equilíbrio do balanço termofisiológico. É calculado considerando-se a temperatura da pele constante em 32 °C e uma produção de calor metabólica equivalente a 70 W/m².

Tabela 4-27: EC e calibrações com base laboratorial e de campo

EC (clo)	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
< 0,3	muito quente	< 0,32	muito calor	< 0,31	muito calor
0,3 ~ 0,5	quente	0,32 ~ 0,48	calor	0,31 ~ 0,47	calor
0,5 ~ 0,8	pouco quente	0,48 ~ 0,52	pouco calor	0,47 ~ 0,55	pouco calor
0,8 ~ 1,2	confortável	0,52 ~ 0,85	neutra	0,55 ~ 0,81	neutra
1,2 ~ 2,0	pouco frio	0,85 ~ 1,30	pouco frio	0,81 ~ 1,20	pouco frio
2,0 ~ 3,0	frio	1,30 ~ 2,00	frio	1,20 ~ 1,94	frio
> 3,0	muito frio	> 2,00	muito frio	> 1,94	muito frio

4.6.26. Índice de capacidade de armazenamento: *Potential Storage Index (PSI)*

Blazejczyk (2005) apresenta o índice de capacidade de armazenamento (PSI). O índice é a capacidade hipotética de calor que uma pessoa, com temperatura da pele constante a 32 °C e isolamento da roupa igual a 1 clo, consegue armazenar em condições normais. O modelo MENEX, de Blazejczyk (1996), é utilizado para efetuar os cálculos matemáticos.

Tabela 4-28: PSI e calibrações com base laboratorial e de campo

PSI	sensação	calibração	sensação	calibração*	sensação
< -281	extremamente quente				
-281 ~ -185	muito quente				
-184 ~ -111	quente	< -140	muito calor	< -120	muito calor
-110 ~ -50	pouco quente	-140 ~ -54	calor	-120 ~ -50	calor
-49 ~ 16	confortável	-54 ~ -22	pouco calor	-50 ~ -10	pouco calor
17 ~ 83	pouco frio	-22 ~ 18	neutra	-10 ~ 15	neutra
84 ~ 161	frio	18 ~ 50	pouco frio	15 ~ 45	pouco frio
162 ~ 307	muito frio	50 ~ 128	frio	45 ~ 110	frio
> 307	extremamente frio	> 128	muito frio	> 110	muito frio

4.6.27. Temperatura da pele de equilíbrio do balanço térmico: *Skin Temperature Equilibrating heat balance (STE)*

Blazejczyk (2005) propõe o uso da temperatura da pele que equilibra o balanço térmico (STE) como índice de comparação para predição da sensação térmica. O modelo utilizado é novamente o MENEX, de Blazejczyk (1996).

Tabela 4-29: STE e calibrações com base laboratorial e de campo

STE	sensação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 35,2	extremamente quente				
34,5 ~ 35,2	muito quente	> 34,3	muito calor	> 34,1	muito calor
33,4 ~ 34,4	quente	32,7 ~ 34,3	calor	32,7 ~ 34,1	calor
32,3 ~ 33,3	pouco quente	32,0 ~ 32,7	pouco calor	31,8 ~ 32,7	pouco calor
30,9 ~ 32,2	confortável	30,1 ~ 32,0	neutra	30,3 ~ 31,8	neutra
29,1 ~ 30,8	pouco frio	28,5 ~ 30,1	pouco frio	29,0 ~ 30,3	pouco frio
26,0 ~ 29,0	frio	25,2 ~ 28,5	frio	26,2 ~ 29,0	frio
21,1 - 25,9	muito frio	< 25,2	muito frio	< 26,2	muito frio
< 21,1°C	extremamente frio				

4.6.28. Temperatura equivalente fisiológica: *Physiological Equivalent Temperature (PET)*

Mayer e Höppe (1987) propõem o modelo de Munique (*Munich Energy Balance Model for Individuals* – MEMI). Esse modelo baseia-se na equação de balanço térmico do corpo humano e em alguns parâmetros do modelo de dois nós de Gagge *et al.* (1986). As diferenças do modelo de Mayer e Höppe, com relação ao de Gagge *et al.*, são os modos de calcular a taxa de suor regulatório (em função de t_{sk} e t_{cl}) e dos fluxos de calor, considerando em separado as partes do corpo cobertas e descobertas por roupa.

Assim, a primeira equação representa o balanço energético; a segunda, o fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele; e a terceira, o fluxo de calor da superfície da pele para a superfície externa da roupa. Resolvendo-se o sistema de três equações, encontram-se os valores da temperatura da superfície externa da roupa (t_{cl}), da temperatura da superfície da pele (t_{sk}) e da temperatura do centro do corpo (t_c).

$$\text{E4-24} \quad M - W + R + C + Q_{\text{res}} - E_{\text{dif}} - E_{\text{rsw}} = 0$$

$$\text{E4-25} \quad F_{\text{c-sk}} = v_b \cdot \rho_b \cdot c_b \cdot (t_c - t_{\text{sk}})$$

$$\text{E4-26} \quad F_{\text{sk-cl}} = (t_{\text{sk}} - t_{\text{cl}}) / I_{\text{cl}}$$

onde:

M = taxa metabólica, em W/m^2 ;

W = trabalho mecânico externo, em W/m^2 ;

R = troca de calor por radiação, em W/m^2 ;

C = troca de calor por convecção, em W/m^2 ;

Q_{res} = troca de calor pela respiração, W/m^2 ;

E_{dif} = perda de calor latente por difusão, em W/m^2 ;

E_{rsw} = perda de calor latente por meio de suor regulatório, em W/m^2 ;

$F_{\text{c-sk}}$ = fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele, em W/m^2 ;

$F_{\text{sk-cl}}$ = fluxo de calor da superfície da pele para a superfície externa da roupa, em W/m^2 ;

v_b = fluxo de sangue do centro do corpo para a pele (dependente de t_c e t_{sk}), em $\text{L/s}\cdot\text{m}^2$;

ρ_b = densidade do sangue, em kg/L ;

c_b = calor específico do sangue, em $\text{W}\cdot\text{s/K}\cdot\text{kg}$;

t_c = temperatura do centro do corpo, em $^{\circ}\text{C}$;

t_{sk} = temperatura superficial da pele, em $^{\circ}\text{C}$;

t_{cl} = temperatura da superfície externa do corpo vestido, em $^{\circ}\text{C}$;

I_{cl} = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em clo.

Höppe (1999, 2000) define a temperatura equivalente fisiológica de uma dada situação como a temperatura equivalente à temperatura do ar na qual, em uma situação típica interna, o balanço térmico do corpo humano é mantido, com temperaturas do centro do corpo e da pele iguais às da situação em questão.

Para as condições climáticas de referência, são feitas as seguintes suposições: temperatura radiante média igual à temperatura do ar, velocidade do ar de 0,1 m/s, pressão parcial de vapor de água do ar de 12 hPa. Para os parâmetros do indivíduo no ambiente interno de referência, tem-se taxa metabólica de 114 W e resistência térmica da roupa de 0,9 clo.

Para calcular a temperatura equivalente fisiológica, efetua-se:

(a) cálculo das condições térmicas do corpo, temperatura da pele (t_{sk}) e temperatura do centro do corpo (t_c), por meio dos sistemas de equações do modelo de Munique, para uma dada combinação de parâmetros meteorológicos e pessoais;

(b) inserção dos valores encontrados de temperatura da pele (t_{sk}) e temperatura do centro do corpo (t_c) no modelo de Munique, resolvendo-se o sistema de equações para achar a temperatura do ar (t_{ar}), considerando-se $t_{rm} = t_{ar}$; $v = 0,1$ m/s; $p_v = 12$ hPa; $M = 114$ W; $I_{cl} = 0,9$ clo;

(c) a temperatura do ar encontrada é a temperatura equivalente fisiológica (PET).

Tabela 4-30: PET e calibrações com base laboratorial e de campo

PET	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 41,0	muito calor	> 43,0	muito calor	> 43,0	muito calor
35,0 ~ 41,0	calor	31,0 ~ 43,0	calor	34,0 ~ 43,0	calor
23,0 ~ 35,0	calor moderado	26,0 ~ 31,0	pouco calor	26,0 ~ 34,0	pouco calor
18,0 ~ 23,0	confortável	18,0 ~ 26,0	neutra	18,0 ~ 26,0	neutra
8,0 ~ 18,0	frio moderado	12,0 ~ 18,0	pouco frio	12,0 ~ 18,0	pouco frio
4,0 ~ 8,0	frio	4,0 ~ 12,0	frio	6,0 ~ 12,0	frio
< 4,0	muito frio	< 4,0	muito frio	< 6,0	muito frio

4.6.29. Índice de sensação térmica: *Thermal Sensation* (TS)

Givoni e Noguchi (2000) relatam pesquisa experimental de conforto térmico em espaços abertos, envolvendo levantamento de dados subjetivos e dados microclimáticos de temperatura, umidade e velocidade do ar, temperatura superficial do entorno e radiação solar. Foram estudadas as relações entre sensação térmica e sensação global de conforto, por meio de pesquisa desenvolvida pela Fujita Corporation em um parque da cidade de Yokohama, no Japão.

Segundo Givoni *et al.* (2003), a pesquisa foi realizada por meio da aplicação de um questionário de respostas subjetivas a quatro pares de indivíduos (um homem e uma mulher em cada par), submetidos a diferentes condições experimentais: área sombreada, área ao sol e área aberta protegida do vento com uma placa transparente, sendo que as três áreas se encontravam próximas entre si. Os grupos se alteravam a cada 20 minutos respondendo o questionário nos cinco minutos restantes.

Com base nos dados experimentais, desenvolveu-se equação de predição da sensação de conforto do indivíduo em área externa.

$$E4-27 \quad TS = 1,2 + 0,1115 \cdot t_{ar} + 0,0019 \cdot I_H - 0,3185 \cdot v$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

I_H = radiação solar no plano horizontal, em W/m²;

v = velocidade do vento, em m/s.

Tabela 4-31: TS e calibrações com base laboratorial e de campo

TS	classificação	calibração	sensação	calibração*	sensação
7	muito quente	6,2	muito calor	5,4	muito calor
6	quente	5,3	calor	4,6	calor
5	pouco quente	4,5	pouco calor	4,0	pouco calor
4	neutralidade térmica	3,9	neutra	3,7	neutra
3	pouco frio	3,1	pouco frio	3,4	pouco frio
2	frio	2,3	frio	2,9	frio
1	muito frio	1,6	muito frio	2,0	muito frio

4.6.30. Novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento: *New Wind Chill Temperature Index (NWCTI)*

Bluestein e Osczevski (2002) e Williamson (2003) apresentam sucessivos trabalhos de pesquisa empírica para reformulação das equações de Siple e Passel (1945), para determinação do novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento (NWCTI), tendo se baseado nos trabalhos de Bluestein e Zecher (1999) e Osczevski (2000a, 2000b).

Os ensaios para a determinação do novo índice basearam-se na modelagem física do rosto do indivíduo exposto ao vento, em uma metade frontal de um cilindro vertical térmico, de 180 mm de diâmetro externo, composto de 25 camadas concêntricas, simulando as trocas de calor. O valor do novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento é calculado com base em uma velocidade do ar relativa de 4,8 km/h, representando uma configuração em que a taxa de perda

de calor e a temperatura da pele são equivalentes a uma dada situação real de temperatura e velocidade do ar. O índice é válido para $t_{ar} \leq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $v_{10} \geq 4,8 \text{ km/h}$.

$$E4-28 \quad NWCTI = 35,74 + 0,6215 \cdot t_{ar} - 35,75 \cdot v_{10}^{0,16} + 0,4275 \cdot t_{ar} \cdot v_{10}^{0,16}$$

onde:

NWCTI = novo índice de temperatura e resfriamento pelo vento, em $^{\circ}\text{C}$;

t_{ar} = temperatura do ar, em $^{\circ}\text{C}$;

v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em km/h.

Tabela 4-32: NWCTI e calibrações com base laboratorial e de campo

NWCTI	sensação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 35	muito quente	> 38	muito calor	> 36	muito calor
27 ~ 35	quente	31 ~ 38	calor	30 ~ 36	calor
23 ~ 27	pouco quente	24 ~ 31	pouco calor	22 ~ 30	pouco calor
21 ~ 23	confortável	14 ~ 24	neutra	19 ~ 22	neutra
17 ~ 21	pouco frio	7 ~ 14	pouco frio	10 ~ 19	pouco frio
9 ~ 17	frio	0 ~ 7	frio	3 ~ 10	frio
< 9	muito frio	< 0	muito frio	< 3	muito frio

4.6.31. Voto real de sensação: *Actual Sensation Vote* (ASV)

Nikolopoulou (2004) apresenta os trabalhos desenvolvidos pelo projeto *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces* (RUROS), que tinha por objetivo fornecer ferramentas para o desenvolvimento das etapas iniciais de projeto de espaços abertos. Coloca que, do ponto de vista do projeto, é interessante desenvolver modelos simples que utilizem dados já disponíveis. Assim, para cada uma das cidades onde foram realizados levantamentos de campo (Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge e Sheffield), foi proposta uma equação linear simples, baseada em dados de estação meteorológica (temperatura do ar, radiação solar global, velocidade do ar e umidade relativa). A partir dos levantamentos realizados pelo projeto, propõe-se então um modelo combinado de predição de conforto que, segundo Nikolopoulou, é representativo das diversas realidades climáticas da Europa. A equação é válida para valores de

temperatura do ar entre 5 °C e 35 °C. Como os dados a serem utilizados são de estação meteorológica, as especificidades de uma dada situação espacial não podem ser avaliadas.

$$E4-29 \quad ASV = 0,049 \cdot t_{ar} + 0,001 \cdot I_H + 0,051 \cdot v_{ar} + 0,014 \cdot ur - 2,079$$

onde:

ASV = voto real de sensação, adimensional;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

I_H = radiação solar no plano horizontal, em W/m²;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s;

ur = umidade relativa do ar, em %.

Tabela 4-33: ASV e calibrações com base laboratorial e de campo

ASV	sensação	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 1,5	muito quente	> 1,00	muito calor	> 0,50	muito calor
0,5 ~ 1,5	quente	0,35 ~ 1,00	calor	0,30 ~ 0,50	calor
		0,15 ~ 0,35	pouco calor	0,10 ~ 0,30	pouco calor
-0,5 ~ 0,5	confortável	-0,25 ~ 0,15	neutra	-0,20 ~ 0,10	neutra
		-0,40 ~ -0,25	pouco frio	-0,40 ~ -0,20	pouco frio
-1,5 ~ 0,5	frio	-1,20 ~ -0,40	frio	-0,90 ~ -0,40	frio
< 1,5	muito frio	< -1,20	muito frio	< -0,90	muito frio

4.6.32. Temperatura Equivalente Percebida (TEP)

Monteiro (2008) propõe a temperatura equivalente percebida. Coloca que, considerando-se a aplicação para espaços abertos, índices de temperatura equivalente apresentam a vantagem de não precisarem, em princípio, de escalas interpretativas, uma vez que fazem referência a uma situação equivalente de comparação. Por não precisarem de escala interpretativa, podem ser utilizados individualmente como valores de referência para sensação térmica, já que consideram as diferentes variáveis ambientais e apresentam interpretação de caráter indutivo.

Para a proposição de uma equação que fornece valores de temperatura equivalente, assumiram-se as seguintes condições para o ambiente de referência: temperatura radiante média igual à

temperatura do ar: $t_{ar} = t_{rm}$; velocidade do ar aproximadamente igual a zero: $v_{ar} = 0$ m/s; umidade relativa igual a cinquenta por cento: $ur = 50\%$.

Desta forma, a temperatura equivalente percebida de um dado ambiente pode ser definida como uma escala de sensação térmica que apresenta valores numericamente iguais aos da temperatura do ar de um ambiente de referência ($t_{ar} = t_{rm}$, $ur = 50\%$ e $v_{ar} = 0$) em que se verifica o mesmo valor médio de percepção de sensação térmica que no ambiente em questão.

Correlacionando-se as variáveis ambientais de 72 situações levantadas em caráter laboratorial na Cidade Universitária, na cidade de São Paulo, e o valor médio de percepção de sensação térmica verificado em cada uma delas (tendo como base resultados de 1750 questionários válidos), o autor propõe, para pessoas em pé e paradas, com vestimentas escolhidas por elas próprias, a proposição da equação seguinte.

$$E4-30 \quad TEP = -3,777 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar}$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Tabela 4-34: TEP e calibrações com base laboratorial e de campo

TEP	sensação	TEP	sensação	calibração*	sensação
> 50,0	extremo calor				
42,5 ~ 50,0	muito calor	> 42,4	muito calor	> 43,0	muito calor
34,9 ~ 42,4	calor	34,9 ~ 42,4	calor	35,0 ~ 43,0	calor
27,3 ~ 34,8	pouco calor	27,3 ~ 34,8	pouco calor	27,0 ~ 35,0	pouco calor
25,4 ~ 27,2	leve calor				
21,5 ~ 25,3	neutralidade	19,6 ~ 27,2	neutralidade	19,0 ~ 27,0	neutralidade
19,6 ~ 21,4	leve frio				
12,0 ~ 19,5	pouco frio	12,0 ~ 19,5	pouco frio	12,0 ~ 19,0	pouco frio
4,4 ~ 11,9	frio	4,4 ~ 11,9	frio	6,0 ~ 12,0	frio
-3,3 ~ 4,3	muito frio	< 4,4	muito frio	< 6,0	muito frio
< - 3,2	extremo frio				

4.6.33. Temperatura Equivalente Percebida Adaptativa (TEP_A)

Monteiro (2008), ainda com base nas situações levantadas em caráter laboratorial na Cidade Universitária, na cidade de São Paulo, estabelece correlações da temperatura equivalente percebida com as variáveis pessoais taxa metabólica e isolamento da roupa e com a temperatura média dos 30 dias anteriores ou, na falta dessa, com a temperatura média mensal.

$$E4-31 \quad \Delta TEP = -6,648 + 5,118 \cdot M$$

$$E4-32 \quad \Delta TEP = -22,814 + 38,023 \cdot I_{cl}$$

$$E4-33 \quad \Delta TEP = 3,362 - 0,1742 \cdot t_m$$

Considerando-se a equação anteriormente proposta, com as quatro variáveis microclimáticas (t_{ar} , t_{rm} , ur e v_{ar}), e as três equações acima, tem-se a equação seguinte, nomeada aqui de temperatura equivalente percebida adaptativa (TEP_A), pela possibilidade de considerar-se a adaptação por meio de diferentes atividades, vestimentas e das condições climáticas prévias.

$$E4-34 \quad TEP_A = -29,877 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar} - \\ - 0,1742 \cdot t_m + 5,118 \cdot M + 38,023 \cdot I_{cl}$$

onde:

TEP_A = temperatura equivalente percebida adaptativa;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

t_m = temperatura média mensal, em °C;

M = taxa metabólica, em met;

I_{cl} = resistência térmica da roupa, em clo.

Para a utilização da equação sem a disponibilidade de dados para todas as variáveis, podem ser usados os valores de referência adotados: $I_{cl} = 0,6$ clo, valor de isolamento da roupa verificado na temperatura equivalente percebida de neutralidade, $TEP_n = 23,4$ °C; $M = 1,3$, valor de taxa metabólica dos levantamentos empíricos; e $t_m = 19,3$ °C, temperatura média anual segundo a base de dados climática utilizada – ano climático de referência (*Test Reference Year – TRY*), apresentada por Goulart *et al.* (1997).

As faixas interpretativas teóricas e originais (obtidas com o levantamento empírico laboratorial) são, naturalmente, as mesmas da temperatura equivalente percebida. As faixas interpretativas

calibradas com a base empírica obtida em campo apresentam pequenas variações que, com o critério de aproximação adotado, torna-as iguais às faixas adotadas para a temperatura equivalente percebida não adaptativa. De fato, conforme será visto nas correlações e na porcentagem de acertos preditivos, ainda neste capítulo, os resultados das duas equações são extremamente próximos. Assim, utiliza-se a mesma tabela proposta no item anterior.

4.6.34. Índice termoclimático universal: *Universal Thermal Climate Index (UTCI)*

Desde 1999, a Comissão 6 da Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB 2001; 2003; 2006) e, na sequência, a Cooperação em Ciência e Desenvolvimento Tecnológico da União Europeia, por meio do COST Action 730, desenvolveram o Índice Termoclimático Universal (UTCI), conforme é apresentado por Jendritzky *et al.* (2009; 2012). Inicialmente, definiu-se que o índice universal a ser estabelecido deveria ser termo e fisiologicamente válido, aplicável a todos os tipos de clima e independente das características pessoais dos indivíduos. Assim, com relação à caracterização geral do índice, ficou estabelecido que o índice termoclimático universal seria um índice de temperatura equivalente à de um ambiente de referência, devendo responder a todo o contínuo termorregulatório, nas mais diversas situações climáticas.

O índice é baseado no modelo termofisiológico dinâmico de multi-nós de Fiala *et al.* (2012), que considera o corpo como doze elementos cilíndricos constituídos de camadas de tecido concêntricas, totalizando 187 nós que determinam as trocas térmicas entre si e com o meio externo, conforme modelado por Wojtach (2012). Os resultados foram validados por meio de dados levantados empiricamente, ainda segundo Fiala *et al.* (2012).

Jendritzky *et al.* (2012) colocam que o ambiente de referência para cálculo da temperatura equivalente é assim determinado: temperatura radiante média igual à do ar ($t_{rm} = t_{ar}$), umidade relativa (ur) igual a 50% e velocidade do ar (v_{ar}) de 0,5 a 10 m. Para as variáveis pessoais, têm-se: metabolismo (M) igual a 135 W/m^2 , equivalente a andar a 4 km/h (1,1 m/s) e resistência da roupa variável, assumindo-se que as pessoas alteram o tipo de roupa, adaptando-se a diferentes situações térmicas, objetivando alcançar o conforto térmico.

Segundo Bröde *et al.* (2012), o modelo abrange as faixas climáticas: $-50 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_{ar} \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $-30 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_{rm} - t_{ar} \leq 70 \text{ }^\circ\text{C}$, velocidade de vento entre 0,5 e 17 m/s, pressão de vapor máxima 50 hPa ou $ur = 100\%$. O isolamento da roupa é calculado em função da temperatura do ar e da velocidade do vento. Uma escala interpretativa de dez pontos é proposta, conforme pode ser verificada em Blazejczyk *et al.* (2010), sendo apresentada na sequência.

Tabela 4-35: UTCI e calibrações com base laboratorial e de campo

UTCI	estresse	calibração	sensação	calibração*	sensação
> 46	extremo por calor				
38 a 46	muito alto por calor	> 38,0	muito calor	> 38,0	muito calor
32 a 38	alto por calor	31,5 ~ 38,0	calor	31,0 ~ 38,0	calor
26 a 32	moderado por calor	26,8 ~ 31,5	pouco calor	26,0 ~ 31,0	pouco calor
9 a 26	sem estresse térmico	18,5 ~ 26,8	neutralidade	19,0 ~ 26,0	neutralidade
0 a 9	leve por frio	12,0 ~ 18,5	pouco frio	13,0 ~ 19,0	pouco frio
-13 a 0	moderado por frio	5,0 ~ 12,0	frio	6,0 ~ 13,0	frio
-27 a -13	alto por frio	< 5,0	muito frio	< 6,0	muito frio
-40 a -27	muito alto por frio				
< - 40	extremo por frio				

4.7. Valores-limite

A fim de se elucidar os limites de aplicabilidade das faixas interpretativas propostas e da validade das simulações a serem realizadas, as tabelas a seguir apresentam comparativamente os valores-limite observados nos levantamentos laboratoriais na Cidade Universitária e nos levantamentos de campo no Bairro da Luz e na Avenida Paulista.

Tabela 4-36: Valores-limite das variáveis ambientais microclimáticas

variável	Cidade Universitária		Bairro da Luz		Av. Paulista	
	valor mínimo observado	valor máximo observado	valor mínimo observado	valor máximo observado	valor mínimo observado	valor máximo observado
t_{ar} [°C]	15,1	33,1	17,4	33,7	16,0	32,7
u_r [%]	31	95	35	85	32	92
v_{ar} [m/s]	0,1	3,6	0,1	2,7	0,1	3,1
t_{rm} [°C]	15,5	65,5	17,4	47,8	16,0	53,2

Tabela 4-37: Valores-limite do isolamento da roupa, considerando valores observados e médios

I_{cl} [clo]	valor mínimo observado	valor médio mínimo	valor médio máximo	valor máximo observado
Cidade Universitária	0,26	0,39	0,86	1,17
Bairro da Luz	0,30	0,41	0,66	0,90
Avenida Paulista	0,30	0,45	0,81	1,00

Tabela 4-38: Valores-limite da taxa metabólica, considerando valores observados e médios

M [met]	valor mínimo observado	valor médio mínimo	valor médio máximo	valor máximo observado
Cidade Universitária	1,3	1,3	1,3	1,3
Bairro da Luz	1,0	1,2	2,5	5,8
Avenida Paulista	1,0	1,2	2,3	5,8

Ressalta-se que os valores verificados nas situações microclimáticas do Bairro da Luz e da Avenida Paulista estão dentro dos limites verificados para a Cidade Universitária, possibilitando, assim, a adequada verificação dos resultados obtidos com esta base empírica, uma vez que aquela base está dentro dos valores-limite desta. Ressalva deve ser feita para a temperatura do ar, que apresenta valor ligeiramente superior nos dados observados no Bairro da Luz. Poderia ter sido feita opção pela retirada dessa situação microclimática limite. Contudo, devido à pequena diferença encontrada, assumiu-se que a extrapolação em questão é aceitável.

Com relação aos valores do isolamento da roupa, todos os encontrados para o Bairro da Luz e para a Avenida Paulista estão dentro dos limites da Cidade Universitária. Observa-se ainda que os limites superiores de isolamento da roupa são significativamente inferiores aos encontrados no levantamento laboratorial. Essa questão será considerada mais detidamente no próximo capítulo, quando forem observadas as particularidades de cada variável.

Por fim, referente à taxa metabólica, os levantamentos laboratoriais na Cidade Universitária consideraram apenas um único tipo de atividade, tendo sido as variações de taxa metabólica consideradas por meio de modelos teóricos. A implicação da consideração de diferentes taxas metabólicas também será verificada posteriormente. Deve-se mencionar que nos levantamentos empíricos em situações urbanas reais foram consideradas outras variáveis não abordadas especificamente na pesquisa de Monteiro (2008), que serão consideradas no capítulo posterior.

4.8. Resultados da calibração

São aqui apresentados os resultados, em termos de correlações e acertos preditivos, da nova calibração dos índices com base nos levantamentos de campo em situações urbanas. A tabela a seguir apresenta os resultados, considerando as simulações com a base empírica levantada no Bairro da Luz e na Avenida Paulista, para: os índices originalmente propostos pelos diversos autores, os índices calibrados com base empírica levantada laboratorialmente na Cidade Universitária e os índices calibrados com base empírica em levantamentos de campo em situações urbanas reais.

Tabela 4-39: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para índices originais, calibrados laboratorialmente e em situações urbanas reais

Modelo	Índice	Índices originais			Índices calibrados laboratorialmente		Índices calibrados em situações urbanas reais	
		Correlação com o parâmetro do modelo	Correlação com as faixas do índice	Acertos preditivos	Correlação com as faixas do índice	Acertos preditivos	Correlação com as faixas do índice	Acertos preditivos
ET	ET*	0,73	0,66	23%	0,72	48%	0,74	55%
ET	CET*	0,85	0,81	41%	0,82	61%	0,83	66%
OT	OT	0,66	0,62	34%	0,70	40%	0,72	55%
ET+OT	EOT*	0,61	0,64	45%	0,74	52%	0,76	48%
WCT	WCTI	0,70	0,60	14%	0,63	32%	0,64	35%
EqT	EqT	0,66	0,62	25%	0,71	53%	0,69	45%
HSI	HSI	0,74	0,66	14%	0,68	43%	0,69	48%
WBGT	WBGT	0,83	-	-	0,77	43%	0,80	55%
DI	DI	0,66	-	-	0,61	52%	0,64	50%
ECI	ECI	0,72	-	-	0,67	53%	0,69	51%
Gagge	SET*	0,70	0,66	11%	0,68	52%	0,69	59%
ITS	ITS	0,75	0,65	43%	0,73	48%	0,75	55%
Humidex	HD	0,56	0,55	25%	0,55	49%	0,57	43%
KMM	PMV	0,65	0,64	39%	0,75	61%	0,78	57%
Vogt	SW _{req}	0,82	-	-	0,81	59%	0,83	57%
"	W	0,77	-	-	0,65	53%	0,66	53%
AT	AT	0,71	-	-	0,70	43%	0,72	48%
Sevilha	SW _{req} '	0,81	0,60	45%	0,82	57%	0,85	64%
Comfa	S'	0,84	0,67	59%	0,69	43%	0,76	52%
Tne	Tne	0,71	0,61	36%	0,66	48%	0,70	57%
MENEX	HL	0,86	0,76	41%	0,85	64%	0,86	68%
"	PhS	0,78	0,78	52%	0,74	43%	0,77	55%
"	R'	0,74	0,43	18%	0,55	18%	0,56	24%
"	STI	0,82	0,80	14%	0,77	23%	0,78	39%
"	SP	0,76	0,66	52%	0,70	48%	0,73	55%
"	EC	0,67	0,74	50%	0,74	39%	0,76	53%
"	PSI	0,81	0,79	27%	0,83	31%	0,84	41%
"	STE	0,68	0,67	27%	0,73	50%	0,77	41%
MEMI	PET	0,75	0,75	32%	0,73	55%	0,78	52%
TS	TS	0,63	0,61	32%	0,68	41%	0,72	48%
NWCT	NWCTI	0,58	0,54	15%	0,58	25%	0,59	30%
ASV	ASV	0,76	0,67	30%	0,76	34%	0,78	34%
TEP	TEP	0,85	0,85	59%	0,85	59%	0,86	66%
"	TEP _A	0,85	0,86	61%	0,86	61%	0,86	64%
Fiala	UTCI	0,75	0,74	28%	0,75	53%	0,76	56%

4.9. Discussão dos resultados

Para a discussão dos resultados, a tabela a seguir apresenta comparativamente os resultados finais das simulações e calibrações propostas com base nos levantamentos laboratoriais e os resultados de todas as simulações e calibrações realizadas com base nos levantamentos de campo em situações urbanas reais.

No primeiro conjunto, considerando apenas a base empírica laboratorial levantada na Cidade Universitária, são considerados dois subconjuntos, referentes aos índices originais e aos calibrados com a base empírica laboratorial. No segundo conjunto, considerando a base empírica de campo em situações urbanas reais, há três subconjuntos, referente aos índices originais, aos calibrados com a base empírica laboratorial e aos calibrados com a base empírica de campo em situações urbanas reais.

Ressalta-se que, no primeiro conjunto, não foi feita correlação da base empírica laboratorial considerando-se a calibração em situações urbanas reais por acreditar não haver utilidade teórica ou prática para tais resultados.

Na tabela a seguir, tem-se:

I_o = índices originais;

$I_{c,l}$ = índices calibrados com dados levantados laboratorialmente;

$I_{c,b}$ = índices calibrados com dados levantados em campo em situações urbanas reais;

C_{pm} = correlação com o parâmetro do modelo;

C_{fi} = correlação com as faixas interpretativas;

%ap = porcentagem de acertos preditivos.

A discussão dos resultados será realizada considerando-se a classificação proposta e utilizada no capítulo segundo. Assim, serão considerados aqui dois grandes grupos, segundo o objeto de predição do modelo: estresse térmico e sensação térmica. Cada grupo está subdividido em três subgrupos. Não se considerou a classificação segundo o método predominante do modelo, pois as comparações são mais facilmente realizadas segundo os critérios interpretativos dos índices, tendo-se, assim, sido esses os utilizados.

Para facilitar o acompanhamento das considerações, os resultados da tabela a seguir, com os módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações para base empírica laboratorial e para base levantada em campo em situações urbanas reais, são reapresentados, para cada um dos seis subgrupos, em uma nova tabela, com apenas os resultados pertinentes à discussão.

Tabela 4-40: Módulos das correlações entre resultados do levantamento de campo e resultados das simulações, para base empírica laboratorial e em situações urbanas reais

Base empírica			Laboratorial					Em situações urbanas reais						
Calibração			I _o		I _{c,l}			I _o		I _{c,l}			I _{c,c}	
Modelo	Índice	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
ET	ET*	IEA	0,69	0,58	40%	0,64	61%	0,73	0,66	23%	0,72	48%	0,74	55%
ET	CET*	IEA	0,88	0,79	55%	0,84	81%	0,85	0,81	41%	0,82	61%	0,83	66%
OT	OT	DSA	0,71	0,63	39%	0,71	64%	0,66	0,62	34%	0,70	40%	0,72	55%
ET+OT	EOT*	IEA	0,67	0,66	36%	0,73	65%	0,61	0,64	45%	0,74	52%	0,76	48%
WCT	WCTI	IEF	0,72	0,68	25%	0,73	71%	0,70	0,60	14%	0,63	32%	0,64	35%
EqT	EqT	IEA	0,68	0,64	48%	0,71	69%	0,66	0,62	25%	0,69	45%	0,70	48%
HSI	HSI	DEF	0,80	0,74	64%	0,83	78%	0,74	0,66	14%	0,68	43%	0,69	48%
WBGT	WBGT	IEA	0,80	-	-	0,82	77%	0,83	-	-	0,77	43%	0,80	55%
DI	DI	IEA	0,69	-	-	0,71	72%	0,66	-	-	0,61	52%	0,62	57%
ECI	ECI	ISA	0,74	-	-	0,72	67%	0,72	-	-	0,70	53%	0,72	61%
Gagge	SET*	DSA	0,82	0,79	19%	0,81	65%	0,70	0,66	11%	0,68	52%	0,69	59%
ITS	ITS	DEF	0,86	0,76	58%	0,86	81%	0,75	0,65	43%	0,73	48%	0,75	55%
Humidex	HD	IEA	0,65	0,61	51%	0,69	61%	0,56	0,55	25%	0,55	49%	0,57	43%
KMM	PMV	DSQ	0,78	0,72	56%	0,76	69%	0,65	0,64	39%	0,75	61%	0,78	57%
Vogt	SW _{req}	DEF	0,86	-	-	0,85	76%	0,82	-	-	0,81	59%	0,83	57%
"	w	DEF	0,84	-	-	0,83	76%	0,77	-	-	0,65	53%	0,66	53%
AT	AT	DEA	0,75	-	-	0,76	72%	0,71	-	-	0,70	43%	0,72	55%
Sevilha	SW _{req}	DEF	0,88	0,84	72%	0,88	78%	0,81	0,60	45%	0,82	57%	0,85	64%
Comfa	S	DEF	0,87	0,63	58%	0,84	81%	0,84	0,67	59%	0,69	43%	0,76	52%
T _{ne}	T _{ne}	IEQ	0,87	0,74	31%	0,87	81%	0,71	0,61	36%	0,66	48%	0,70	57%
MENEX	HL	DEF	0,88	0,83	63%	0,87	83%	0,86	0,76	41%	0,85	64%	0,86	68%
"	PhS	DEF	0,82	0,77	31%	0,88	81%	0,78	0,78	52%	0,74	43%	0,78	55%
"	R'	DEF	0,87	0,75	67%	0,85	78%	0,74	0,43	18%	0,55	18%	0,56	24%
"	STI	DSA	0,86	0,77	52%	0,81	78%	0,82	0,80	14%	0,77	23%	0,78	39%
"	SP	DEF	0,86	0,82	72%	0,85	71%	0,76	0,66	52%	0,70	48%	0,73	55%
"	EC	DEF	0,73	0,74	36%	0,70	61%	0,67	0,74	50%	0,74	39%	0,76	53%
"	PSI	DEF	0,87	0,82	61%	0,85	74%	0,81	0,79	27%	0,78	31%	0,79	41%
"	STE	DEF	0,78	0,71	54%	0,80	74%	0,68	0,67	27%	0,73	50%	0,77	41%
MEMI	PET	DSA	0,82	0,78	35%	0,85	79%	0,75	0,75	32%	0,73	55%	0,78	52%
TS	TS	ISQ	0,86	0,83	69%	0,86	80%	0,63	0,61	32%	0,68	41%	0,72	48%
NWCT	NWCTI	IEA	0,68	0,64	18%	0,69	64%	0,58	0,54	15%	0,58	25%	0,59	30%
ASV	ASV	ISQ	0,84	0,74	61%	0,81	79%	0,76	0,67	30%	0,76	34%	0,78	34%
TEP	TEP	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,85	59%	0,85	59%	0,86	66%
"	TEP _A	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,86	61%	0,86	61%	0,86	64%
Fiala	UTCI	DSA	0,81	0,71	38%	0,83	73%	0,75	0,74	36%	0,75	59%	0,76	52%
Média			0,81	0,74	49%	0,81	75%	0,74	0,67	33%	0,72	46%	0,74	51%

Legenda: I_o = índices originais; I_{c,l} = índices calibrados com dados levantados laboratorialmente; I_{c,c} = índices calibrados com dados levantados em campo em situações urbanas reais; C_{pm} = correlação com o parâmetro do modelo; C_{fi} = correlação com as faixas interpretativas; %ap = porcentagem de acertos preditivos.

4.9.1. Modelos de esforço fisiológico

Para a consideração dos resultados dos índices baseados em modelos de esforço fisiológico, ou comumente denominados como índices de estresse térmico, três subgrupos são definidos: (1) índices normativos de estresse térmico, (2) índices de estresse térmico por calor e (3) índices de estresse térmico por calor e frio.

Consideram-se, assim, inicialmente as ferramentas normativas passíveis de serem aplicadas a espaços abertos. Em seguida, são considerados os demais índices que verificam apenas situações térmicas quentes. Por fim, têm-se os índices que abrangem situações térmicas quentes e frias. Os índices WCTI e NWCTI são índices relativos à exposição a situações térmicas frias, mas são considerados juntamente com o terceiro subgrupo, justificando-se o fato na discussão do referido subgrupo.

4.9.1.1. Índices normativos de estresse térmico

As normas NR 15 (Ministério do Trabalho, 1978), ISO 7243 (2017) e ISO 7933 (2004) são aqui consideradas e os resultados de seus modelos e respectivos índices podem ser observados na tabela seguinte.

Tabela 4-41: Resultados para índices normativos de estresse térmico

Base empírica			Laboratorial				Em situações urbanas reais							
Calibração														
Modelo	Índice	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
WBGT	WBGT	IEA	0,80	-	-	0,82	77%	0,83	-	-	0,77	43%	0,80	55%
Vogt	Sw _{req}	DEF	0,86	-	-	0,85	76%	0,82	-	-	0,81	59%	0,83	57%
"	w	DEF	0,84	-	-	0,83	76%	0,77	-	-	0,65	53%	0,66	53%

Segundo a norma ISO 7243 (2017), todas as situações analisadas não oferecem risco de estresse por calor para aclimatados ou não aclimatados. A norma NR 15 (Ministério do Trabalho, 1978) também indica o mesmo resultado, permitindo, no caso específico de atividades laborais, trabalho contínuo. A norma ISO 7933 (2004) também não indicou restrição em seus critérios de estresse térmico (Sw_{req} e w) ou de esforço fisiológico (S e Sw_{req} em g/h). Observa-se, segundo os critérios da norma, que na situação mais crítica o tempo de atenção e o tempo limite são de 6,7 e 8,3 horas para não aclimatados e 10,0 e 13,4 horas para aclimatados. Em suma, considerando-se

os resultados das normas em questão, pode-se afirmar que nenhuma das situações em análise apresenta estresse térmico.

Assim, baseando-se nessas três normas que fornecem informações acerca do risco de estresse térmico, a única conclusão possível de ser obtida por meio delas é que as situações em análise não apresentam esse risco. Contudo, apesar das referidas situações não fazerem parte da faixa de avaliação qualitativa dessas normas, é interessante observar a alta correlação positiva encontrada entre o WBGT, o Sw_{req} e o w e o valor médio das respostas de percepção de sensação térmica, não somente para o caso laboratorial (0,80; 0,86 e 0,84), mas também para as situações urbanas reais (0,83; 0,82 e 0,77).

Com relação aos índices calibrados pela base empírica, observa-se que, em relação à base de dados laboratorial, como esperado, os resultados são mais significativos (0,82; 0,85 e 0,83) do que os da base de dados levantada em campo (0,77; 0,81 e 0,65). A nova calibração proposta apresenta apenas pequena melhora nos resultados (0,80; 0,83 e 0,66). Com relação aos resultados finais em termos de acertos preditivos, a porcentagem é mais significativa para o caso da Cidade Universitária (77%, 76% e 76%) do que para o Bairro da Luz e Avenida Paulista (55%, 57% e 53%).

4.9.1.2. Índices de estresse térmico por calor

Com relação aos índices de estresse térmico por calor, são aqui considerados: HSI, DI, ECI, HU, Sw_{req} (Sevilha), R' e SP. Os resultados correlativos e em termos de acertos preditivos podem ser observados na tabela seguinte.

Tabela 4-42: Resultados para índices de estresse térmico por calor

Base empírica Calibração			Laboratorial				Em situações urbanas reais							
			I_o		$I_{c,l}$		I_o		$I_{c,l}$		$I_{c,c}$			
Modelo	Índice	CI	C_{pm}	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap	C_{pm}	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap
HSI	HSI	DEF	0,80	0,74	64%	0,83	78%	0,74	0,66	14%	0,68	43%	0,69	48%
DI	DI	IEA	0,69	-	-	0,71	72%	0,66	-	-	0,61	52%	0,62	57%
ECI	ECI	ISA	0,74	-	-	0,72	67%	0,72	-	-	0,70	53%	0,72	61%
Humidex	HD	IEA	0,65	0,61	51%	0,69	61%	0,56	0,55	25%	0,55	49%	0,57	43%
Sevilha	Sw_{req}	DEF	0,88	0,84	72%	0,88	78%	0,81	0,60	45%	0,82	57%	0,85	64%
MENEX	R'	DEF	0,87	0,75	67%	0,85	78%	0,74	0,43	18%	0,55	18%	0,56	24%
"	SP	DEF	0,86	0,82	72%	0,85	71%	0,76	0,66	52%	0,70	48%	0,73	55%

As menores correlações encontradas para a base empírica laboratorial foram do DI, ECI e HD (entre 0,65 e 0,74 para o parâmetro do modelo e entre 0,69 e 0,72 para a interpretação do índice). Os resultados foram ainda menos significativos para a base empírica com levantamentos de campo (entre 0,56 e 0,72 para o parâmetro do modelo e entre 0,55 e 0,70 para a interpretação do índice original e calibrado, respectivamente). Os resultados pouco significativos devem-se provavelmente ao DI e HD considerarem apenas as variáveis temperatura e umidade do ar e ao ECI considerar, além destas, apenas a velocidade do ar, sem levar em conta as trocas radiantes.

A correlação dos demais índices foi mais significativa, mas de todos os resultados foram inferiores ao encontrado laboratorialmente. O HSI, R' e SP são modelos de balanço térmico que apresentaram resultados de correlação do parâmetro de seus modelos entre 0,74 e 0,76 em campo, contra valores superiores a 0,80 em laboratório. É interessante observar que as correlações com as faixas interpretativas dos modelos são bem menos significativas no caso em campo, de 0,55 a 0,70, contra 0,74 a 0,82 para o laboratorial. Assim como no caso dos índices normativos, verifica-se que a calibração específica para o levantamento de campo não apresenta significativa melhora nos resultados, variando de 0,56 a 0,73, e ainda apresentando porcentagens de acertos preditivos baixas, de 24% a 48%, contra 71% a 78% para o caso laboratorial.

Por fim, o modelo de Sevilha foi o índice de estresse térmico por calor que apresentou os melhores resultados. Ainda que para o caso laboratorial eles fossem ainda mais significativos (0,88; 0,88 e 78%, considerando o modelo calibrado com a base empírica local), para o Bairro da Luz e Avenida Paulista apresentou o melhor resultado entre os índices, incluso os normativos, de estresse térmico por calor (0,81; 0,85 e 64%, considerando o modelo calibrado com a base empírica local, no levantamento de campo). O índice de Sevilha apresenta uma proposta que caracteriza o uso do espaço em função do esforço fisiológico. Dados os resultados do índice, essa questão pode ser explorada para se determinar as possibilidades de uso dos diferentes espaços urbanos abertos.

4.9.1.3. Índices de estresse térmico por calor e frio

Com relação aos índices de estresse térmico por calor e frio, são aqui considerados: WCTI, NWCTI, ITS, PhS, HL e UTCI. Os resultados em termos de correlação e de acertos preditivos podem ser observados na tabela seguinte.

Tabela 4-43: Resultados para índices de estresse térmico por calor e frio

Base empírica			Laboratorial					Em situações urbanas reais						
Calibração			I _o		I _{c,l}			I _o		I _{c,l}			I _{c,c}	
Modelo	Índice	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
WCT	WCTI	IEF	0,72	0,68	25%	0,73	71%	0,70	0,60	14%	0,63	32%	0,64	35%
ITS	ITS	DEF	0,86	0,76	58%	0,86	81%	0,75	0,65	43%	0,73	48%	0,75	55%
MENEX	HL	DEF	0,88	0,83	63%	0,87	83%	0,86	0,76	41%	0,85	64%	0,86	68%
"	PhS	DEF	0,82	0,77	31%	0,88	81%	0,78	0,78	52%	0,74	43%	0,78	55%
NWCT	NWCTI	IEA	0,68	0,64	18%	0,69	64%	0,58	0,54	15%	0,58	25%	0,59	30%
Fiala	UTCI	DSA	0,81	0,71	38%	0,83	73%	0,75	0,74	36%	0,75	59%	0,76	52%

Os índices WCTI e NWCTI são de estresse térmico por frio, avaliando apenas o efeito do vento e a temperatura do ar. Contudo, como comumente apresentam-se tabelas de interpretação de seus valores também para temperaturas mais elevadas, são aqui avaliados, por simplificação, como índices de estresse térmico por calor e frio. Os resultados, porém, indicaram os mais baixos índices de correlação (0,70 e 0,58 para o parâmetro do modelo e 0,60 e 0,54 para a interpretação do índice original, e 0,63 e 0,58; e 0,64 e 0,59, para o caso das calibrações com base laboratorial e de campo). Deve-se observar que as calibrações específicas com os dados empíricos levantados em campo apresentaram ganho correlativo não significativo. Observa-se ainda que o modelo original, WCTI, apresentou resultados mais significativos do que a nova proposição, NWCTI, assim como já havia ocorrido nas verificações de caráter laboratorial. Em termos de acertos preditivos, os resultados foram dos menos significativos de todos os modelos considerados, com apenas 35% e 30%, respectivamente, para WCTI e NWCTI. Contudo, entende-se que esses resultados são explicados na medida em que esses índices foram determinados para condições climáticas não verificadas na pesquisa em questão.

O ITS apresentou correlações mais significativas: 0,75 para o parâmetro do modelo, 0,65 para a interpretação do índice original e 0,73 e 0,75 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Nota-se resultados muito menos significativos do que os encontrados nas simulações realizadas para a base laboratorial (0,86; 0,76 e 0,86). Observa-se ainda que a correlação, para o caso do levantamento de campo, é baixa com a nova calibração, apresentando acertos preditivos bem abaixo do caso laboratorial (55% e 81%).

O UTCI apresentou resultados ligeiramente mais significativos. Observa-se correlação de 0,75 para o parâmetro do modelo, 0,74 para a interpretação do índice original e 0,75 e 0,76 para as

calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Assim como vem sendo verificado, observam-se resultados menos significativos do que os encontrados para a base laboratorial (0,75; 0,75 e 0,76). Para o caso do levantamento de campo, a correlação é pequena com a nova calibração, apresentando novamente caso de acertos preditivos bem abaixo do caso laboratorial (36% e 59%).

Já o PhS apresentou correlação melhor: 0,78 para o parâmetro do modelo, 0,78 para a interpretação do índice original e 0,74 e 0,78 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Interessante observar que os resultados correlativos para a interpretação do índice foram mais significativos para o caso do índice original (0,78) do que para o índice calibrado laboratorialmente (0,74). É também interessante observar que a nova calibração com a base laboratorial eleva a correlação apenas para o patamar original (0,78), ainda que os acertos preditivos sejam ligeiramente maiores (55% contra 52%), mas claramente inferiores aos resultados finais encontrados (81%).

Por fim, assim como no estudo específico laboratorial, o índice de estresse térmico que apresentou melhor desempenho foi o HL: 0,86 para o parâmetro do modelo, 0,76 para a interpretação do índice original e 0,85 e 0,86 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Observa-se que os valores do índice apresentaram correlação bem mais significativa que os demais. No estudo específico da base de dados levantada em campo, deve-se destacar que esse índice apresentou os melhores resultados com relação a todos os modelos verificados, inclusive ligeiramente melhores do que o modelo de temperatura equivalente percebida, especificamente proposto a partir da base empírica laboratorial. Contudo, ainda assim, observa-se que a porcentagem de acertos preditivos para a base de dados levantada em campo (68%) é menos significativa do que na verificação anterior (83%).

4.9.2. Modelos de sensação térmica

Para consideração dos resultados dos índices baseados em modelos de sensação térmica, comumente referidos como índices de conforto térmico, três subgrupos foram estabelecidos, com base no critério interpretativo de seus índices.

Desta forma, têm-se: (1) índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos, (2) índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos e (3) índices de sensação térmica baseados em analogia.

4.9.2.1. Índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos

Os índices EC, STE e PSI do modelo MENEX e S do Comfa, baseados em modelos analíticos, são aqui considerados. Na tabela seguinte constam os resultados para os referidos índices.

Tabela 4-44: Resultados para índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos

Base empírica			Laboratorial					Em situações urbanas reais						
Calibração			I _o		I _{c,l}			I _o		I _{c,l}		I _{c,c}		
Modelo	Índice	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
Comfa	S	DEF	0,87	0,63	58%	0,84	81%	0,84	0,67	59%	0,69	43%	0,76	52%
MENEX	EC	DEF	0,73	0,74	36%	0,70	61%	0,67	0,74	50%	0,74	39%	0,76	53%
“	PSI	DEF	0,87	0,82	61%	0,85	74%	0,81	0,79	27%	0,78	31%	0,79	41%
“	STE	DEF	0,78	0,71	54%	0,80	74%	0,68	0,67	27%	0,73	50%	0,77	41%

O EC e o STE apresentaram as correlações mais baixas do grupo de índices de sensação térmica baseados em parâmetro fisiológicos: respectivamente 0,67 e 0,68 para o parâmetro do modelo, 0,74 e 0,67 para a interpretação dos índices originais, 0,74 e 0,73 para os índices calibrados laboratorialmente e 0,76 e 0,77 para os índices calibrados em campo. Contudo, em termos de acertos preditivos, deve-se mencionar que o EC apresentou resultado final de 53% contra 41% do STE, que, apesar do aumento da correlação, apresentou queda na percentagem de acertos preditivos. Ressalta-se aqui o critério adotado para as calibrações, em que se maximiza a correlação, e não os acertos preditivos, uma vez que correlações mais altas indicam maiores possibilidade de acertos em outras situações.

O S e o PSI apresentaram as correlações mais significativas do grupo: respectivamente 0,84 e 0,81 para o parâmetro do modelo, 0,67 e 0,79 para a interpretação dos índices originais, 0,68 e 0,78 para os índices calibrados laboratorialmente e 0,76 e 0,79 para os índices calibrados em campo. Contudo, as percentagens de acertos preditivos desses índices foram distintas: 59%, 42% e 52% para S, contra apenas 27%, 31% e 41% do PSI. Assim, no grupo de índices de sensação térmica baseados em parâmetros fisiológicos, o índice S, do modelo Comfa, foi o que apresentou os resultados mais significativos, ainda que, assim como se observou nos índices de estresse térmico, as correlações sejam mais baixas do que as verificadas nos levantamentos laboratoriais, assim como a percentagem de acertos preditivos, 52% contra 81%, é também bem menos significativa.

4.9.2.2. Índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos

O índice PMV, baseado no modelo analítico KMM e os índices empíricos T_{ne} , TS e ASV são aqui considerados. A tabela seguinte traz os resultados desses índices.

Tabela 4-45: Resultados para índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos

Base empírica			Laboratorial						Em situações urbanas reais					
Calibração			I_o		$I_{c,l}$				I_o		$I_{c,l}$		$I_{c,c}$	
Modelo	Índice	CI	C_{pm}	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap	C_{pm}	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap	C_{fi}	%ap
KMM	PMV	DSQ	0,78	0,72	56%	0,76	69%	0,65	0,64	39%	0,75	61%	0,78	57%
T_{ne}	T_{ne}	IEQ	0,87	0,74	31%	0,87	81%	0,71	0,61	36%	0,66	48%	0,70	57%
TS	TS	ISQ	0,86	0,83	69%	0,86	80%	0,63	0,61	32%	0,68	41%	0,72	48%
ASV	ASV	ISQ	0,84	0,74	61%	0,81	79%	0,76	0,67	30%	0,76	34%	0,78	34%

Os índices de sensação térmica baseados em parâmetros qualitativos apresentaram, em conjunto, os resultados menos expressivos do estudo. O índice TS apresentou correlações de 0,63 para o parâmetro do modelo, 0,61 para a interpretação do índice original e 0,68 e 0,72 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. O índice T_{ne} apresentou correlações de 0,71 para o parâmetro do modelo, 0,61 para a interpretação do índice original e 0,66 e 0,70 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Esses dois índices haviam apresentado os resultados mais significativos do grupo com o estudo por meio da base empírica laboratorial, com correlações respectivamente de 0,86 e 0,87, tanto para o parâmetro do modelo quanto para as faixas interpretativas dos índices calibrados. O percentual de acertos preditivos também foi alto: respectivamente 80% e 81%. Observa-se, no estudo com base empírica levantada em campo, acertos preditivos de apenas 48% e 57%, respectivamente.

Já os índices PMV e ASV, ainda que não tivessem apresentado resultados tão significativos no estudo laboratorial, apresentaram correlações mais significativas do grupo: respectivamente 0,65 e 0,76 para o parâmetro do modelo, 0,64 e 0,67 para a interpretação dos índices originais, 0,75 e 0,75 para os índices calibrados laboratorialmente e 0,78 e 0,78 para os índices calibrados em campo. Observa-se que o PMV havia fornecido resultados correlativos mais significativos no estudo laboratorial, enquanto as correlações para o estudo em campo foram maiores para o índice ASV. Contudo, deve-se atentar para o fato de que, em termos de acertos preditivos, o ASV apresentou resultado final de apenas 34%, um dos resultados mais baixos de todos os índices

estudados, contra 57% do PMV. Nesse sentido, a perda preditiva do estudo laboratorial para o de campo do PMV foi relativamente pequena, de 69% para 57%, enquanto a perda do ASV foi significativa, de 79% para 34%. Observa-se, pelos resultados da calibração desse índice, que os limites da faixa interpretativa de neutralidade, para proporcionar maiores correlações, acabaram ficando deveras restritos, levando a um baixo percentual de acertos preditivos.

4.9.2.3. Índices de sensação térmica baseados em analogia

São aqui considerados índices de sensação térmica baseados em analogia, todos eles em analogia de temperatura em relação a um ambiente de referência. São analisados os resultados de cinco índices dedutivos (EqT, SET*, AT, PET e STI) e seis índices indutivo-dedutivos (ET*, CET*, OT, EOT*, TEP e TEP_A), que podem ser observados na tabela seguinte.

Tabela 4-46: Resultados para índices de sensação térmica baseados em analogia

Base empírica				Laboratorial				Em situações urbanas reais						
Calibração				I _o		I _{c,l}		I _o			I _{c,l}		I _{c,c}	
Modelo	Índice	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
ET	ET*	IEA	0,69	0,58	40%	0,64	61%	0,73	0,66	23%	0,72	48%	0,74	55%
ET	CET*	IEA	0,88	0,79	55%	0,84	81%	0,85	0,81	41%	0,82	61%	0,83	66%
OT	OT	DSA	0,71	0,63	39%	0,71	64%	0,66	0,62	34%	0,70	40%	0,72	55%
ET+OT	EOT*	IEA	0,67	0,66	36%	0,73	65%	0,61	0,64	45%	0,74	52%	0,76	48%
EqT	EqT	IEA	0,68	0,64	48%	0,71	69%	0,66	0,62	25%	0,69	45%	0,70	48%
Gagge	SET*	DSA	0,82	0,79	19%	0,81	65%	0,70	0,66	11%	0,68	52%	0,69	59%
AT	AT	DEA	0,75	-	-	0,76	72%	0,71	-	-	0,70	43%	0,72	55%
MENEX	STI	DSA	0,86	0,77	52%	0,81	78%	0,82	0,80	14%	0,77	23%	0,78	39%
MEMI	PET	DSA	0,82	0,78	35%	0,85	79%	0,75	0,75	32%	0,73	55%	0,78	52%
TEP	TEP	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,85	59%	0,85	59%	0,86	66%
“	TEP _A	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,86	61%	0,86	61%	0,86	64%

Com relação aos índices de modelos analíticos, o índice SET* apresentou os resultados menos significativos, com correlações de 0,70 para o parâmetro do modelo, 0,66 para a interpretação do índice original e 0,68 e 0,69 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Por outro lado, dentre os índices de modelos analíticos, o resultado final de acertos preditivos foi o

mais alto, com 59%. O índice PET apresentou correlações de 0,75 para o parâmetro do modelo, 0,75 para a interpretação do índice original e 0,73 e 0,78 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. A porcentagem de acertos preditivos foi de 52%, valor abaixo do índice SET*, mas bem mais significativo que do índice STI. Esse índice apresentou apenas 39% de acertos preditivos, mas apresentou as correlações mais altas dos índices de modelos analíticos: 0,82 para o parâmetro do modelo, 0,80 para a interpretação do índice original e 0,77 e 0,78 para as calibrações laboratoriais e de campo, respectivamente. Conforme também já se verificou para outros índices, os resultados desse subgrupo para a calibração com base nos dados empíricos de campo apresentaram aumentos correlativos significativamente baixos aos dos estabelecidos com base nos dados laboratoriais.

Considerando-se os índices EqT e AT, esses apresentam correlações de 0,66 e 0,71 para o parâmetro do modelo, e 0,62 e 0,67 para a interpretação dos índices originais, 0,69 e 0,70 para os índices calibrados laboratorialmente e 0,70 e 0,72 para os índices calibrados em campo. Em termos de acertos preditivos, o EqT também apresentou resultados inferiores ao AT. O percentual final de base de dados laboratoriais foi, respectivamente, de 69% e 72% e de base de dados levantados em campo foi, respectivamente, de 48% e 55%.

Com relação aos índices baseados em temperatura efetiva e/ou operativa, os índices ET*, OT e EOT* apresentaram resultados correlativos semelhantes, inclusive sendo o único subgrupo a manter, de uma forma geral, a mesma ordem de grandeza dos resultados correlativos encontrados na verificação laboratorial. Para a base empírica levantada em campo, esses índices apresentaram resultados correlativos, respectivamente de 0,73; 0,66 e 0,61 para o parâmetro do modelo; 0,66; 0,62 e 0,64 para a interpretação dos índices originais; 0,72; 0,70 e 0,74 para os índices calibrados laboratorialmente; e 0,74; 0,72 e 0,76 para os índices calibrados em campo. Com relação aos resultados finais de acertos preditivos, têm-se respectivamente: 55%, 55% e 48% no levantamento em campo, contra 61%, 64% e 65% no levantamento laboratorial.

O índice CET* foi o que apresentou resultados bem mais significativos, em grande parte provavelmente devido às altas correlações encontradas entre as respostas subjetivas e os valores de temperatura de globo. As correlações do índice foram de 0,85 para o parâmetro do modelo, 0,81 para a interpretação do índice original, 0,82 para o índice calibrado laboratorialmente e 0,83 para o índice calibrado em campo, com resultado final de acertos preditivos de 66%, resultado geral muito satisfatório, que fica atrás apenas, em termos de todos os índices estudados, do HL do modelo analítico MENEX e do TEP.

Com relação ao índice TEP, que recebe aqui particular atenção uma vez que foi proposto com base nos dados empíricos coletados laboratorialmente, ele apresentou, comparativamente aos

outros índices, resultados bastante significativos. O TEP apresenta correlações de 0,85 para o parâmetro do modelo, 0,85 para a interpretação do índice original, que foi estabelecido nas condições laboratoriais em questão, e 0,86 para o índice calibrado em campo. O resultado final de acertos preditivos é de 66%, valor igual ao do CET* e superado apenas pelo HL do modelo MENEX. Por outro lado, assim como aconteceu com a quase totalidade dos índices verificados neste estudo, as correlações são menos significativas do que as verificadas laboratorialmente (0,93 para o parâmetro do modelo e 0,93 para as faixas interpretativas do índice), e os acertos preditivos ainda menos significativos, uma vez que originalmente, em laboratório, tinha-se um valor de 96%.

Observando o TEP_A , os resultados são muito próximos dos obtidos pelo TEP. Ambos apresentam os mesmos valores correlacionais e de acertos preditivos no caso da base empírica laboratorial em que foram determinados. Para o caso da base empírica em situações urbanas reais, a correlação com o parâmetro do modelo é inerentemente a mesma, devido a modelagem ser a mesma, apresentando correlações com as faixas interpretativas e acertos preditivos de 0,85 e 59%; e 0,86 e 61%, respectivamente para o TEP e TEP_A , na calibração laboratorial e 0,86 e 66%; e 0,86 e 64%, também respectivamente para o TEP e TEP_A , na calibração de campo.

Considerando que o TEP_A requer três variáveis adicionais – taxa metabólica, isolamento da roupa e temperatura média dos 30 dias anteriores, não se justifica, a princípio, o emprego dessa versão adaptativa do índice uma vez que não há ganhos correlativos e o valor de acertos preditivos é da mesma ordem de grandeza. Por outro lado, ainda que a princípio não se tenha mostrado melhores resultados com a aplicação desse índice, opta-se por mantê-lo nas análises subsequentes, pois não foi feita aqui verificação considerando-se sistematicamente diferentes atividades, vestimentas ou, ainda, diferentes épocas do ano, a fim de se observar o impacto, por exemplo, de diferentes condições climáticas prévias, ainda que a princípio a relativa pequena amplitude anual da cidade de São Paulo pareça não influenciar significativamente a modelagem preditiva da sensação térmica em espaços urbanos abertos. Essa questão é retomada nos capítulos subsequentes.

4.10. Considerações finais

Como consideração geral, pode-se afirmar que as situações microclimáticas levantadas em campo e os respectivos resultados em termos de respostas de percepção de sensação térmica apresentam-se menos previsíveis do que os verificados laboratorialmente. Esse fato deve-se à heterogeneidade das situações e populações levantadas e ao caráter dos levantamentos, uma

vez que foram realizados em situações urbanas reais, menos controláveis do que os levantamentos de carácter laboratorial.

Dentro dessa perspectiva, é compreensível o fato de que todos os índices tenham apresentado resultados correlativos menos significativos, mesmo com calibrações realizadas com a própria base empírica obtida em campo. É interessante observar ainda que a diferença é ainda mais acentuada em termos dos acertos preditivos, em que as porcentagens foram muito mais baixas do que as encontradas laboratorialmente, indicando que as calibrações realizadas não conseguem melhorar as predições da amostra em específico, conforme conseguiram no caso dos levantamentos laboratoriais, de carácter mais controlável.

Por fim, ressaltam-se os resultados gerais das calibrações realizadas, apontando para os índices que obtiveram correlações mais altas – acima de 0,80 com as faixas interpretativas do índice calibrado considerando a base empírica em situações urbanas reais, a fim de dar prosseguimento aos estudos da base empírica levantada em campo. Conforme já foi colocado, priorizou-se maximizar a correlação, e não a porcentagem de acertos preditivos, uma vez que maiores correlações indicam maior capacidade preditiva de acertos preditivos futuros. A tabela a seguir indica seis índices, do conjunto de 37 estudados que apresentaram resultados que cumprem o critério apresentado e, ainda, a média geral do referido grupo de 37 índices.

Tabela 4-47: Grupos de resultados mais satisfatórios e médias gerais

Base empírica			Laboratorial				Em situações urbanas reais							
Calibração			I _o		I _{c,l}		I _o		I _{c,l}		I _{c,c}			
Modelo	Índices	CI	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{pm}	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap	C _{fi}	%ap
ET	CET*	IEA	0,88	0,79	55%	0,84	81%	0,85	0,81	41%	0,82	61%	0,83	66%
Vogt	Sw _{req}	DEF	0,86	-	-	0,85	76%	0,82	-	-	0,81	59%	0,83	57%
Sevilha	Sw _{req'}	DEF	0,88	0,84	72%	0,88	78%	0,81	0,60	45%	0,82	57%	0,85	64%
MENEX	HL	DEF	0,88	0,83	63%	0,87	83%	0,86	0,76	41%	0,85	64%	0,86	68%
TEP	TEP	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,85	59%	0,85	59%	0,86	66%
“	TEP _A	ISA	0,93	0,93	96%	0,93	96%	0,85	0,86	61%	0,86	61%	0,86	64%
Média (37 índices)			0,81	0,74	49%	0,81	75%	0,74	0,67	33%	0,72	46%	0,74	51%

Com relação aos modelos de esforço fisiológico, os índices de estresse térmico Sw_{req}, de Vogt, e Sw_{req'}, de Sevilha, apresentaram resultados significativos, ainda que tenham sido originalmente

desenvolvidos apenas para a predição de situações de calor. O modelo de Sevilha, em verdade, é baseado no modelo de Vogt, com pequenas considerações distintas, fato que explica os resultados similares, sendo, respectivamente para o de Vogt e de Sevilha 0,82 e 0,81 para o parâmetro do modelo, 0,81 e 0,82 para os índices calibrados na base empírica laboratorial e 0,83 e 0,85 para os índices calibrados na base empírica de campo, com 57% e 64% de acertos preditivos.

O índice CET*, baseado no modelo empírico de temperatura efetiva, apresentou resultados ainda mais significativos que, conforme já apontado, devem-se em parte à alta correlação dos resultados das respostas subjetivas e dos valores de temperatura de globo. Assim, tem-se 0,85 para o parâmetro do modelo, 0,81 para a interpretação do índice original, 0,82 e 0,83 para o índice calibrado, respectivamente, com base empírica laboratorial e de campo, com resultado final de acertos preditivos de 66%. Os resultados encontrados para esse modelo, assim como as significativas correlações com as temperaturas de globo, levam à possibilidade de explorações dessa variável para a predição da percepção das sensações térmicas.

O índice HL, calculado com base no modelo analítico de balanço térmico MENEX, foi o que apresentou resultados mais significativos de todos os índices: 0,86 para o parâmetro do modelo, 0,76 para a interpretação do índice original e 0,85 e 0,86 para as calibrações com base empírica laboratorial e de campo, respectivamente. Apresentou ainda a maior porcentagem de acertos preditivos, com resultado final de 68%. Assim, para explorações teóricas acerca da base empírica em estudo, será utilizado o modelo MENEX e o índice HL.

Finalmente, o índice TEP, proposto especificamente com base nos dados empíricos laboratoriais, apresentou resultados muito significativos, abaixo apenas dos do índice HL, mas ainda muito próximos aos dele: 0,85 para o parâmetro do modelo e 0,85 e 0,86 para as calibrações com base empírica laboratorial e de campo, respectivamente. A porcentagem de acertos preditivos foi de 66%, atrás também apenas do índice HL. Ainda que tenha apresentado resultados ligeiramente inferiores aos do HL, o índice TEP será considerado nas continuações dos trabalhos, uma vez que apresenta modelagem muito mais simples e objetiva do que a proposta pelo modelo MENEX, do índice HL. Conforme se observou, o TEP_A, versão adaptativa do TEP, apresentou resultados muito similares. Assim, serão considerados não apenas os resultados do modelo TEP, mas principalmente os métodos de regressão e considerações teóricas envolvidos em sua proposição, para novas considerações acerca das bases empíricas.

Em suma, na continuação dos trabalhos, os índices CET*, TEP e HL, que apresentaram os resultados mais significativos para a predição da percepção de sensações térmicas, permitem vislumbrar, respectivamente, possibilidades de verificação de modelos preditivos simplificados

com base em temperatura de globo, verificação de modelagens empíricas baseadas em regressões estatísticas de múltiplas variáveis e verificações e extrapolações teóricas da base empírica do Bairro da Luz e da Avenida Paulista. Para a verificação dos resultados obtidos por meio dessas considerações acerca da base empírica levantada nessas situações urbanas reais, serão utilizadas, no capítulo seguinte, as bases empíricas, também obtidas em situações urbanas reais, do Cambuci, Bela Vista, Vila Mariana, Vila Olímpia, Berrini, Santo Amaro, Paulista e República, levantadas de 2011 a 2015.

4.11. Referências bibliográficas

- AROTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* ANTAC, 1995.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Handbook of fundamentals*. Atlanta: ASHRAE, 2017.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2013.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, ASHRAE, 1967.
- BEDFORD, T. Equivalent temperature, what it is, how it's measured. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 8, p. 87-91, 1951.
- BEDFORD, T. *Warmth factor in comfort at work*. Medical Research Council, Industrial Health Research Board, report no. 76, 1936.
- BELDING, H. S.; HATCH, T. F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. *Heating, Piping, Air Conditioning*, 27, p.129-142, 1955.
- BLAZEJCZYK, K. New indices to assess thermal risks outdoors. In: HOLMÉR, I.; KUKLANE, K.; GAO, C. (eds) *Environmental Ergonomics. 11th International Conference*, 2005, Ystad, Suécia. *Proceedings...* p. 222-225, 2005.
- BLAZEJCZYK, K. *Man-environment heat exchange model*. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.ppt>. 2002. Acesso em 24/04/2004.

- BLAZEJCZYK, K. MENEX 2002. In: THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS WATCH WARNING SYSTEMS FOR EUROPEAN CITIES. Freiburg May 3, 2003. *Proceedings of Conference...*, Freiburg, 2003.
- BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 28, p.27-58, 1996.
- BLAZEJCZYK, K.; BROEDE, P.; FIALA, D.; HAVENITH, G.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; KUNERT, A. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in european scale. *Miscellanea Geographica*, 14, p. 91-102, 2010.
- BLUESTEIN, M.; OSCZEWSKI, R. Wind chill and the development of frostbite in the face. Preprints, *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology*, Kansas City, MO: American Meteorology Society, p. 168-171, 2002.
- BLUESTEIN, M.; ZECHER, J. A new approach to an accurate wind chill factor. *Bulletin of American Meteorology Society*, 80, p.1893-1899, 1999.
- BOM (BUREAU OF METEOROLOGY). *Warnings current*. Commonwealth of Australia, 2017. <http://www.bom.gov.au/australia/warnings/index.shtml>. Acesso em 04/05/2017.
- BRÔDE, P.; FIALA, D.; BLAZEJCZYK, K.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; TINZ, B.; HAVENITH, G. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 481-494, 2012.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. Estimating outdoor thermal comfort using a cylindrical radiation thermometer and an energy budget model. *International Journal of Biometeorology*, 30, p. 43-52, 1986.
- DE FREITAS, C. R. Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, p. 89-103, 1997.
- DOMINGUEZ, S. A.; MACHO, J. J. G.; LOPEZ, J. M. C.; FELIX, J. L. M. *Control climatico en espacios abiertos: evaluacion del proyecto Expo'92*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.
- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.

- FIALA, D.; HAVENITH, G.; BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.; JENDRITZKY, G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 429-441, 2012.
- GAGGE, A. P.; FOBELTS, A. P.; BERGLUND, L. G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, p. 709-731, 1986.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK J. A. J.; HARDY, J. D. "Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures". *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; NISHI, Y. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Transactions*, 72, p. 247-262, 1971.
- GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: John Wiley & Sons, 1969.
- GIVONI, B. *Estimation of the effect of the climate on man: development of a new thermal index*. Research Report to UNESCO. Haifa: Building Research Station, 1963.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* London: James & James, p. 562-565, 2000.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M.; SAARONI, H.; POCHTER, O.; YAACOV, Y.; FELLER, N.; BECKER, S. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35, 1, p. 77-86, 2003.
- GLICKMAN, N. Physiological examination of the effective temperature index. *ASHVE Transactions*, 56, p. 51-56, 1950.
- GOULART, S., LAMBERTS, R., FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: UFSC, 1997.
- HÖPPE, P. R. A universal index for the assessment of the thermal environment: the physiological equivalent temperature PET. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 261-266, 2000.
- HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 71-75, 1999.
- HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. Determining lines of equal comfort. *ASHVE Transactions*, 29, 1923.

- HUMPHREYS, M. A. Outdoor temperatures and comfort indoors. *Building Research and Practice*, 6, p. 92-105, 1978.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, 1975.
- ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report 2006 of ISB Commission 6 on the Development of a Universal Thermal Climate Index UTCI*. Geneva, ISB Commission 6, 2006.
- ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report for 2003*. Geneva, ISB Commission 6, 2003.
- ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). Meeting Report, June 7-8, 2001, Freiburg, Germany. Freiburg, ISB Commission, 2001.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION). *ISO 7243*. Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. Geneva: ISO, 2017.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7933*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Geneva: ISO, 2004.
- JENDRITZKY, G. Selected questions of topical interest in human bioclimatology. *International Journal of Biometeorology*, 35, 3, p. 139-150, 1991.
- JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. Klimatologische Probleme - ein einfaches Verfahren zur Vorhersage der Wärmebelastung. *Zeitschrift für angewandte Bäder und Klimaheilkunde*, 26, 1, p. 37-43, 1979.
- JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R.; HAVENITH, G. UTCI - why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56, 3, p. 421-428, 2012.
- JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*. Final Report COST Action 730, Freiburg, 2009.
- JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W. A model analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Archives for meteorology, geophysics, and bioclimatology, Series B*, 29, p. 313-326, 1981.
- MAAROUF, A.; BITZOS, M. *Windchill indices: a review of science, current applications and future directions for Canada*. Meteorological Service of Canada, Environment Canada, 2000.

- MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. *Environment Canada*, CLI 1-79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service, 1979.
- MAYER H.; HÖPPE P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38, p. 43-49, 1987.
- MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H. E.; LADELL, W. S. S.; SCOTT, J. W.; THOMSON, M. L.; WEINER, J. S. *The prediction of the physiological effects of warm and hot environments*. Medical Research Council Report 47/391. Londres, 1947.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). *NR15 Atividades e operações insalubres*, Anexo 3 - Limites e tolerância para exposição ao calor. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978.
- MISSENARD, A. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: *Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation*. Paris: Librerie de l'Enseignement Technique, p. 131-185, 1933.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- OSCZEWSKI, R. J. Understanding windchill. *Internet Workshop on Windchill*, April 3-7, 2000. Toronto: Meteorological Service of Canada - Environment Canada, 2000a.
- OSCZEWSKI, R. J. Windward cooling: an overlooked factor in the calculation of wind chill. *Bulletin of American Meteorological Society*, 81, p. 2975-2978, 2000b.
- SIPLE, P. A.; PASSEL C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 1, 177-199, 1945.
- SMITH, F. E. Indices of heat stress. *Medical Research Council*, Memo 29, 1958.
- STEADMAN, R. G. A universal scale of apparent temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, p. 1674-1687, 1984.
- SZOKOLAY, S. V. Use of the new effective temperature: ET* in practice. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.
- THOM, E. C.; BOSEN, J. F.; The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 2, p.57-60, 1959.

- VERNON, H. M.; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *The Journal of Hygiene*, 32, p. 431-462, 1932.
- VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; DAULL, F. Required sweat rate as an index of thermal strain in industry. In: CENA, K.; CLARK, J. A. (eds) *Bioengineering, thermal physiology and comfort*. Elsevier, Amsterdam, p. 99-110, 1981.
- WEBB, C. G. Thermal discomfort in an equatorial climate. A monogram for the equatorial comfort index. *Journal of the IHVE*, 27, p. 10, 1960.
- WEBB, C. G. An analysis of some observations of thermal comfort in an equatorial climate. *British Journal of Industrial Medicine*, 16, p. 297-310, 1959.
- WILLIAMSON, S. P. (coord). *Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation and improvement projects*. Washington: Office of The Federal Coordinator for Meteorological Services And Supporting Research, 2003.
- WINSLOW, C. E. A.; HERRINGTON, L. P.; GAGGE, A. P. Relations between atmospheric conditions, physiological reactions and sensations of pleasantness. *American Journal of Hygiene*, 26, 1, p. 103-115, 1937.
- WOJTACH, B. *UTCI calculator*. Institute of Meteorology and Hydrology, Warsaw, 2012. <http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php>. Acesso em 01/08/2017.
- YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16, p. 302-16, 1957.

5. Correlações, regressões, modelagens e verificações

5.1. Considerações iniciais

Este capítulo considera inicialmente as correlações entre variáveis subjetivas, pessoais e ambientais coletadas nos levantamentos de campo do Bairro da Luz e da Avenida Paulista, entre 2007 e 2010. Em seguida, propõe-se modelagem estabelecida por meio da correlação das diversas variáveis ambientais e pessoais com as respostas subjetivas.

Ressalta-se que, com relação à base empírica, os métodos de Monteiro (2008) apresentam caráter eminentemente laboratorial, similar aos desenvolvidos por Givoni e Noguchi (2000, 2002, 2004), mas com amostragem maior em Monteiro (2008). Nesta pesquisa, o caráter é de levantamentos de campo, mais similares ao de Nikolopoulou (1998, 2002, 2004), mas com correlações estabelecidas principalmente com base em resultados medidos *in loco*, e não a partir de dados meteorológicos, conforme proposto por Nikolopoulou.

Serão consideradas ainda verificações teóricas e possíveis extrapolações, por meio do modelo de balanço termofisiológico que apresentou os melhores resultados na verificação comparativa do capítulo anterior, o modelo MENEX, de Blazejczyk (1996), e seu índice interpretativo de carga térmica (HL), também proposto por Blazejczyk (2002).

Por fim, a modelagem proposta é verificada considerando-se os dados empíricos levantados também em situações urbanas reais no Cambuci, Bela Vista, Vila Mariana, Vila Olímpia, Berrini, Santo Amaro, Avenida Paulista e República, levantados de 2011 a 2015.

5.2. Correlações: variáveis subjetivas, pessoais e ambientais

São consideradas aqui as relações estabelecidas entre variáveis ambientais e pessoais com as respostas subjetivas de percepção de sensação térmica e de conforto.

A tabela a seguir apresenta os resultados de correlação das variáveis ambientais e pessoais com as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e de sensação de conforto.

Na tabela, tem-se que: Sens = percepção de sensação térmica; Conf = sensação de conforto térmico; t_{ar} = temperatura do ar, em °C; ur = umidade relativa do ar, em %; ua = umidade absoluta, em g/kg; v_{ar} = velocidade do ar, em m/s; t_{rm} = temperatura radiante média, em °C; t_g =

temperatura de globo, em °C; M = metabolismo, em met; I_{cl} = resistência térmica da roupa ao calor sensível, em clo.

Tabela 5-1: Correlação entre as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e de conforto e as variáveis ambientais e pessoais, para os dados levantados em campo

variável	Sens	Conf	t_{ar}	t_g	t_{rm}	ur	ua	v_{ar}	M	I_{cl}
Sens	-	0,91	0,81	0,85	0,79	-0,80	0,25	0,57	-0,19	-0,57
Conf	0,91	-	0,81	0,86	0,80	-0,73	0,37	0,65	-0,25	-0,64

Na sequência, a próxima tabela apresenta, a título de comparação, os resultados apresentados por Monteiro (2008) para a correlação das variáveis ambientais e pessoais com as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica, levantadas laboratorialmente.

Os resultados para as sensações de conforto foram obtidos a partir da correlação dos valores dessas com os valores em módulos das percepções de sensação térmica. Observa-se a significativa correlação dessas com as sensações de conforto (0,98), indicando que, quanto maior o afastamento da neutralidade térmica, maior a sensação de desconforto e a intolerância ao ambiente.

As correlações com as variáveis subjetivas de sensação de conforto não foram, assim, estabelecidas, pois, naquele trabalho, a correlação entre a sensação térmica e a sensação de conforto era próxima à unidade e, desta forma, não seriam feitas considerações acerca da sensação de conforto, assumindo-se, simplificadamente, que, quanto mais próximo da neutralidade térmica, mais próximo se estaria da sensação de conforto.

Tabela 5-2: Correlação entre as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e as variáveis ambientais e pessoais, para os dados levantados laboratorialmente

variável	Sens	Conf	t_{ar}	t_g	t_{rm}	ur	ua	v_{ar}	M	I_{cl}
Sens	-	0,98	0,73	0,93	0,89	-0,80	0,22	0,06	0,00	-0,44

Observa-se que a correlação entre as variáveis subjetivas de percepção de sensação térmica e a de percepção de conforto, para os casos levantados em campo, é ainda bastante significativa, mas mais distante da unidade (0,91). Desta forma, deve-se considerar as relações específicas entre essas variáveis, a fim de averiguar a possibilidade de desvio da sensação de conforto com relação à sensação térmica de neutralidade.

Quanto às correlações com todas as demais variáveis, observa-se que, tanto em relação à percepção de sensação térmica, quanto à percepção de sensação de conforto, os resultados são bastante similares.

Com relação às variáveis ambientais, observam-se correlações significativas com a temperatura do ar (0,81 e 0,81), temperatura radiante média (0,79 e 0,80) e temperatura de globo (0,85 e 0,84). Essa última apresenta maior correlação, por considerar a temperatura do ar, a velocidade do ar e a radiação térmica. Vale ressaltar que os resultados apresentados foram obtidos com globos pintados de cinza, conforme ISO 7726 (1998). Considerando-se os resultados encontrados na Cidade Universitária, verifica-se que a correlação é mais baixa para a variável temperatura do ar (0,73), mas consideravelmente mais alta para as variáveis temperatura radiante média (0,89) e temperatura de globo (0,93). A maior correlação dessas variáveis deve-se, provavelmente, ao fato de que laboratorialmente as condições de maior ou menor exposição à radiação solar eram controladas.

Essas questões serão verificadas por meio de proposições de correlação das respostas subjetivas com os valores de temperatura de globo, uma vez que essa variável apresentou os resultados mais significativos entre todas as variáveis ambientais e, ainda, possibilita a facilidade de predição para os casos em que houver levantamentos *in loco*, já que se faz necessária apenas a medição de uma variável, que considera de forma integrada as trocas convectivas e radiantes.

A variável velocidade do ar, no caso dos levantamentos laboratoriais, apresenta correlação não significativa, devido ao fato dessa ter variado sobremaneira nas mais diversas situações ambientais, de frio ou de calor. Já nos levantamentos em campo, observam-se correlações mais significativas, mas que indicam apenas o comportamento da variação da velocidade do ar em situações quentes ou frias, e não necessariamente que em situações de calor maiores velocidades do ar seriam desejáveis e, em situações de frio, velocidades menores. Isso se deve ao fato de que as correlações são positivas, ou seja, pelos resultados encontrados, quanto maior a velocidade do ar, tem-se uma sensação térmica de mais calor e um maior grau de desconforto. Considerando os dados levantados, observa-se que, em verdade, as situações com maiores velocidades do vento acontecem em situações mais quentes. É importante ressaltar que, em situações de muito calor, em que a temperatura do ar seja maior do que a da superfície exposta

da pele ou da roupa, o aumento da velocidade do ar acarreta ganho de calor por convecção. Contudo, verifica-se que esse tipo de situação não ocorreu. Assim, como não existe no levantamento uma sistemática para a confrontação de situações com maiores e menores velocidade do vento, as correlações encontradas acabam por refletir apenas a realidade da amostra, e não as variações passíveis de serem encontradas.

Com relação à umidade, assim como verificado no caso laboratorial, a umidade relativa apresenta significativa correlação negativa, com valores de -0,80 e -0,73 para o caso da base empírica em situações urbanas reais. A consideração direta dessa informação pode levar à falsa interpretação de que umidades relativas mais elevadas levam a sensações mais intensas de frio. Contudo, deve-se observar que a umidade relativa apresenta alta correlação negativa com a temperatura do ar, aproximando-se da unidade, uma vez que, levando-se em consideração que a umidade absoluta é mais ou menos constante durante um período, quanto maior a temperatura do ar, menor a umidade relativa. Assim, a correlação obtida para umidade relativa é devida à variação da temperatura do ar. Conforme pode ser observado, as correlações com a umidade absoluta são muito pouco significativas (0,25 e 0,37), corroborando a afirmação de que os resultados da umidade relativa se devem a variação na temperatura do ar.

Considerando-se as variáveis pessoais, no caso laboratorial, não havia correlação com o metabolismo, dado que o valor desse foi arbitrado e mantido constante. No caso dos levantamentos em campo, considerando os resultados médios em cada situação microclimática, as correlações não são significativas, indicando que maiores ou menores esforços físicos podem se dar em situações mais quentes ou mais frias e não necessariamente implicar em desconforto. Essa consideração geral, realizada com base em valores médios que não se diferenciam muito, entre 1,2 e 2,5 met, será verificada detidamente na consideração das taxas metabólicas, considerando o intervalo de variação para os dados pessoais levantados, entre 1,0 e 5,8 met.

O isolamento da roupa apresentou correlações um pouco mais significativas, mas ainda comparativamente baixas: -0,57 com a sensação térmica e -0,64 com o conforto térmico, indicando que, ainda que se prefira outra sensação térmica, não foi possível variar muito o isolamento da roupa dentro da amostra considerada. Contudo, apesar de baixas correlações, essas são negativas, indicando que sensações térmicas de calor levam à retirada de peças de vestuário e consequente diminuição do isolamento da roupa. Verifica-se também que, com relação à sensação de conforto, em situações em que estão com mais roupas, as pessoas tendem a estar mais confortáveis, apontando para o fato de que é mais fácil, no caso da realidade climática levantada, contornar a sensação de frio por meio do aumento do isolamento da roupa

do que contornar a situação de calor, em que a retirada de peças de roupa por vezes não é mais possível. A questão do isolamento da roupa será considerada com mais detalhes posteriormente.

A seguir, são apresentados os estudos de correlação para a predição de sensação, considerando as diversas variáveis envolvidas.

5.3. Modelagem numérica para avaliação preditiva

São apresentados aqui os estudos de correlação de múltiplas variáveis para a predição de sensação térmica. Serão consideradas regressões múltiplas lineares, discutindo-se a aplicabilidade dos resultados com base nos resultados estatísticos observados. Verifica-se ainda a base empírica levantada em campo por meio da base de dados laboratoriais, visando observar as relações existentes entre as bases empíricas estabelecidas em situações urbanas reais e de forma laboratorial. Uma nova base empírica levantada em campo é considerada para verificação dos resultados correlativos, conforme apresentado no início deste capítulo.

5.3.1. Regressão para as situações ambientais e valores médios

É apresentada a seguir a regressão linear múltipla realizada para os valores médios alcançados nas situações ambientais levantadas em campo.

O estabelecimento da equação, obtida por regressão linear múltipla, foi realizado observando-se quarenta e quatro conjuntos de dados, considerando-se os valores médios obtidos para as situações urbanas consideradas. A equação seguinte foi obtida em função das quatro variáveis ambientais.

$$E5-1 \quad \text{Sens} = -8,346 + 0,465 \cdot t_{ar} + 0,142 \cdot t_{rm} + 0,0261 \cdot ur - 0,338 \cdot v_{ar}$$

$$\text{com: } r = 0,946; r^2 = 0,894; r^2_{aj} = 0,883; ep = 0,321; p < 0,001$$

onde:

r = coeficiente de correlação, adimensional;

r^2 = coeficiente de determinação, adimensional;

r^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado, adimensional;

ep = erro padrão, adimensional;

p = nível de significância, adimensional.

A correlação entre os resultados da equação e os dados observados (0,946) é alta, sendo superior à correlação de todos os modelos estudados. O erro padrão (0,321) é relativamente baixo, dados os valores que a sensação térmica assume. Considerando-se o valor que se assume tradicionalmente para p ($p < 0,05$), o valor encontrado ($p < 0,001$) indica que aparentemente todas as variáveis contribuem efetivamente para a predição da variável dependente. Ressalta-se que a regressão realizada passou nos testes de normalidade ($P = 0,603$) e de variância constante ($P = 0,755$).

A tabela a seguir apresenta os resultados para a constante da equação e cada variável considerada.

Tabela 5-3: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes

	c	ep	t	p	VIF
constante	-8,346	1,479	-5,644	<0,001	
t_{ar}	0,465	0,0779	5,967	<0,001	56,230
t_{rm}	0,142	0,0537	2,641	0,012	35,235
ur	0,0261	0,00994	2,620	0,012	9,581
v_{ar}	-0,338	0,103	-3,277	0,002	2,568

Onde: c = coeficiente; ep = erro padrão; t = valor estatístico t; p = nível de significância; VIF = fator de inflação da variância; todos adimensionais.

O valor estatístico t testa a hipótese nula de que o coeficiente da variável independente é igual a zero, ou seja, que ela não contribui para a predição da variável dependente. O valor de t é a razão entre o coeficiente de regressão e o seu erro padrão. Os valores de p apresentados referem-se à predição da variável dependente por combinação linear das variáveis independentes. Considerando-se, assim, o valor já citado que se assume tradicionalmente para p ($p < 0,05$), pode-se afirmar que a variável dependente pode ser predita por combinação linear das variáveis independentes ($p < 0,001$ a $p = 0,012$).

Contudo, pode-se observar que há multicolinearidade entre as variáveis independentes, por meio dos elevados valores de VIF encontrados para temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa. Tradicionalmente se adota $VIF < 4$, sendo que, quando VIF é igual à unidade, não há redundância nas outras variáveis independentes. No caso específico, para eliminar a colinearidade, há duas possibilidades: obter mais dados ou eliminar uma ou mais variáveis da equação, dentre as que apresentaram elevados valores de VIF.

Como o valor de p das variáveis temperatura radiante média e umidade relativa do ar é consideravelmente mais alto do que o da temperatura do ar, essas variáveis deveriam ser retiradas da análise. Contudo, como o objetivo da modelagem não é simplesmente descrever a amostra encontrada, mas sim fornecer a possibilidade de predição de outras situações, não haveria benefício em fornecer equação que não considerasse tais variáveis, uma vez que, com base em dados laboratoriais, já foi estabelecida equação com as quatro variáveis.

Os resultados estatísticos da equação encontrada podem ser explicados por uma questão conceitual e por um fenômeno físico. Em primeiro lugar, a colinearidade entre a temperatura do ar e umidade relativa, que foi também constatada nos dados empíricos laboratoriais, deve-se ao fato de a umidade relativa variar em função da temperatura do ar, por definição.

Em segundo lugar, a colinearidade entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média deve-se ao fato de os levantamentos se darem em situações urbanas reais, sem controle específico das variáveis. Assim, dado a característica dos espaços urbanos levantados, temperaturas radiantes mais altas acabam por gerar temperaturas do ar também mais altas.

Essa questão não foi verificada nos levantamentos laboratoriais, uma vez que, devido exatamente ao seu caráter laboratorial, estabeleceram-se situações com maior grau de controle, em que se tinha a mesma temperatura do ar, mas com temperaturas radiantes médias distintas.

A título de comparação, a tabela seguinte mostra os resultados de análise de variância encontrados para o levantamento de campo (44 situações ambientais) e para o levantamento laboratorial (72 situações ambientais) com quatro e três variáveis dependentes.

Tabela 5-4: Análise de variância para as regressões realizadas

	DF	SS	MS	F	p
regressão	4	33,866	8,467	82,261	<0,001
resíduo	39	4,014	0,103		
total	43	37,880	0,881		
regressão	4	46,667	11,667	117,44	<0,001
resíduo	67	6,656	0,0993		
total	71	53,323	0,751		
regressão	3	46,505	15,502	154,61	<0,001
resíduo	68	6,818	0,1		
total	71	53,323	0,751		

onde: DF = grau de liberdade; SS = soma dos quadrados; MS = razão entre SS e DF; F = teste estatístico F; p = nível de significância; todas adimensionais.

Por meio do teste estatístico F, que considera a razão entre os quadrados médios MS_{reg} e MS_{res} (sendo que MS é a razão entre a soma dos quadrados SS e o grau de liberdade DF), observa-se um maior valor para a regressão realizada com os dados laboratoriais, em relação aos dados dos levantamentos de campo, uma vez que essa amostra é menor.

Observa-se, ainda, que o resultado dos dados laboratoriais, com três variáveis (sem a umidade relativa), indica que as variáveis independentes consideradas contribuem mais significativamente para a predição da variável dependente do que quando consideradas juntamente com a variável umidade relativa. Ressalta-se que a umidade relativa foi naquele momento considerada por meio analítico, utilizando-se os dados de umidade absoluta, conforme pode ser verificado em Monteiro (2008).

Se, por um lado, a questão da umidade relativa já havia sido elucidada em Monteiro (2008), verifica-se agora especificamente a questão da temperatura radiante média. Essa questão ressalta a importância de se escolher situações ambientais em que, na medida do possível, apenas uma variável se altere, possibilitando assim a verificação comparativa das situações. Ainda que nesta pesquisa tenham sido escolhidas situações urbanas com tipologias bem distintas, não se conseguiu obter as variações necessárias. Por outro lado, essa característica leva à consideração possível das diversas variáveis de forma integrada, por meio da temperatura de globo, conforme já indicado anteriormente. Essa consideração será apresentada em item posterior.

5.3.2. Regressão dos dados considerados individualmente

É considerada aqui a regressão de 858 dados observados individualmente, visando confirmar os resultados encontrados para os valores médios considerados e ainda comparar os resultados com os das modelagens propostas para diferentes cidades da Europa, com base em dados de estações meteorológicas, apresentados por Nikolopoulou (2004), e para a própria cidade de São Paulo, com base em dados laboratoriais, apresentados por Monteiro (2008).

Assim, apresenta-se a regressão linear múltipla com quatro variáveis independentes para a totalidade de 858 casos observados.

E5-2 $\text{Sens} = -8,321 + 0,435 \cdot t_a + 0,116 \cdot t_{rm} + 0,0270 \cdot ur - 0,327 \cdot v_a$

com: $r = 0,667$; $r^2 = 0,445$; $r^2_{aj} = 0,442$; $ep = 1,040$; $p < 0,001$

Observa-se que, considerando os valores assumidos pela variável percepção de sensação térmica (Sens), o erro padrão é bastante significativo, pois indica uma variação de toda uma faixa interpretativa, já que a mudança de interpretação na sensação térmica se dá por meio da unidade.

A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados estatísticos para a constante da equação e cada variável considerada.

Tabela 5-5: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes

	c	ep	t	p	VIF
constante	-8,321	0,912	-9,129	<0,001	
t_{ar}	0,435	0,0497	8,749	<0,001	50,212
t_{rm}	0,116	0,0338	3,442	<0,001	31,799
ur	0,0270	0,00600	4,494	<0,001	7,945
v_{ar}	-0,327	0,0666	-4,907	<0,001	2,435

Apesar da consideração realizada com base no erro padrão, que indica a dispersão das respostas subjetivas, algumas colocações podem ser feitas.

Conforme já se verificou para o estudo realizado para os resultados médios das quarenta e quatro situações microclimáticas, o valor estatístico t indica que os coeficientes da constante e das variáveis independentes contribuem para a predição da variável dependente. Com relação aos valores de p, eles são ainda mais significativos (todos <0,001), indicando a predição da variável dependente por combinação linear das variáveis independentes.

Contudo, assim como já verificado, pode-se observar que há multicolinearidade entre as variáveis independentes, por meio dos elevados valores de VIF encontrados para temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa. O valor tradicional de $VIF < 4$, assim como $VIF = 1$ indicando ausência de redundância, já foram apresentados, assim como os meios para eliminar a colinearidade.

Na sequência, apresenta-se tabela com análise de variância, para a regressão recém-realizada (858 dados) e para as regressões realizadas para a base empírica laboratorial, com o conjunto mais restrito de situações (876 dados) e conjunto mais abrangente de situações (1750 dados).

Observa-se na referida tabela que, por meio do teste estatístico F, tem-se um valor mais elevado para a regressão realizada com os dados laboratoriais, mesmo considerando o conjunto mais restrito de situações, com apenas 876 dados, amostra similar à utilizada na regressão dos dados levantados em campo, com 858 dados. A ampliação da base de dados laboratoriais para 1750 dados proporciona, conforme esperado, um valor ainda mais elevado.

Tabela 5-6: Análise de variância para a regressão com quatro variáveis independentes

	DF	SS	MS	F	p
regressão	4	741,191	185,298	171,248	<0,001
resíduo	854	924,068	1,082		
total	858	1665,259	1,941		
regressão	4	501,163	125,291	263,699	<0,001
resíduo	871	413,836	0,475		
total	875	914,999	1,046		
regressão	4	1113,8	278,45	655,57	<0,001
resíduo	1745	740,76	0,425		
total	1749	1854,6	1,061		

A seguir, é considerada a análise comparativa com os resultados encontrados em pesquisas semelhantes realizadas por Nikolopoulou (2004) e Monteiro (2008).

5.3.3. Comparação com resultados de outros modelos

A tabela seguinte apresenta o resultado da correlação do modelo recém-considerado com os dados observados nesta pesquisa e os resultados das correlações dos modelos propostos por Nikolopoulou (2004) e Monteiro (2008), obtidos a partir de dados observados respectivamente em sete cidades europeias (Atenas, Milão, Kassel, Tessalônica, Cambridge, Sheffield e Friburgo) e na cidade de São Paulo.

Tabela 5-7: Correlação de diversos modelos com seus respectivos dados observados

Cidade	r
Atenas	0,27
Milão	0,44
Kassel	0,48
Tessalônica	0,51
Cambridge	0,57
Sheffield	0,58
Friburgo	0,68
São Paulo	0,72

Tabela 5-8: Correlação de conjuntos específicos de dados na cidade de São Paulo

São Paulo	r
conjunto mais restrito de situações na Cidade Universitária (876 dados)	0,73
conjunto mais abrangente de situações na Cidade Universitária (1750 dados)	0,77
conjunto de levantamentos no Bairro da Luz (858 dados)	0,67
conjunto de levantamentos na Avenida Paulista (733 dados)	0,70
conjunto de levantamentos no Bairro da Luz e na Avenida Paulista (1591 dados)	0,68
conjunto total de levantamentos (3341 dados)	0,72

Segundo Nikolopoulou (2004), em cada cidade europeia foram aplicados cerca de mil questionários – Atenas: 1503, Milão: 1173, Kassel: 824, Tessalônica: 1813, Cambridge: 948, Sheffield: 1008, Friburgo: 1920; quantidade próxima à realizada no conjunto de levantamentos na cidade de São Paulo por Monteiro (2008), e também próxima à realizada nesta pesquisa (858 e 733 questionários). Contudo, algumas colocações devem ser feitas.

As correlações apresentadas por Nikolopoulou (2004) são baseadas em dados de estação meteorológica, portanto, resultados menos significativos são esperados. Observa-se ainda que os resultados dos levantamentos realizados laboratorialmente contemplam, respectivamente, 36 e 72 situações distintas, com aproximadamente 25 questionários em cada situação. Ainda que não se tenham dados do número de situações consideradas nos estudos nas cidades europeias, o

número de situações ambientais levantadas na Cidade Universitária é possivelmente mais restrito, assim como o número de situações levantadas no Bairro da Luz e na Avenida Paulista. Contudo, deve-se ter em mente que, se por um lado os levantamentos da Cidade Universitária tinham caráter laboratorial, indicando claramente resultados correlativos mais satisfatórios, os novos levantamentos foram realizados em situações urbanas reais, assim como os de Nikolopoulou (2004).

Deve-se considerar que para as equações das cidades europeias não foram divulgados outros valores estatísticos senão a correlação da equação com os dados observados. Deve-se ressaltar que algumas equações apresentadas para as cidades europeias fornecem resultados que, considerados fora de contexto, objetivando predições da sensação térmica, aparentemente não são condizentes com a realidade comumente observada, servindo para descrever amostras específicas, mas não como modelos preditivos de novas situações urbanas, ferramenta imprescindível na área do ambiente construído.

Como consideração comparativa final, pode-se dizer que a correlação encontrada para o caso específico da cidade de São Paulo (0,68 para levantamentos em situações urbanas reais) está no limite superior da faixa de valores encontrada para as cidades europeias (de 0,27 a 0,68).

5.3.4. Considerações acerca das regressões realizadas

As regressões realizadas consideraram os valores médios das situações ambientais e a totalidade dos conjuntos de dados individualmente. Optou-se por continuar a verificação da modelagem por meio dos valores médios.

Os valores médios das situações ambientais são representativos, pois são esses valores que os modelos preditivos se propõem a fornecer. Verificações posteriores devem considerar a dispersão desses valores, assim como a porcentagem de satisfeitos e insatisfeitos, levando em conta os dados individuais de percepção de sensação de conforto, para melhor descrever as situações levantadas e seus consequentes resultados.

Deve-se observar ainda que a consideração de valores médios facilita a comparação dos resultados encontrados com os dos demais modelos simulados nesta pesquisa, além de propiciar a verificação das considerações relativas às variáveis pessoais e facilitar a visualização de dados por regressões não lineares. Nesse caso, deve-se ter em mente que o resultado médio de cada situação contém em si um erro padrão, e que as correlações assim obtidas dizem respeito a

situações ambientais levantadas e seus respectivos valores médios de percepção de sensação térmica.

A seguir, serão consideradas as verificações específicas para as variáveis taxa metabólica e resistência térmica da roupa. Na sequência, será considerada a questão da adaptação climática considerada por meio da temperatura média mensal, ou da temperatura média dos 30 dias anteriores. Por fim, serão consideradas regressões não lineares e a proposição de modelagem baseada em temperatura de globo, visando a realização de levantamentos empíricos de forma simplificada e facilitando a determinação *in loco* das condições de conforto térmico.

5.4. Verificação de variáveis relativas aos indivíduos

Para a verificação das variáveis taxa metabólica e resistência térmica da roupa, será considerada a proposição da equação que fornece valores de temperatura equivalente. Assumiram-se para o ambiente de referência: temperatura radiante média igual à temperatura do ar ($t_{rm} = t_{ar}$), velocidade do ar aproximadamente igual a zero ($v_{ar} \sim 0$ m/s) e umidade relativa de cinquenta por cento ($ur = 50\%$).

Baseando-se nessas assunções, a relação entre a temperatura equivalente e as sensações previstas pela equação determinada com a base laboratorial é a seguinte.

$$E5-3 \quad TEP = 23,395 + 7,639 \cdot \text{Sens}$$

Nos subitens a seguir serão verificadas as variáveis citadas, por meio do índice de temperatura equivalente percebida (TEP).

5.4.1. Taxa metabólica

Para a verificação da alteração das taxas metabólicas na temperatura equivalente percebida (TEP), Monteiro (2008) realiza simulações por meio de modelagem adaptada a partir de Blazejczyk (1996), Vogt *et al.* (1981) e Dominguez *et al.* (1992). Foi considerada toda a faixa de aplicação do índice TEP compreendida entre os seus valores-limite: $t_{ar} = 15 \sim 33$ °C; $t_{rm} = 15 \sim 66$ °C; $ur = 30 \sim 95\%$; $v_{ar} = 0,1 \sim 3,6$ m/s e $I_{cl} = 0,3 - 1,2$ clo. Foram feitas simulações com incrementos de $t_{ar} = 3$ °C; $t_{rm} = 6$ °C; $ur = 15\%$; $v_{ar} = 0,5$ m/s e $I_{cl} = 0,25$ clo. Os seguintes ajustes foram feitos: para t_{rm} considerou-se até o valor de 69 °C; para ur iniciou-se em 35%; e para I_{cl} iniciou-se em 0,25 clo e finalizou-se em 1,25 clo; garantindo-se a integridade dos

intervalos. Garantiu-se ainda a coincidência com os valores da t_{ar} , no caso da t_{rm} , e com os valores comumente empregados, no caso da u_r e do I_{cl} . Realizando-se todas as possibilidades combinatórias dessas variáveis (7 valores de t_{ar} , 10 de t_{rm} , 5 de u_r , 8 de v_{ar} e 5 de I_{cl}), totalizaram-se 14 mil simulações para cada taxa metabólica, determinando os valores teóricos de TEP que proporcionam a mesma sensação térmica em diferentes atividades.

Os valores encontrados nas simulações são apresentados na tabela a seguir. Observando a tabela, para taxas metabólicas de 1,0 e 2,0 met, o erro estimado é igual ou menor a 0,1 °C. Para 2,4 met, o erro estimado é da ordem de 0,5 °C. Nos casos de taxas metabólicas mais elevadas, verifica-se que os erros estimados são crescentes, mesmo em faixas de aplicabilidade mais restritas.

Tabela 5-9: Resumo dos resultados das simulações para determinação do índice TEP em função de diferentes taxas metabólicas

atividade	sentado	em pé	andando				
velocidade da pessoa (m/s)	-	-	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7
velocidade da pessoa (km/h)	-	-	3,2	4	4,7	5,4	6,1
taxa metabólica (met)	1	1,3	2,0	2,4	2,6	3,0	3,5
TEP considerado (°C)	12~45	12~45	12~39	12~39	15~36	15~36	15~36
correção (°C)	-1,5	0,0	3,5	5,7	7,7	13,5	20,4
erro estimado (°C)	± 0,0	± 0,0	± 0,1	± 0,5	± 0,8	± 2,0	± 3,3

Considerando-se que, para a atividade metabólica de 2,4 met o erro estimado de 0,5 °C seja aceitável, propôs-se a seguinte linearização dos valores encontrados para atividade entre 0,0 e 2,4 met.

$$E5-4 \quad \Delta TEP = -6,648 + 5,118 \cdot M$$

onde:

ΔTEP = variação na temperatura equivalente percebida, em °C.

Para a faixa de valores proposta, a equação apresenta correlação de 1, portanto com r^2 também igual 1, e r^2 ajustado de 0,999. O erro padrão é 0,080 e a significância de $p < 0,001$. Em termos práticos, a linearização proposta mantém a correção dos valores compreendidos entre 1,0 e 2,0

met. Para o valor de 2,4 met, a equação prediz um valor de 5,6 °C, quando o correto seria 5,7 °C. Como o erro estimado para os resultados dessa taxa metabólica já era de 0,5 °C, no pior dos casos, ainda que improvável, o erro acumulado teórico seria de 0,6 °C.

De forma sucinta, seguindo os resultados das simulações e a consequente formulação obtida por regressão linear dos resultados, apresenta-se a tabela a seguir como valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP, para as atividades físicas levantadas em campo.

Tabela 5-10: Valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP

atividade	taxa metabólica (met)	ΔTEP (°C)	$\Delta Sens$
sentado	1,0	-1,5	-0,20
em pé, com pouca atividade	1,3	0,0	0,00
locomovendo-se lentamente	1,6	1,5	0,20
andando relaxadamente (3,2 km/h)	2,0	3,5	0,46
caminhando normalmente (4,0 km/h)	2,4	5,7	0,75
correndo (8,0 km/h)	5,8	*	*

* Valores não definidos por meio das simulações computacionais

Os valores da variação de percepção de sensação térmica ($\Delta Sens$) foram definidos conforme equação seguinte.

$$E5-5 \quad \Delta Sens = 0,1309 \cdot \Delta TEP$$

Essas considerações, relativas à variação de percepção de sensação térmica em função das simulações computacionais realizadas, são verificadas aqui frente aos dados levantados em campo. Considerando 858 dados levantados, apenas 14 (1,6%) dizem respeito a situações de pessoas correndo, em que se tem atividade física de 5,8 met. Assim, uma vez que essa taxa metabólica não foi prevista pelo modelo recém-apresentado, e apresenta uma amostra muito pequena, não será considerada nesta verificação.

Dos conjuntos de dados restantes, 83 (10,1%) dizem respeito a pessoas sentadas (1,0 met), 145 (16,9%) a pessoas em pé (1,3 met) e 613 (71,4%) a pessoas andando (de 1,6 a 2,4 met, em média 2,0 met). Os resultados desses tipos de atividade física, considerados de forma ponderada

em relação ao número de observações verificada em cada uma das quarenta e quatro situações microclimáticas, são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 5-11: Resultados médios de sensação térmica por taxa metabólica obtidos em campo

	atividade	taxa metabólica (met)	Δ Sens prevista	Sens média	desvio padrão	Δ Sens verificada
0	sentado	1,0	-0,20	0,86	$\pm 1,13$	-0,09
1	em pé	1,3	0,00	0,97	$\pm 1,29$	0,00
2	andando	2,0	0,46	1,19	$\pm 1,43$	0,22

Considerando os resultados apresentados na tabela, e a relação entre a variação na percepção de sensação térmica e a variação na temperatura equivalente percebida, verifica-se a seguinte regressão linear simples ($r^2 = 0,9996$), considerando-se que a temperatura equivalente percebida de referência é a observada para a atividade em que as pessoas estão em pé e paradas.

$$E5-6 \quad \Delta TEP = -3,121 + 2,405 \cdot M$$

A figura a seguir apresenta, comparativamente, a variação na temperatura equivalente percebida prevista pelas simulações computacionais e a observada em campo.

Figura 5-1: Δ TEP prevista e verificada em função da taxa metabólica

A tabela a seguir reapresenta as situações inicialmente consideradas, com os valores verificados em campo.

Tabela 5-12: Novos valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP

atividade	taxa metabólica (met)	ΔTEP (°C)	$\Delta Sens$
sentado	1,0	-0,7	-0,09
em pé, com pouca atividade	1,3	0	0
locomovendo-se lentamente	1,6	0,7	0,09
andando relaxadamente (3,2 km/h)	2,0	1,7	0,22
caminhando normalmente (4,0 km/h)	2,4	2,7	0,35

Pode-se verificar que a variação na percepção de sensação térmica, e consequentemente a variação da temperatura equivalente percebida, é consideravelmente menor do que o previsto nas simulações, sendo sempre inferior à metade do valor previsto. Para a verificação dos resultados com a nova base empírica, apresentam-se a seguir os resultados obtidos.

Tabela 5-13: Resultados médios de sensação térmica por taxa metabólica obtidos em campo pelos novos levantamentos

	atividade	taxa metabólica (met)	$\Delta Sens$ prevista	Sens média	desvio padrão	$\Delta Sens$ verificada
0	sentado	1,0	-0,20	0,89	$\pm 1,10$	-0,10
1	em pé	1,3	0,00	1,04	$\pm 1,22$	0,05
2	andando	2,0	0,46	1,31	$\pm 1,29$	0,24

Correlacionando-se os resultados obtidos com os novos valores referenciais de taxas metabólicas para utilização no cálculo de TEP, observa-se alta correlação (0,98) e muito significativa ($p < 0,001$). Essa verificação é passível de um maior número de observações e, ainda, em outras situações ambientais. Contudo, dentro dos limites em que ela foi realizada, pode-se depreender que a taxa metabólica não é simplesmente uma variável a ser considerada no resultado final das condições microclimáticas, mas, sim, variável condicionada por essas próprias condições, uma vez que, por meio da realização de diferentes atividades, as pessoas se adaptam ao ambiente.

5.4.2. Resistência térmica da roupa

Para a determinação de um modelo para estimativa da resistência térmica da roupa, com base nos dados empíricos levantados laboratorialmente, Monteiro (2008), após testar diversas modelagens, encontrou correlação significativa por meio da seguinte regressão linear simples.

$$E5-7 \quad I_{cl} = 1,203 - 0,0263 \cdot t_{ar}$$

$$com: r = 0,832; r^2 = 0,691; r^2_{aj} = 0,687; ep = 0,067; p < 0,001$$

Tabela 5-14: Resumo estatístico da constante e da variável independente

	c	ep	t	p	VIF
constante	1,203	0,0515	23,373	<0,001	
t_{ar}	-0,026	0,0021	-12,53	<0,001	-

Tabela 5-15: Análise de variância para a regressão linear da variável independente

	DF	SS	MS	F	p
regressão	1	0,711	0,711	156,87	<0,001
resíduo	70	0,317	0,0045		
total	71	1,028	0,0145		

Considerando os resultados previstos pela equação, caso não houvesse restrições culturais, poderia ser adotado o limite, ainda que teórico, de 45,5 °C, no qual se teria $I_{cl} = 0,00$ clo. Considerando-se trajes de banho, para $t_{ar} > 44,0$ °C, tem-se $I_{cl} = 0,05$ clo. Contudo, grosso modo, pode-se colocar que, em situações gerais em espaços abertos, para $t_{ar} > 30,0$ °C, tem-se o limite inferior de $I_{cl} = 0,40$ clo.

Caso se considere a limitação de vestimentas comumente utilizadas em atividades de escritório (calça social, camisa de manga curta, sapatos, meias e roupa íntima), verifica-se que, para $t_{ar} > 26,5$ °C, tem-se $I_{cl} = 0,50$ clo. Assim, para aplicações práticas do modelo proposto, a tabela a seguir apresenta esquematicamente esses limites.

Tabela 5-16: Valores-limite da variável isolamento da roupa, segundo critérios físicos e culturais

limite	t_{ar}	I_{cl}
físico teórico	> 45,5 °C	0,00
para trajes de banho	> 44,0 °C	0,05
para vestimentas usadas em espaços urbanos	> 30,0 °C	0,40
para vestimentas usadas em escritório	> 26,5 °C	0,50

Nos levantamentos realizados, pode-se considerar o valor-limite para vestimentas comumente usadas em espaços urbanos, ainda que se tenha observado valores individuais abaixo desse limite. A tabela a seguir apresenta de forma esquemática os valores previstos, em função da temperatura do ar, e observados de resistência térmica da roupa para as diversas situações microclimáticas levantadas no Bairro da Luz e na Avenida Paulista

Tabela 5-17: Resistência térmica da roupa prevista e observada para as situações ambientais levantadas empiricamente (verão)

local	horário	I_{cl} previsto	I_{cl}	I_{cl}
			Bairro da Luz	Av. Paulista
rua	07:00	0,59	0,50	0,60
	10:00	0,44	0,48	0,57
	13:00	0,41	0,46	0,52
	16:00	0,40	0,49	0,55
	19:00	0,42	0,47	0,59
praça	07:00	0,61	0,47	0,60
	10:00	0,40	0,47	0,57
	13:00	0,40	0,45	0,55
	16:00	0,40	0,47	0,57
	19:00	0,41	0,44	0,56
parque	07:00	0,64	0,41	0,61
	10:00	0,51	0,42	0,58
	13:00	0,43	0,45	0,55
	16:00	0,40	0,45	0,57
	19:00	0,41	*	0,57

(*) levantamento não realizado no Parque da Luz, devido ao seu horário de funcionamento.

Tabela 5-18: Resistência térmica da roupa prevista e observada para as situações ambientais levantadas empiricamente (inverno)

local	horário	I _{cl} previsto	I _{cl} Bairro da Luz	I _{cl} Av. Paulista
rua	07:00	0,74	0,55	0,68
	10:00	0,58	0,49	0,66
	13:00	0,48	0,48	0,66
	16:00	0,60	0,50	0,68
praça	07:00	0,74	0,50	0,67
	10:00	0,59	0,50	0,62
	13:00	0,49	0,49	0,63
	16:00	0,64	0,52	0,67
parque	07:00	0,75	0,50	0,68
	10:00	0,60	0,45	0,66
	13:00	0,50	0,47	0,67
	16:00	0,65	0,50	0,65

Com relação aos dados da tabela, verifica-se correlação de 0,50 ($p < 0,01$) entre o isolamento da roupa previsto e o isolamento da roupa observado para o caso do Bairro da Luz e de 0,58 ($p < 0,01$) para o caso da Avenida Paulista.

Nota-se que, para as condições de verão, o valor mínimo médio observado é de 0,41 e o valor máximo médio observado é de 0,50 para o caso do Bairro da Luz e, respectivamente 0,52 e 0,61 para o caso da Avenida Paulista. Para o inverno, tem-se respectivamente 0,45 e 0,55, e 0,62 e 0,68. Verifica-se que o caso da Avenida Paulista apresenta valores mínimos e máximos maiores do que o caso do Bairro da Luz, entre 0,11 e 0,17.

Ressalta-se que, se considerados apenas os dados de verão, ou apenas os dados de inverno, em ambos os casos se tem correlações não significativas ($p > 0,05$). Isso se deve ao fato de que variações na temperatura do ar não são acompanhadas por respectivas alterações na resistência térmica da roupa, uma vez que há limites na capacidade adaptativa ao longo de um único dia.

A tabela a seguir apresenta resumo dos valores médios por horário, para verão e inverno.

Tabela 5-19: Resistência térmica da roupa prevista e observada para diferentes horários

estação	horário	I_{cl}	I_{cl}	I_{cl}
		previsto	Bairro da Luz	Av. Paulista
verão	07:00	0,61	0,46	0,60
	10:00	0,43	0,46	0,57
	13:00	0,40	0,45	0,54
	16:00	0,40	0,47	0,56
	19:00	0,42	0,45	0,57
inverno	07:00	0,74	0,52	0,68
	10:00	0,59	0,48	0,64
	13:00	0,49	0,48	0,65
	16:00	0,63	0,51	0,67

Observa-se que os resultados médios observados, no Bairro da Luz, para verão são de $0,46 \pm 0,1$ e para inverno são de $0,50 \pm 0,2$; na Avenida Paulista, para verão são de $0,56 \pm 0,2$ e para inverno são de $0,66 \pm 0,2$. Assim, verifica-se que em ambos os casos a variação é menor do que a prevista em função da temperatura do ar. Considerando que a capacidade adaptativa pode ser maior se observadas temperaturas do ar distintas ao longo do período, a tabela a seguir apresenta os resultados para os valores de isolamento médio da roupa ao longo do período levantado para as três situações tipológicas.

Tabela 5-20: Resistência térmica da roupa prevista e observada para diferentes tipologias

estação	local	I_{cl}	I_{cl}	I_{cl}
		previsto	Bairro da Luz	Av. Paulista
verão	rua	0,44	0,48	0,57
	praça	0,41	0,46	0,58
	parque	0,48	0,43	0,59
	média	0,44	0,46	0,57
inverno	rua	0,60	0,50	0,67
	praça	0,61	0,50	0,66
	parque	0,62	0,48	0,67
	média	0,61	0,50	0,67

Verifica-se que a resistência térmica da roupa aparentemente está mais relacionada com a tipologia e os usos de cada local. Observa-se variação maior no período do verão, em que se tem

maior resistência térmica da roupa no caso da rua, onde parte das pessoas tem restrição de uso da roupa devido a atividades de trabalho ($I_{cl} \geq 0,50$, sendo a quantidade de pessoas com vestimentas sociais consideravelmente maior no caso da Avenida Paulista). Verifica-se menor resistência térmica da roupa no caso do parque no Bairro da Luz, onde a grande maioria das pessoas não apresenta tal restrição. O caso da praça, com uso misto de passagem e permanência, apresenta resultado intermediário. No caso de inverno, as diferenças são menos acentuadas, notando-se apenas valor ligeiramente menor no caso do parque no Bairro da Luz. Observa-se ainda que a previsão geral seja bastante acertada para o caso do Bairro da Luz: para verão, apresenta subestimação de apenas 0,02 clo, enquanto a previsão de inverno apresenta superestimação de 0,11 clo. Já o caso da Avenida Paulista apresenta subestimação de 0,13 clo no caso de verão (indicando possivelmente a constrição imposta pelo tipo de vestimenta utilizado pelos trabalhadores da região) e subestimação de apenas 0,05 clo no caso de inverno.

Em suma, verifica-se que a previsão da resistência térmica da roupa, considerando as situações ambientais levantadas e os valores médios encontrados, apresenta alguma correlação ($r^2 = 0,5$ para o caso do Bairro da Luz e $r^2 = 0,58$ para o caso da Avenida Paulista) e significativa ($p < 0,01$). Contudo, observa-se pouca adaptação em termos da possibilidade de variação da resistência térmica da roupa ao longo do dia, acompanhando a variação horária de temperatura. Por outro lado, verifica-se variação nas diferentes tipologias, aparentemente em função dos usos (passagem e/ou permanência). Por fim, observa-se, no Bairro da Luz, valor médio para verão conforme previsto, mas valor de inverno inferior à predição, estando bastante próximo ao valor de verão. Já no caso da Avenida Paulista, a predição é mais acertada nas situações de inverno, apresentando as de verão resultados próximos desta. Como consideração final, observa-se que a população levantada, tanto em situação de verão quanto em situação de inverno, apresentou nas situações microclimáticas em geral menores variações em termo de resistência térmica da roupa do que o esperado (com valores de isolamento superiores no caso da Avenida Paulista em comparação ao caso do Bairro da Luz, indicando uma tendência clara conforme apontado). São necessários novos levantamentos, estabelecidos em uma quantidade de dias mais significativa, para observar se a tendência se verifica.

5.5. Verificação da adaptação às condições climáticas

O valor de temperatura média mensal é um modo conciso de considerar a adaptação em função da exposição a condições climáticas prévias, utilizando-se, além dos resultados dos levantamentos empíricos, dados climáticos de séries temporais de estações meteorológicas.

Os dados utilizados foram registrados pela Estação Meteorológica da Seção Técnica de Serviços Meteorológicos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, registrada junto à Organização Meteorológica Mundial sob o número 83004 e situada no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, no bairro da Água Funda, à latitude 23°39'S e à longitude 46°37'W (IAGUSP, 2012).

Os dados do ano climático de referência (*Test Reference Year – TRY*) considerado são apresentados por Goulart *et al.* (1997). O ano climático de referência, segundo Goulart (1993), é constituído por meio da eliminação de anos cujos dados contenham temperaturas médias mensais altas ou baixas, até que se obtenha apenas um ano de dados médios, sendo, portanto, um ano sem extremos de temperatura, constituindo-se em uma situação referencial do clima em questão.

5.5.1. Verificação da influência da temperatura média do ar dos 30 dias anteriores

Considerando-se os valores de temperatura equivalente percebida de neutralidade para os dias de verão e inverno dos anos em que foram realizados os levantamentos e as temperaturas médias dos 30 dias anteriores a cada dia de levantamento de campo, tem-se a equação a seguir.

$$\text{E5-8} \quad \text{TEP}_n = 20,033 + 0,1742 \cdot t_m$$

Com base na equação anterior, pode-se propor uma correção nos valores de TEP em função da média horária da temperatura do ar nos 30 dias anteriores, conforme equação que se segue.

$$\text{E5-9} \quad \Delta \text{TEP} = 3,362 - 0,1742 \cdot t_m$$

Ou ainda, em termos de sensação térmica, conforme a equação seguinte.

$$\text{E5-10} \quad \Delta \text{Sens} = 0,4401 - 0,0228 \cdot t_m$$

Para verificar se a temperatura média horária dos 30 dias anteriores aos levantamentos apresenta contribuição para a predição da percepção de sensação térmica, realizou-se regressão linear múltipla, considerando essa variável. Assim, obteve-se a equação seguinte.

$$\text{E5-11} \quad \text{Sens} = -9,988 + 0,323 \cdot t_a + 0,0851 \cdot t_{rm} + 0,00908 \cdot ur - 0,324 \cdot v_a - 0,245 \cdot t_m$$

$$\text{com: } r = 0,962; r^2 = 0,925; r^2_{aj} = 0,905; ep = 0,311; p < 0,001$$

A correlação entre os resultados da equação e os dados observados, considerando a temperatura média mensal, é mais elevada (0,962) do que sem essa variável (0,946), sendo ambas significativas ($p < 0,001$). A nova correlação apresenta ainda erro padrão ligeiramente menor (0,311 contra 0,321). Ressalta-se que a regressão realizada passou nos testes de normalidade ($P = 0,591$) e de variância constante ($P = 0,967$). A tabela a seguir apresenta os resultados para a constante da equação e cada variável considerada.

Tabela 5-21: Resumo estatístico da constante e das quatro variáveis independentes

	c	ep	t	p	VIF
constante	-9,988	1,685	-5,926	<0,001	
t_{ar}	0,323	0,107	3,001	0,005	113,915
t_{rm}	-0,0851	0,0604	-1,409	0,167	47,362
ur	0,00908	0,0133	0,683	0,499	18,195
v_{ar}	-0,324	0,100	-3,223	0,003	2,583
t_m	0,245	0,132	1,856	0,001	3,776

Pode-se notar, conforme já observado na regressão inicialmente realizada, que há multicolinearidade entre as variáveis independentes, por meio dos elevados valores de VIF encontrados para temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa.

Conforme já colocado, tradicionalmente se adota $VIF < 4$, sendo que quando VIF é igual à unidade, não há redundância nas outras variáveis independentes. Verifica-se $VIF = 3,776$ e $p = 0,001$, indicando que não há multicolinearidade em relação à variável temperatura média mensal e que a mesma é significativa para predição da sensação térmica.

Considerando-se, assim, apenas a contribuição da temperatura média horária dos 30 dias anteriores aos levantamentos, tem-se correção na temperatura equivalente percebida de $-0,2^\circ\text{C}$ para o caso de verão e de $+0,1^\circ\text{C}$ para o caso de inverno, respectivamente devido a temperaturas médias de $20,2^\circ\text{C}$ e $18,8^\circ\text{C}$. Ressalta-se que a temperatura média de neutralidade, ou seja, que leva a ausência de correção, é de $19,3^\circ\text{C}$.

A figura a seguir apresenta o gráfico da temperatura equivalente percebida de neutralidade em função das temperaturas médias mensais, abarcando os limites verificados nos levantamentos. Indicam-se ainda os limites da neutralidade (retas paralelas à reta da equação regredida) e os limites verificados empiricamente nos levantamentos de campo em situações urbanas reais (retas paralelas à ordenada).

Figura 5-2: Temperatura equivalente percebida de neutralidade em função da temperatura do ar média dos 30 dias anteriores

Ressalta-se que os levantamentos, em que as correlações de temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores foram determinadas, foram realizados apenas em dias de verão e inverno de anos consecutivos. Assim, a equação apresentada baseia-se em amostra específica de dados.

Contudo, sua verificação demonstrou que, ainda que também dentro de limites estritos, a abordagem que considera a adaptação frente às condições climáticas prévias, por meio da temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores, mostra-se relevante em casos de levantamentos de campo para situações urbanas.

5.6. Verificação comparativa de regressões

Observaram-se as regressões lineares múltiplas para as variáveis ambientais, verificando-se multicolinearidade entre essas variáveis. Observaram-se ainda as variáveis pessoais taxa metabólica e resistência térmica da roupa, verificando-se limitações em sua predição.

Por fim, considerou-se a variável temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores, verificando sua contribuição para a predição da sensação térmica e, conseqüentemente, da temperatura equivalente percebida.

Dessa forma, a partir da base empírica estabelecida, serão consideradas aqui diversas regressões, a fim de verificar as possibilidades de correlação dos dados empíricos de percepção de sensação térmica com diferentes variáveis ambientais. Não serão consideradas as variáveis pessoais, devido às baixas correlações verificadas.

Por outro lado, após o estabelecimento da regressão a ser utilizada, será considerada a adaptação às condições climáticas prévias, uma vez que esta mostrou contribuição para a predição da sensação térmica.

Observando os resultados correlativos encontrados no início deste capítulo, e considerando que a umidade relativa apresenta alta correlação com a temperatura do ar, optou-se pela verificação das variáveis temperatura do ar, temperatura de globo e temperatura radiante média.

A figura a seguir apresenta os resultados da regressão linear simples dessas variáveis.

Figura 5-3: Resultados para regressões lineares simples

As figuras a seguir apresentam os resultados de regressões, respectivamente, logarítmica e polinomiais de segunda, terceira e quarta ordem.

Figura 5-4: Resultados para regressões logarítmicas

Figura 5-5: Resultados para regressões polinomiais de segunda ordem

Figura 5-6: Resultados para regressões polinomiais de terceira ordem

Figura 5-7: Resultados para regressões polinomiais de quarta ordem

A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados das regressões realizadas. Observa-se que, da polinomial de terceira ordem para a de quarta ordem, não há ganhos correlativos na terceira casa decimal e, por isso, optou-se por não verificar ordens maiores.

Tabela 5-22: Resultados das regressões (r^2)

regressão	ta	tg	trm
linear	0,8108	0,8459	0,7918
logarítmica	0,8373	0,8578	0,8231
polinomial de 2ª. ordem	0,8497	0,8604	0,8392
polinomial de 3ª. ordem	0,8588	0,8626	0,8483
polinomial de 4ª. ordem	0,8589	0,8628	0,8484

Observa-se que, a partir da polinomial de terceira ordem, as variáveis temperatura do ar, temperatura de globo e temperatura radiante média apresentam correlações iguais se consideradas duas casas decimais. Considerando-se ainda duas casas decimais, observa-se que a correlação da temperatura de globo varia apenas entre 0,85 e 0,86, considerando-se as regressões realizadas, apresentando resultados para a correlação linear consideravelmente mais altos do que os das demais variáveis.

5.7. Proposição de modelo baseado em temperatura de globo

Com base nos resultados encontrados no item anterior, optou-se pela proposição de novo modelo com base na temperatura de globo não apenas pelos resultados estatísticos apresentados, possibilitando a utilização de regressões lineares mais significativas, mas também pela questão física, que explica os resultados encontrados: a temperatura de globo considera as trocas radiantes e convectivas, abarcando em um único valor a influência da temperatura radiante média, da temperatura do ar e da velocidade do ar. Se considerarmos que a umidade relativa tem alta correlação com a temperatura do ar, conforme foi verificado, pode-se afirmar que a temperatura de globo, inclui, ainda que indiretamente, as quatro variáveis consideradas.

Desta forma, a proposição de um modelo baseado em temperatura de globo possibilita uma fácil avaliação das condições ambientais para as situações em que forem possíveis levantamentos *in*

loco, uma vez que apenas uma medição é necessária, por meio de um termômetro de globo. Assim, se por um lado os modelos que consideram as quatro variáveis ambientais proporcionam a devida análise do ambiente, a partir de dados principalmente estimados, o modelo apenas com a temperatura de globo facilita a verificação do ambiente por meio de levantamentos empíricos simplificados.

5.7.1. Modelagem numérica para avaliação preditiva com levantamentos *in loco*

Uma das opções de avaliação de espaços abertos existentes é por meio de levantamentos *in loco*.

Considerando-se os resultados apresentados anteriormente, será proposto um modelo simplificado para predição da sensação térmica por meio da utilização de termômetro de globo, uma vez que a correlação dos dados deste com as sensações térmicas levantadas em campo foi a mais significativa encontrada.

Deve-se considerar a facilidade da realização de medições com termômetro de globo, por meio do qual todas as trocas sensíveis são consideradas. A simplificação proposta neste tópico não considera, pois, as trocas latentes, ainda que já se tenha verificado que, para determinado período, a umidade absoluta mantém certa constância e a umidade relativa apresenta, por definição, alta correlação com a temperatura do ar.

Para manter a uniformidade de raciocínio que vem se adotando nesta pesquisa, as correlações a serem estabelecidas serão realizadas por meio da base empírica estabelecida laboratorialmente, correlacionadas com a base empírica levantada em campo no Bairro da Luz e da Avenida Paulista, sendo em seguida verificada frente às bases empíricas levantadas subsequentemente.

Assim, considerando-se os resultados de termômetro de globo e de percepção de sensação térmica, obtém-se a seguinte equação.

$$E5-12 \quad \text{Sens}' = -3,176 + 0,132 \cdot t_g$$

$$\text{com: } r = 0,928; r^2 = 0,861; r^2_{aj} = 0,859; ep = 0,325; p < 0,001$$

A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados estatísticos para a constante da equação e a variável independente. A tabela seguinte apresenta análise de variância.

Tabela 5-23: Resumo estatístico da constante e da variável independente

	coeficiente	erro padrão	t	p
constante	-3,176	0,178	-17,835	<0,001
t_g	0,132	0,00632	20,860	<0,001

Tabela 5-24: Análise de variância da regressão linear

	DF	SS	MS	F	p
regressão	1	45,933	45,933	435,145	<0,001
resíduo	70	7,389	0,106		
total	71	53,323	0,751		

Ressalta-se que os levantamentos foram realizados por meio de medições com termômetro de globo cinza fosco e que as respostas de percepção de sensação térmica foram coletadas após um período de 20 minutos de exposição às condições ambientais. A seguir, os dados são correlacionados com as bases empíricas levantadas em campo.

5.7.2. Verificação dos resultados de modelo baseado em temperatura de globo

Correlacionando-se as sensações térmicas previstas pelo modelo de temperatura de globo (Sens'), baseado nos levantamentos laboratoriais, com as sensações térmicas médias observadas nos levantamentos de campo (Sens), têm-se os resultados seguintes.

$$E5-13 \quad \text{Sens}' = -0,376 + 0,647 \cdot \text{Sens}$$

$$\text{com: } r = 0,900; r^2 = 0,811; r^2_{aj} = 0,806; ep = 0,297; p < 0,001$$

A regressão realizada passou nos testes de normalidade ($P=0,747$) e de variância constante ($P=0,204$). A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados estatísticos para a constante da equação e a variável independente. A tabela seguinte apresenta análise de variância.

Tabela 5-25: Resumo estatístico da constante e da variável independente

	coeficiente	erro padrão	t	p
constante	-0,376	0,0690	-5,454	<0,001
Sens	0,647	0,0482	13,416	<0,001

Tabela 5-26: Análise de variância da regressão linear

	DF	SS	MS	F	p
regressão	1	15,857	15,857	180,002	<0,001
resíduo	42	3,700	0,0881		
total	43	19,557	0,455		

Conforme se pode observar, a regressão realizada é significativa ($p < 0,001$) e apresenta alta correlação com os dados observados empiricamente ($r = 0,90$), com valor acima do encontrado para todos os modelos verificados no capítulo anterior. Na continuação, será considerada regressão linear múltipla, por meio da temperatura de globo e da temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores.

Antes, porém, a título de ilustração, apresentam-se os resultados encontrados para a correlação da temperatura de globo com a percepção de sensação térmica para os valores verificados especificamente nos levantamentos em campo.

$$E5-14 \quad \text{Sens}' = -3,303 + 0,165 \cdot t_g$$

$$\text{com: } r = 0,900; r^2 = 0,811; r^2_{aj} = 0,806; ep = 0,413; p < 0,001$$

A regressão realizada passou nos testes de normalidade ($P = 0,880$) e de variância constante ($P = 0,139$).

A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados estatísticos para a constante da equação e a variável independente. A tabela seguinte apresenta análise de variância.

Tabela 5-27: Resumo estatístico da constante e da variável independente

	coeficiente	erro padrão	t	p
constante	-3,303	0,333	-9,914	<0,001
Sens	0,165	0,0123	13,416	<0,001

Tabela 5-28: Análise de variância da regressão linear

	DF	SS	MS	F	p
regressão	1	30,714	30,714	180,002	<0,001
resíduo	42	7,167	0,171		
total	43	37,880	0,881		

Conforme pode ser verificado pela comparação das equações, a proposta com base nos levantamentos laboratoriais apresenta reta com constante ligeiramente maior e menor inclinação. Comparando os resultados, observa-se maior correlação com a própria base empírica para o caso laboratorial (0,93 contra 0,90). Assim, continua-se a modelagem adotando-se esta como base empírica, de caráter laboratorial, em situações mais controladas e com correlações mais significativas, utilizando-se a base empírica de levantamentos de campo para verificação de cada etapa de modelagem.

5.7.3. Consideração da adaptação às condições climáticas

É considerada aqui a adaptação às condições climáticas, utilizando-se a correlação obtida para a predição da sensação térmica a partir da temperatura de globo e a variação na sensação térmica a partir da temperatura do ar média horária dos últimos 30 dias. A seguinte equação é, assim, proposta.

$$E5-15 \quad \text{Sens}' = -2,736 + 0,132 \cdot t_g - 0,0228 \cdot t_m$$

Verificando-se os resultados obtidos por meio desse modelo preditivo (Sens'), baseado nos levantamentos laboratoriais, com as sensações térmicas médias observadas nos levantamentos de campo (Sens), tem-se a seguinte regressão linear simples.

E5-16 $\text{Sens}' = -0,367 + 0,634 \cdot \text{Sens}$

com: $r = 0,928$; $r^2 = 0,861$; $r^2_{aj} = 0,854$; $ep = 0,298$; $p < 0,001$

A regressão realizada passou nos testes de normalidade ($P=0,733$) e de variância constante ($P=0,187$). A tabela a seguir apresenta um resumo dos resultados estatísticos para a constante da equação e a variável independente. A tabela seguinte apresenta análise de variância.

Tabela 5-29: Resumo estatístico da constante e da variável independente

	coeficiente	erro padrão	t	p
constante	-0,367	0,0693	-5,301	<0,001
Sens	0,634	0,0485	13,075	<0,001

Tabela 5-30: Análise de variância da regressão linear

	DF	SS	MS	F	p
regressão	1	1	15,216	15,216	<0,001
resíduo	42	42	3,738	0,0890	
total	43	43	18,954	0,441	

Conforme se pode observar, a regressão realizada é significativa ($p<0,001$) e apresenta alta correlação com os dados observados empiricamente ($r=0,93$), com valor acima do encontrado sem a consideração da temperatura do ar média horária para os 30 dias anteriores ($r=0,90$).

5.8. Proposição de nova modelagem

Considerando os resultados alcançados e o conceito de temperatura equivalente, nova modelagem preditiva é proposta, conforme se segue.

5.8.1. Modelo baseado em temperatura equivalente de globo (TEG)

Para a proposição de uma equação que fornece valores de temperatura equivalente de globo, assumiu-se a regressão obtida anteriormente.

$$E5-17 \quad \text{Sens}' = -3,176 + 0,132 \cdot t_g$$

Baseando-se nessa regressão, a relação entre a temperatura equivalente a ser proposta e a percepção de sensação térmica é dada pela equação seguinte.

$$E5-18 \quad \text{TEG} = 24,1 + 7,6 \cdot \text{Sens}$$

onde:

TEG = temperatura equivalente de globo, em °C.

Atentando-se para as faixas interpretativas adotadas originalmente para a verificação empírica da percepção de sensação térmica, têm-se os resultados apresentados na tabela a seguir, considerando-se as sensações observadas e a classificação proposta, a partir do refinamento das categorias estabelecidas.

Tabela 5-31: Classificação proposta para a temperatura equivalente de globo

TEG	sensação	TEG	classificação
		> 50,7	extremo calor
> 43,1	muito calor	43,2 ~ 50,7	muito calor
35,6 ~ 43,1	calor	35,6 ~ 43,1	calor
28,0 ~ 35,5	pouco calor	28,0 ~ 35,5	pouco calor
		26,1 ~ 27,9	leve calor
20,3 ~ 27,9	neutralidade	22,2 ~ 26,0	neutralidade
		20,3 ~ 22,1	leve frio
12,7 ~ 20,2	pouco frio	12,7 ~ 20,2	pouco frio
5,1 ~ 12,6	frio	5,1 ~ 12,6	frio
< 5,1	muito frio	- 2,5 ~ -5,0	muito frio
		< -2,5	extremo frio

Conforme pode ser verificado na última equação apresentada, a temperatura equivalente de globo de neutralidade de sensação térmica (TEG_n) é teoricamente de 24,1 °C, valor central da faixa de neutralidade da tabela apresentada. É preciso mencionar que foram estabelecidas as categorias extremo calor e extremo frio, antes não determinadas, simplesmente para indicar os

valores fora dos limites teóricos de muito calor e muito frio, respectivamente. Da mesma forma, foram estabelecidas as categorias leve calor e leve frio, criando-se categorias dentro da faixa central de neutralidade, considerando-se para tanto os seus valores intermediários, respectivamente em situações de neutralidade tendendo para calor e frio.

Assim, com a inclusão dessas novas categorias, seguindo os mesmos critérios já adotados para a proposição do índice de temperatura equivalente percebida (TEP), tem-se a indicação dos limites das categorias muito calor e muito frio, indicando a abrangência teórica da classificação, e o refinamento da categoria neutralidade, indicando de modo mais preciso a sensação térmica em situações mais restritas.

5.8.2. Modelo baseado em temperatura equivalente de globo adaptativa (TEG_A)

Por meio da correlação mais significativa obtida com a consideração conjunta da temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores, propõe-se a predição da percepção de sensação térmica por meio da equação a seguir, já apresentada anteriormente.

$$\text{E5-19} \quad \text{Sens}' = -2,736 + 0,132 \cdot t_g - 0,0228 \cdot t_m$$

Utilizando-se dessa equação, propõe-se ajuste na temperatura equivalente de globo, por meio da consideração da temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores, a fim de levar em conta o processo de adaptação frente às condições climáticas prévias. Assim, tem-se a seguinte equação.

$$\text{E5-20} \quad \text{TEG}_A = t_g - 0,171 \cdot t_m + 3,3$$

onde:

TEG_A = temperatura equivalente de globo ajustada, em °C.

A classificação proposta para a temperatura equivalente de globo adaptativa é a mesma apresentada no item anterior.

5.8.3. Verificação da aplicabilidade dos modelos

Considerando os novos dados empíricos levantados em situações urbanas reais, foi possível verificar que o modelo preditivo final apresenta alta correlação ($r = 0,93$), muito significativa ($p < 0,001$), e com erro padrão consideravelmente baixo, dados os valores assumidos pela equação preditiva ($ep = 0,25$). Contudo, deve ser ressaltado que o modelo foi obtido a partir de dados compreendidos em determinadas situações ambientais. A utilização em outras situações depende da verificação de correlação de resultados de possíveis extrapolações com dados observados. Assim, a fim de se ressaltar a aplicabilidade do modelo proposto, os limites verificados no levantamento de variáveis ambientais, já considerados no capítulo quarto, são aqui apresentados juntamente com os limites verificados para a temperatura equivalente de globo, adaptativa ou não.

Tabela 5-32: Valores-limite das variáveis envolvidas no TEG e TEG_A, considerando-se os dados observados

variável	valor mínimo observado	valor máximo observado
t_g	16,0	43,2.
t_m	16,0	22,6
TEG	16,0	43,2
TEG _A	16,6	42,6

5.9. Considerações finais

Correlacionando-se a condição ambiental das setenta e duas situações levantadas laboratorialmente, por meio da temperatura de globo, e o valor médio de percepção de sensação térmica verificado em cada uma delas, considerando-se a temperatura do ar média horária dos 30 dias anteriores aos levantamentos, e realizando-se a verificação por meio da base empírica levantada em situações urbanas reais, propôs-se a temperatura equivalente de globo adaptativa.

Para obtenção da temperatura equivalente de globo original, basta utilizar $t_m = 19,3$ °C, valor anual médio da temperatura do ar para o banco climático de referência da cidade de São Paulo, obtendo-se, assim, o próprio valor de temperatura de globo. Em ambos os casos, a interpretação se dá conforme a classificação proposta anteriormente.

A figura a seguir apresenta o gráfico da temperatura de globo de (t_g) em função das temperaturas médias mensais do ar (t_m), abarcando os limites constantes no ano climático de referência para a cidade de São Paulo, segundo Goulart *et al.* (1997).

Indicam-se ainda os limites da neutralidade, segundo as faixas interpretativas propostas. Conforme pode ser observado no gráfico, os limites da temperatura de globo de neutralidade variam de 21,6 °C (para $t_m = 16$ °C) a 26,6 °C (para $t_m = 22,6$ °C), ou seja, é de $24,1$ °C $\pm 2,5$ °C considerando-se as variações de temperaturas médias mensais do ar ao longo do ano.

Figura 5-8: Temperatura de globo de neutralidade em função da temperatura do ar média dos 30 dias anteriores

Ressalta-se, por fim, que os resultados desse modelo, conforme verificado, apresentam a correlação mais significativa com os dados observados de percepção de sensação térmica, possibilitando predição de fácil aplicação ao se realizar medições *in loco*.

No capítulo seguinte, utilizando-se agrupamentos de dados específicos, também utilizando os levantamentos de campo em situações urbanas reais, realizados entre 2011 e 2015, serão consideradas ampliações e explorações acerca das questões em análise para desenvolvimento de desdobramentos da pesquisa.

5.10. Referências bibliográficas

BLAZEJCZYK, K. *Man-environment heat exchange model*. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.ppt>. 2002. Acesso em 24/04/2004.

- BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 28, p.27-58, 1996.
- DOMINGUEZ, S. A.; MACHO, J. J. G.; LOPEZ, J. M. C.; FELIX, J. L. M. *Control climatico en espacios abiertos: evaluacion del proyecto Expo'92*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Outdoor Comfort Responses of Japanese Persons. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* 2002.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues and Problems in Outdoor Comfort Research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* 2000.
- GOULART, S. *Dados Climáticos para Avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis*. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Florianópolis: UFSC, 1993.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1997.
- INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Laboratório de Micrometeorologia*. São Paulo: IAGUSP, 2012. <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/>. Acesso em 01/02/2012.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7726*. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- NIKOLOPOULOU, M. Microclimate and comfort conditions in urban spaces: an intricate relationship. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* 2002.
- NIKOLOPOULOU, M. *Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces*. PhD thesis. University of Cambridge: 1998.

VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; DAULL, F. Required sweat rate as an index of thermal strain in industry. In: CENA, K.; CLARK, J. A. (eds) *Bioengineering, thermal physiology and comfort*. Elsevier, Amsterdam, p. 99-110, 1981.

6. Ampliações e desdobramentos da pesquisa

Neste capítulo, serão tecidas considerações teóricas e explorações primeiras acerca do desenvolvimento de questões que vão além do domínio restrito da área de pesquisa de índices de conforto e estresse térmico em espaços abertos.

No capítulo subsequente, com base nos resultados encontrados até aqui e nesses desdobramentos, será apresentada a inserção da pesquisa no estado da arte brasileiro e internacional. E, por fim, será considerado o impacto de todas essas questões em termos de ensino.

6.1. Explorações da interação termoacústica

6.1.1. Considerações iniciais

Há uma série de trabalhos voltados para a relação entre ambiente térmico urbano e sensações térmicas e outra série para as respectivas relações acústicas. Observa-se, inclusive, que alguns trabalhos de maior abrangência (por exemplo, Nikolopoulou, 2004) avaliaram diferentes ambiências, mas sem contudo correlacioná-las (Nikolopoulou *et al.*, 2004 para ambiência térmica; Kang *et al.*, 2004; Yang e Kang, 2005; Yu e Kang, 2010; para ambiência sonora).

No panorama brasileiro, Valques *et al.* (2007) levantam uma série de variáveis, mas também não as correlacionam, mas sim propõem um índice a partir da sensação dos usuários. Hirashima *et al.* (2013) analisam, com base em dados coletados em duas praças de Belo Horizonte durante o verão, a resposta dos usuários de espaços urbanos abertos com relação à percepção sonora e térmica, à avaliação de conforto e aos aspectos da paisagem sonora local. Hirashima (2014) considera a interseção dos ambientes sonoro e térmico na percepção do conforto.

A revisão da literatura científica, assim, não apontou outros estudos que focassem especificamente na interação do conforto térmico em espaços abertos urbanos com outros aspectos relacionados à percepção ambiental, ainda que vários autores, principalmente na área de pesquisa do ambiente construído, apontem para a necessidade de estudos nesse sentido.

Por outro lado, foram observados estudos específicos para ambientes fechados, que chegam a propor índices. Há algumas poucas pesquisas que correlacionam variáveis da ambiência térmica e sonora ao conforto dos usuários. Pellerin e Candas (2003) consideram o efeito combinado da temperatura e do ruído para verificar o nível de desconforto humano. Para a realização desta

pesquisa, foi utilizada câmara climatizada em que os indivíduos eram expostos a condições de frio (14 a 19 °C) ou calor (29 a 34 °C) e diferentes condições de ruído (35 a 85 dB). As conclusões do trabalho indicam que o ruído altera o conforto em condições mais quentes. Nagano e Horikoshi (2005) propõem um novo índice de conforto combinando condições ambientais de temperatura baixa (quatro valores para temperatura operativa) e ruído de trânsito (cinco níveis sonoros), simulados em uma câmara de teste configurada com a disposição de um pequeno escritório. Os dados foram tratados estatisticamente e propostas isolinhas, considerando temperaturas operativas e níveis sonoros equivalentes para leitura do índice de conforto.

Ao contrário dessas pesquisas, voltadas para ambientes fechados e realizadas de modo laboratorial (em câmaras específicas que simulam ambientes), esta exploração tem como objetivo a verificação da correlação entre resultados de avaliações térmicas e acústicas, obtidos por meio de levantamentos de campo com populações heterogêneas em situações urbanas reais, na cidade de São Paulo.

Assim, tem-se a proposição de pesquisa de recorte ainda não adequadamente explorado, abarcando diferentes condições ambientais do meio urbano. Uma vez alcançado o objetivo da pesquisa, será possível determinar a influência simultânea do ambiente térmico e acústico nos usuários de espaços abertos urbanos. São aqui apresentados estudos exploratórios nesse sentido.

6.1.2. Levantamentos e procedimentos

Nos levantamentos de campo realizados a partir de 2011, foi-se paulatinamente inserindo o levantamento de grandezas físicas de variáveis não relacionadas ao ambiente térmico, com o objetivo de verificação de inter-relações.

As primeiras explorações deram-se considerando, além do ambiente térmico, o ambiente acústico. Os resultados aqui apresentados foram obtidos por meio de levantamentos realizados de 2011 a 2015, apresentados no capítulo terceiro.

Por fim, ressalta-se que o método utilizado é originalmente apresentado por Monteiro *et al.* (2014) e os resultados preliminares deste estudo exploratório apresentados por Novaes e Monteiro (2015).

Foram sete dias de levantamento, em nove pontos distintos e em épocas diferentes do ano, conforme se segue.

- dois pontos no bairro do Cambuci, um na calçada da Rua Otto de Alencar e outro na praça lindeira, em outubro de 2011;
- dois pontos no bairro da Bela Vista, uma na calçada da Rua Cincinato Braga e outro na da Alameda Ribeirão Preto, em outubro de 2012;
- um ponto no bairro da Vila Mariana, na calçada da Avenida Domingos de Moraes, em julho de 2013;
- dois pontos na Avenida Paulista, um na calçada e outro no Parque Trianon, em março e julho de 2015;
- dois pontos no bairro da República, um na calçada da Avenida Ipiranga, junto à praça, e outro na calçada pedestrianizada da Rua Dom Jose de Barros, em março e agosto de 2015.

As medições de acústica foram realizadas nos mesmo horários de aplicação dos questionários, conforme já descrito no capítulo terceiro, às 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h.

As medições foram realizadas por meio de leituras do nível de pressão sonora ponderado pelo filtro (A), a 1,2 m do solo, a cada cinco segundos ao longo de cinco minutos em tempo de resposta rápida (*fast*), com uso de medidor de nível de pressão sonora Bruel & Kjaer 2232, tipo I, com dispositivo de proteção contra o vento. O instrumento apresenta faixa de medição de 34 a 130 dB, precisão de 0,3 dB e resolução de 0,1 dB. O nível de pressão sonora equivalente foi então calculado conforme a norma NBR 10151, da ABNT (2000).

$$E6-1 \quad L_{eq} = 10 \log \left[(1/n) \sum_{i=1}^i 10^{(L_i/10)} \right]$$

onde:

L_{eq} = nível de pressão sonora equivalente, em dB(A);

L_i = nível de pressão sonora instantânea, em dB(A);

n = número de medições instantâneas, no caso: 60.

O questionário aplicado nesses levantamentos continha, além das questões relativas à ambiência térmica, apresentadas no capítulo terceiro, questões específicas relativas à ambiência acústica, conforme se segue. Foram aplicados cerca de 30 questionários para cada um dos horários citados. No total, foram obtidos 1531 questionários válidos.

-
1. Neste exato momento, o barulho está:

()	()	()	()	()	()	()
muito baixo	baixo	normal	normal	um pouco alto	alto	muito alto
 2. Neste exato momento, com relação ao barulho, eu estou:

()	()	()	()
confortável	um pouco desconfortável	desconfortável	muito desconfortável
 3. Neste exato momento, eu preferiria que o barulho estivesse:

()	()	()	()	()	()	()
muito mais baixo	mais baixo	um pouco mais baixo	sem mudanças	um pouco mais alto	mais alto	muito mais alto
 4. Neste exato momento, com relação ao barulho, em minha opinião estar neste local é:

()	()	()	()
perfeitamente tolerável	facilmente tolerável	difícilmente tolerável	intolerável
 5. Quais sons que lhe incomodam agora?
 6. Quais sons que lhe agradam agora?
-

Figura 6-1: Questionário de percepção e preferência de sensação acústica

Os dados levantados foram tratados da seguinte forma. Para avaliação das condições térmicas dos ambientes, as variáveis relativas a essa ambiência foram consideradas em conjunto por meio da temperatura equivalente percebida (TEP). Para avaliação das condições acústicas dos ambientes, foi considerado o nível sonoro equivalente (L_{eq}) ponderado pelo filtro A.

Para as situações de frio, não foram verificadas relações entre os resultados de TEP e L_{eq} , em termos de percepção térmica e acústica do ambiente, indicando que, com base nos dados desta pesquisa, não há influência entre essas variáveis para essas situações.

Assim, na sequência, são consideradas as situações quentes. Para tanto, serão apresentados os resultados desde as situações de neutralidade até as situações quentes propriamente ditas, para permitir verificar as curvas encontradas que descrevem as relações em questão.

6.1.3. Resultados de TEP e L_{eq} , análise e discussão

Serão consideradas, inicialmente, as relações entre TEP e satisfação com o ambiente térmico e L_{eq} e satisfação com o ambiente acústico. Na sequência, considera-se a relação conjunta de TEP e L_{eq} com a satisfação com os ambientes térmico, acústico e com o todo.

Figura 6-2: Temperatura equivalente percebida, em °C, e pessoas em conforto térmico, em %

Figura 6-3: Nível sonoro equivalente, em dB(A), e pessoas em conforto acústico, em %

As equações que descrevem as curvas apresentadas são as seguintes.

E6-2 $Pct = 0,00001 TEP^4 + 0,0031 TEP^3 - 0,169 TEP^2 + 3,9806 TEP - 33,502$; com $r^2 = 0,77$

E6-3 $Pca = 3061,8 e^{-0,125 Leq}$; com $r^2 = 0,21$

onde:

Pct = quantidade de pessoas em conforto térmico, em %;

Pca = quantidade de pessoas em conforto acústico, em %.

Com base no gráfico de temperatura equivalente percebida, verifica-se que os valores observados de TEP entre 24,0 °C e 31,5 °C correspondem a uma faixa de mais de 80% de pessoas em conforto térmico durante os levantamentos de período quente. Considerando a tendência da curva encontrada, o valor superior subiria para 32,5 °C. Ainda considerando a tendência da curva, verifica-se que entre os valores de TEP de 25,5 °C e 29,5 °C tem-se 90% de pessoas em conforto térmico.

Considerando o gráfico de nível de pressão sonora equivalente, observa-se que a variação percentual de pessoas em conforto acústico é muito maior. Isso se deve ao fato de que os levantamentos consideraram valores de L_{eq} apenas entre 66 e 75 dB(A) e a apresentação dos resultados está se dando a cada dB(A), exatamente para mostrar essa variação. De qualquer forma, ainda que estudos com faixa de valores mais ampla sejam necessários, pode-se tecer algumas considerações acerca da tendência encontrada, uma vez que foram considerados onze faixas de valores, assim como para os de TEP, que foram agrupados de dois em dois graus.

Verifica-se, assim, por meio da tendência encontrada para os níveis de pressão sonora, que acima de 66 dB(A) já se tem menos de 80% de pessoas em conforto acústico – ainda que claramente situações observadas com maior nível sonoro tenham propiciado níveis de satisfação maiores, com destaque para um valor de 83% em uma situação de 74 dB(A). Ademais, verifica-se a tendência de queda exponencial, com previsão de 20% de pessoas em conforto acústico em situação de 77 dB(A).

Conforme se observa pela análise comparativa dos gráficos, o conforto térmico considerado em função do TEP assume uma variação pequena de valores, com poucas flutuações, indicando baixo desvio padrão e alto índice de correlação, conforme verificado. Já o conforto acústico considerado em função do L_{eq} apresenta grandes variações de valores, indicando alto desvio padrão e baixo coeficiente de correlação, conforme também verificado.

Assim, pode-se verificar que as variáveis ambientais térmicas, consideradas conjuntamente por meio do TEP, determinam melhor, quantitativamente, a predição do conforto térmico quando em comparação com o impacto do nível de pressão sonora na predição do conforto acústico. Ou seja, pode-se aventar a possibilidade que o conforto térmico sofre menos influência de outras condicionantes ambientais, enquanto que o conforto acústico parece ser mais influenciado por outras condicionantes ambientais – ou mesmo por condicionantes ambientais acústicas, mas qualitativas.

Esta pesquisa chegou a levantar, por meio do questionário subjetivo, quais sons eram considerados agradáveis ou incômodos, mas não foram verificadas correlações significativas,

provavelmente porque os poucos sons agradáveis citados não contribuíam significativamente para os níveis de pressão sonora obtidos. Desta forma, entende-se que as variações das porcentagens de pessoas em conforto acústico se dão devido ou à própria natureza do som incômodo, que podem levar a graus distintos de insatisfação (questão essa que não foi levantada por esta pesquisa), ou a variáveis ambientais não acústicas.

Na sequência, será verificada a influência cruzada da ambiência térmica e acústica no conforto das pessoas.

6.1.4. Análise cruzada e discussão de resultados

Os gráficos a seguir apresentam o nível de pressão sonora (L_{eq}) em função da temperatura equivalente percebida (TEP). As condições ambientais são determinadas pela dispersão dos pontos encontrados e a porcentagem de pessoas em conforto é determinada pelo raio do círculo com centro em cada ponto, sendo que raios maiores indicam maiores porcentagens.

Figura 6-4: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto acústico, em %

Figura 6-5: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto térmico, em %

Por meio da observação do gráfico que mostra a porcentagem de pessoas em conforto acústico, para as diversas situações termoacústicas levantadas, permite-se verificar que, de modo geral, as maiores porcentagens se encontram não apenas em valores mais baixos de nível de pressão sonora equivalente, mas também em valores mais baixos de temperatura equivalente percebida.

Já o gráfico que mostra a porcentagem de pessoas em conforto térmico, para as mesmas situações termoacústicas levantadas, indica que, considerando em específico os dados em questão, valores mais altos de níveis de pressão sonora não impactam na porcentagem de pessoas em conforto térmico, conforme pode-se depreender pela distribuição das situações levantadas e dos resultados encontrados.

Para se verificar as observações feitas com relação a esses dois gráficos, um terceiro é proposto em que se traz novamente o nível de pressão sonora em função da temperatura equivalente, mas agora com a porcentagem de pessoas simultaneamente em conforto térmico e acústico, aqui chamado de conforto ambiental, uma vez que essas são as variáveis em avaliação nesses ambientes externos.

Figura 6-6: L_{eq} , em dB(A), em função de TEP, em °C; pessoas em conforto ambiental, em %

Pelo gráfico, verifica-se que quanto maior os valores de temperatura equivalente percebida, tem-se uma tendência geral para a diminuição da porcentagem de pessoas em conforto ambiental como um todo. Já valores mais altos de nível de pressão sonora equivalente levam a porcentagens mais baixas de pessoas em conforto ambiental, mas não de maneira tão acentuada. Assim, fica evidenciado que a ambiência térmica acaba por ter um peso maior na percepção do conforto ambiental como um todo do que a ambiência acústica.

O conforto acústico parece, portanto, sofrer uma maior influência do conforto térmico, sendo que dentro da área de maior conforto térmico localizada nesta pesquisa – ressaltando que se está tratando apenas de situações quentes – há uma tendência expressiva de se ter também conforto acústico. O mesmo não ocorre inversamente, uma vez que se observa influência muito pequena do conforto acústico sobre o conforto térmico. De modo qualitativo, esse fato talvez possa ser explicado pelo caráter conformista que parte significativa da população paulistana assume perante o intenso ruído urbano, considerando-o como algo inerente e integrante do seu cotidiano.

Por fim, vale mencionar que foi constatada uma preferência da população entrevistada por valores de níveis de pressão sonora mais baixos, porém ainda assim há uma tolerância

significativa a valores mais altos. Ao mesmo tempo, há mais de 90% de pessoas em conforto térmico na faixa de temperatura equivalente percebida entre 27,5°C e 28,5°C, segundo os dados levantados, ou seja, as pessoas se declaram em conforto em condições térmicas que as colocam em situações de neutralidade térmica ou em de um pouco de calor, segundo as faixas interpretativas do índice de temperatura equivalente percebida.

6.1.5. Considerações finais

Não foi possível, com os dados levantados, chegar a uma equação que considerasse conjuntamente as variáveis térmicas e acústica, resultando em um nível de conforto geral. Para uma formulação matemática adequada, seriam necessários novos levantamentos de dados por meio de medições e questionários, a fim de confirmar a não relação verificada para ambientes frios e que, somadas aos levantamentos desta pesquisa, permitam um panorama mais representativo da população paulistana e das várias situações ambientais a que essa é exposta ao longo dos dias e do ano.

Desta maneira, a correlação entre temperatura equivalente percebida (TEP), nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) e pessoas em conforto ambiental foi estabelecida em termos de faixas de intervalos das duas primeiras variáveis em relação às porcentagens da terceira variável, de modo que se possa verificar as situações de conforto termoacústico de forma integrada na capital paulista. Assim, a situação de conforto na cidade de São Paulo, segundo a base de dados termoacústicos desta pesquisa, pode ser descrita conforme tabela que se segue.

Tabela 6-1: Intervalos de TEP e L_{eq} atendidos simultaneamente e pessoas em conforto, em %

valores de TEP e L_{eq} a serem atendidos simultaneamente		pessoas em conforto
°C	dB(A)	%
$27,5 \leq TEP \leq 28,5$	$L_{eq} \leq 63$	$\geq 92,5$
$26,0 \leq TEP \leq 30,0$	$L_{eq} \leq 65$	$\geq 90,0$
$24,0 \leq TEP \leq 32,0$	$L_{eq} \leq 67$	$\geq 80,0$

Em suma, na tabela, tem-se os valores TEP e L_{eq} que levam a diferentes porcentagens de pessoas em conforto, resumindo os resultados encontrados para espaços urbanos abertos da cidade de São Paulo, em função da alteração conjunta do valor dessas variáveis.

6.2. Explorações em outro contexto urbano

6.2.1. Considerações iniciais

Apresenta-se aqui, sucintamente, a verificação da adequação térmica em espaços urbanos abertos em contexto urbano distinto da cidade de São Paulo, em trabalho no qual o autor atuou como colaborador e coautor: Hirashima *et al.* (2013). O objetivo é demonstrar a aplicação dos métodos em outro contexto, as generalidades, particularidades e resultados comparativos.

6.2.2. Levantamentos e procedimentos

Hirashima *et al.* (2013) apresentam a análise das respostas dos usuários de espaços urbanos abertos com relação à percepção sonora e térmica e à avaliação de conforto, tendo como base dados coletados durante o verão, em duas praças do município de Belo Horizonte-MG.

Durante os levantamentos de campo, dados acústicos e climáticos foram medidos simultaneamente à aplicação de formulários. Os índices de nível de pressão sonora equivalente contínua ponderado pela curva A (LA_{eq}) e a temperatura fisiológica equivalente (PET) foram utilizados para caracterização dos ambientes sonoros e térmicos.

A seleção das áreas de estudo considerou características contrastantes da morfologia urbana com relação à arborização, ao fator de visão do céu, à altura dos edifícios, ao tipo de cobertura do solo e à presença de fontes de água, com vistas à obtenção da maior amplitude possível nos valores de LA_{eq} e PET. Outro aspecto considerado na definição das áreas de estudo foi a variabilidade de fontes sonoras, tendo, porém, o trânsito de veículos como a principal fonte de ruído, e o intenso fluxo de pessoas, para viabilizar a aplicação de grande número de formulários. Diante destas características, optou-se pela realização dos levantamentos de campo nas Praças da Liberdade e Sete de Setembro, conforme figura a seguir, apresentada por Hirashima (2010).

Figura 6-7: Praça da Liberdade e Praça Sete de Setembro

Em cada uma das praças, dois pontos foram selecionados para a medição e para a aplicação dos questionários: um ao sol, no local de maior nível de pressão sonora; e outro, à sombra, no local de menor nível de pressão sonora.

Foram levantados os níveis de pressão sonora ($LA_{eq,1\text{ min}}$) e variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento e temperatura de globo, para posterior cálculo da temperatura radiante média), além de variáveis pessoais (idade, sexo, altura, peso, taxa metabólica e resistência térmica da roupa) e variáveis subjetivas (percepção do volume sonoro, incômodo relacionado ao volume sonoro, avaliação de conforto acústico, percepção, avaliação e preferência de sensações térmicas). A seleção dos instrumentos de medição e dos procedimentos utilizados para obtenção das variáveis observaram as recomendações da norma NBR 10151, da ABNT (2000), para os dados de acústica, e ISO 7726 (1998), para os dados microclimáticos. A elaboração da parte do questionário referente à acústica considerou Fields *et al.* (2001), que relatam os trabalhos da Comissão Internacional para os efeitos biológicos do ruído; a ISO 15666 (2003), que especifica um método para medir o incômodo causado pelo ruído em residências por meio de pesquisas socioacústicas; e, ainda, Pereira (2003). Já a elaboração da parte do questionário referente à térmica, considerou a norma internacional ISO 10551 (1995). A etapa de coleta de dados ocorreu em março de 2013, um dia na Praça da Liberdade e outro na Praça Sete de Setembro, durante o período das 7 às 17h, tendo sido aplicados um total de 835 questionários válidos.

6.2.3. Análise dos dados microclimáticos e dos resultados de TEP e L_{eq}

A figura a seguir apresenta os dados medidos de temperatura do ar e umidade relativa.

Figura 6-8: Temperatura do ar e umidade relativa mensuradas

Com relação aos dados microclimáticos, nota-se que, em ambas as praças, os registros de temperatura do ar foram bastante elevados. Em grande parte dos dois dias considerados, os valores de temperatura do ar ultrapassaram os valores da média anual de temperatura máxima, 27,1 °C e também os valores de temperatura máxima registrada para o mês de fevereiro nas normais climatológicas, que é o mês que apresenta o valor mais elevado do ano: 28,8 °C. As condições térmicas registradas neste levantamento de campo representam, portanto, uma situação de calor extremo para o município de Belo Horizonte, cuja temperatura média anual é de 21,1 °C. Com relação aos valores de umidade relativa, os menores registros ocorreram fora do abrigo das árvores. Os valores registrados permaneceram, em grande parte do período de medição, abaixo da média anual para o município de Belo Horizonte, que é de 72%. Esse fato explica-se devido à temperatura do ar estar muito elevada, logo valores mais baixos de umidade relativas são esperados.

A figura a seguir apresenta os dados calculados de temperatura radiante média.

Figura 6-9: Temperatura radiante média calculada

Os valores calculados de temperatura radiante média para os pontos localizados na sombra apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores dessa variável estimados para o ponto do sol. Essa maior variabilidade dos dados estimados para o ponto do sol é esperada, uma vez que as trocas de energia são maiores e mais inconstantes.

As figuras a seguir apresentam a série de dados calculados para a temperatura fisiológica equivalente (PET) para ambas as praças.

Figura 6-10: Temperatura fisiológica equivalente (PET)

Com relação ao PET, os valores mais elevados referem-se aos registros realizados ao sol. Esse resultado é coerente com os apresentados para as variáveis climáticas, uma vez que os valores estimados de temperatura radiante média ao sol eram superiores aos da sombra, impactando em valores mais elevados de PET. Porém, nem sempre os valores medidos ao sol resultavam em valores mais altos para esse ponto, uma vez que no ponto localizado ao sol também foram medidos os valores mais elevados de velocidade do vento.

A figura seguinte apresenta os dados medidos de nível sonoro equivalente contínuo (LA_{eq}), também para ambas as praças.

Figura 6-11: Nível sonoro equivalente contínuo (LA_{eq})

Com relação aos valores do LA_{eq} , os valores mais elevados foram registrados na Praça Sete de Setembro. Nota-se que, na Praça da Liberdade, além de os valores de LA_{eq} serem mais baixos para ambos os pontos de medição, a menor amplitude dos valores medidos mostra

que o nível sonoro não é tão variável quanto naquela, na qual a amplitude dos valores medidos foi maior, indicando uma maior variabilidade dos níveis sonoros

6.2.4. Discussão dos resultados

Considerando as respostas dos usuários, em ambas as praças, a maioria dos entrevistados reportaram que estavam com algum grau de calor e, portanto, desconfortáveis. Uma pequena porcentagem reportou que estava confortável. Analisando a série temporal do PET apresentada anteriormente, pode-se observar que, para grande parte do tempo estudado, os valores de PET ficaram acima do limite superior do intervalo de conforto definido por Hirashima *et al.* (2011), que é de 30,5 °C. Da mesma forma, durante parte considerável do tempo, os valores de PET ficaram acima de 35,5 °C, limite acima do qual as pessoas estão com muito calor. Coerentemente com esse resultado, com relação à preferência de sensações térmicas, também em ambas as praças, a maioria dos entrevistados afirmaram que prefeririam estar sentindo mais frio, em algum grau no momento da entrevista, e apenas uma pequena parcela deles prefeririam as condições térmicas como estavam naquele momento.

Nas condições acústicas apresentadas na Praça da Liberdade, a maioria dos entrevistados consideraram o volume sonoro existente no momento das entrevistas como normal, afirmando que esse volume sonoro não os incomoda, e que, portanto, estavam confortáveis. Já na Praça Sete de Setembro, 65,0% dos entrevistados consideraram o volume sonoro do momento da entrevista alto em algum grau, sendo que 29,6% o consideraram muito alto. Nessa praça, 66,4% dos entrevistados reportaram que o volume sonoro existente no momento da entrevista causava algum grau de incômodo e que estavam, portanto, desconfortáveis. Apenas 32,4% dos entrevistados afirmaram estar confortáveis.

Ao analisar a série temporal do índice LA_{eq} apresentada anteriormente, pode-se notar que, na Praça da Liberdade, os valores medidos em campo oscilaram em torno dos 60 dB(A), estando, em grande parte do período considerado, um pouco acima deste valor, que é o limite diurno estabelecido para conforto acústico em ambientes externos pela NBR 10151, da ABNT (2000). Era de se esperar, portanto, que uma maior parte das pessoas reportassem desconforto também nesta situação. Isso demonstra certo grau de tolerância por parte dos usuários urbanos com relação aos elevados níveis sonoros existentes na Praça da Liberdade. Já a série temporal do LA_{eq} referente aos dados medidos para a Praça Sete de Setembro oscila na faixa de 65 a 80 dB(A), representando níveis sonoros bem acima do limite estabelecido pela NBR 10151, da ABNT (2000), o que pode explicar o alto percentual de pessoas que consideraram o volume sonoro desta praça no dia da entrevista como muito alto e desconfortável.

6.2.5. Considerações finais

Os resultados demonstram assim, que, considerando as condições microclimáticas no momento da entrevista, em ambas as praças, a maioria dos entrevistados reportaram que sentiam calor, que estavam desconfortáveis e que prefeririam estar sentindo mais frio.

Considerando o ambiente sonoro no momento da entrevista, na Praça da Liberdade, a maioria dos entrevistados avaliaram o volume sonoro como normal e afirmaram que esse volume não os incomodava, se sentindo confortáveis. Na Praça Sete de Setembro, porém, o inverso ocorreu: a maioria dos entrevistados consideraram o volume sonoro alto e afirmaram que esse volume os incomodava, se sentindo desconfortáveis.

Os resultados de térmica estão em conformidade com a calibração do índice PET para o município de Belo Horizonte, realizada por Hirashima *et al.* (2011). Os resultados de acústica, em termos de L_{eq} , ultrapassam, em diferentes graus, o limite diurno estabelecido para conforto acústico em ambientes externos pela NBR 10151, da ABNT (2000), indicando que valores que oscilam em torno de 60 dB(A) são tolerados pelos usuários, mas não acima de 65 dB(A).

Pode-se, ainda, verificar comparativamente os resultados encontrados em São Paulo e em Belo Horizonte. Ambas as investigações foram realizadas em situações de verão, ressaltando-se que em Belo Horizonte as condições climáticas foram ainda mais quentes.

Observando os valores de nível sonoro equivalente, verifica-se que, em Belo Horizonte, a quase totalidade das pessoas se encontram satisfeitas com valores abaixo de 60 dB(A). Já com valores acima de 65 dB(A), tem-se aproximadamente 65% de pessoas insatisfeitas com o ambiente sonoro.

Já nos resultados encontrados em São Paulo, verifica-se que a quantidade de pessoas satisfeitas com o ambiente sonoro é de mais de 90% para valores abaixo de 65 dB(A). Já com valores acima de 67 dB(A), tem-se 80% de pessoas insatisfeitas.

Os valores mais altos encontrados para espaços urbanos abertos na cidade de São Paulo podem indicar uma maior tolerância ao ruído devido ao conformismo com relação aos valores elevados de nível de pressão sonora comumente encontrados em regiões centrais da cidade. Por outro lado, deve-se destacar que os levantamentos em Belo Horizonte foram realizados estritamente em praças, enquanto em São Paulo estenderam-se por outras tipologias de espaços abertos, incluindo espaços de passagem, como ruas e avenidas, nos quais a expectativa ou o grau de exigência do usuário, em relação ao nível sonoro, podem ser menores.

6.3. Explorações em espaços semiabertos

Serão realizadas aqui explorações acerca de conforto em espaços que não são necessariamente abertos, nem fechados de forma tradicional. Considerações primeiras acerca de espaços com diferentes graus de confinamento, comumente chamados de espaços de transição, foram relatadas em Monteiro e Alucci (2007) e resultados apresentados em Monteiro e Alucci (2008). Aqui será ampliada a reflexão, contextualizada nos estudos contemporâneos e apresentados os resultados e discutidos.

6.3.1. Considerações iniciais

Nas observações metodológicas da introdução do capítulo primeiro deste trabalho, discutiu-se brevemente a questão do grau de confinamento dos espaços. Ao longo de todo o trabalho, focou-se em espaços com baixo grau de confinamento, ou espaços dito abertos. O limite divisor de um espaço aberto ou fechado nem sempre é bastante claro, configurando-se uma série de possibilidade de confinamentos intermediários, possivelmente passíveis de serem chamados de espaços semiconfinados.

Muitas vezes, na literatura científica, o termo utilizado é espaço de transição, segundo Chun *et al.* (2004), ou espaço semiaberto, conforme elencado por Rupp *et al.* (2015). Opta-se aqui por espaço semiconfinado ou pela última terminologia, para evitar possível confusão entre os termos *em transição* e *transitório*, conforme apontado pelos dois conjuntos de autores.

Esse tipo de espaço, nesta pesquisa, é entendido como aquelas áreas que são diretamente influenciadas pelas condições externas climáticas, mas que ao mesmo tempo são de alguma forma claramente definidas por elementos arquitetônicos, como apresentado por Chun *et al.* (2004).

Esses autores consideram três tipos de espaços semiconfinados: o Tipo 1 é um espaço contido em uma edificação onde as condições são constantemente mutáveis; o Tipo 2 é categorizado como um anexo, um espaço coberto conectado à edificação; o Tipo 3 é um espaço não conectado à edificação e é essencialmente um ambiente externo, inteira e diretamente influenciado pelas condições climáticas.

6.3.2. Seleção dos estudos de caso

Considerando essa classificação, têm-se nesta pesquisa dois estudos de caso: o primeiro, um laboratório experimental, que é mais similar a um espaço aberto, mas possui uma grande cobertura têxtil tensionada (Tipo 3 na classificação de Chun *et al.*, 2004); o segundo, um grande

estúdio, que é a princípio um grande espaço interno, mas que sofre grande influência do clima externo, uma vez que a sua cobertura possui grande porcentagem de elementos translúcidos e não há vedações laterais em grande parte no pavimento térreo (Tipo 1 na classificação de Chun *et al.*, 2004).

Tipologicamente, os dois espaços semiabertos selecionados para avaliação são similares a espaços também classificados como semiabertos pesquisados respectivamente por Watanabe *et al.* (2014), que avaliaram, entre outros, um espaço externo sombreado por uma pérgola, e Zhou *et al.* (2013), que verificaram um lobby, enfatizando a maior importância da temperatura radiante média em relação à temperatura do ar.

6.3.3. Seleção dos índices de conforto

Considerando pesquisas específicas em ambientes térmicos com características de semiconfinamento, verifica-se a existência de poucos trabalhos com aplicação de índices de conforto, sendo que grande parte deles foca simultaneamente em espaços abertos e semiabertos.

Aroztegui (1995) revisou a Temperatura Neutra, considerando a radiação solar e a ação dos ventos, propondo a Temperatura Neutra Exterior, que foi utilizada pelo autor para avaliar espaços abertos e semiconfinados.

Jitkhajornwanich e Pitts (2002) usaram a escala da ASHRAE (1992) para avaliar espaços em Bangkok, correlacionando os resultados com os de Temperatura Neutra de Humphreys (1975).

Spagnolo e de Dear (2003) avaliaram ambientes abertos e semiabertos em Sidney, usando, entre outros, o voto médio estimado, de Fanger (1970), e a temperatura efetiva padrão externa (OUT-SET*), de Pickup e de Dear (2000).

Chun e Tamura (2005) realizaram estudos de campo em shopping centers subterrâneos no Japão, utilizando a escala de sete pontos da ASHRAE (2013).

Cavalcanti e Sanches (2005) usaram a temperatura operativa neutra, da ASHRAE (2013) para avaliar espaços semiconfinados na Cidade Universitária, em São Paulo. Quando da realização do trabalho dos autores, ainda se tratava da versão da ASHRAE (2004).

Monteiro e Alucci (2008) avaliaram espaços semiconfinados em São Paulo, realizando estudos de campo e aplicando o índice de carga térmica de Blazejczyk (2001).

Wong e Chong (2010) avaliaram ambientes semiconfinados em Cingapura, realizando levantamentos empíricos e usando a já mencionada temperatura efetiva padrão externa (OUT-SET*), de Pickup e de Dear (2000), desenvolvida a partir da temperatura efetiva padrão de Gagge *et al.* (1967).

Ghaddar *et al.* (2011) realizam estudo de campo em uma universidade em Beirute para validar um modelo de conforto proposto especificamente para ambientes semiconfinados.

Zhou *et al.* (2013) avaliaram ambientes fechados, semiabertos e abertos em Wuan, utilizando o índice de temperatura efetiva padrão, de Gagge *et al.* (1967).

Watanabe *et al.* (2014) levantaram espaços entre edificações em Nagoya, objetivando avaliar o índice de temperatura efetiva universal, de Nagano e Horikoshi (2011).

Considerando essas referências, descartaram-se o modelo desenvolvido para o caso de Beirute e o índice de temperatura universal, que foi desenvolvido especificamente para Nagoya. Também não foi utilizado o índice de temperatura efetiva padrão, já que um número bem mais significativo de pesquisas se utilizam do índice de temperatura efetiva padrão externa, que se baseia naquele.

Assim, foram selecionados os demais índices para aplicação nos estudos de caso selecionados, considerando-se as pesquisas anteriormente já mencionadas: temperatura efetiva padrão externa (OUT-SET*), voto médio estimado (PMV), índice de carga térmica (HL), temperatura neutra exterior (Tne) e temperatura operativa neutra (OTn). Considerou-se ainda a temperatura equivalente percebida (TEP), de Monteiro (2008), que vem sendo abordada nesta pesquisa.

Reconhecendo as especificidades e diferenças ambientais e de comportamento nos espaços semiabertos em avaliação, esta pequena pesquisa exploratória visa verificar qual modelo preditivo apresenta melhores resultados para avaliação do conforto térmico em dois espaços semiconfinados na cidade de São Paulo, calibrando então seu índice para possibilitar previsões ainda mais significativas.

6.3.4. Levantamentos empíricos

Os levantamentos empíricos consideraram duas tipologias distintas de espaços semiconfinados: um espaço caracteristicamente condicionado pela exterioridade, coberto por membrana têxtil tensionada, conforme pode ser visto na figura seguinte, de Monteiro e Alucci (2005); um espaço caracteristicamente condicionado não só pela exterioridade, mas também pela interioridade, conforme argumentado na introdução deste trabalho, constituído por um estúdio com cobertura

com aberturas zenitais para iluminação e ventilação, conforme pode ser visto na figura conseguinte, de Cavalcanti e Sanches (2005).

Figura 6-12: Imagens do primeiro estudo de caso

Figura 6-13: Imagens do segundo estudo de caso

No total, 24 cenários microclimáticos foram considerados (doze em cada estudo de caso) e 886 questionários foram aplicados em diferentes horários de dias de verão e inverno. Em cada caso, variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura radiante média) foram medidas ao longo de uma série de dias consecutivos durante verão e inverno.

O questionário abrangeu características pessoais (sexo, idade), de aclimação (local e tempo de moradia) e respostas subjetivas (percepção e preferência de sensação térmica, conforto e tolerância). Registros fotográficos foram realizados para identificação de roupa e atividade.

O equipamento utilizado sob a membrana têxtil foi estação meteorológica ELE modelo EMS e *data logger* modelo MM900 EE475-016. No estúdio, utilizou-se estação Innova 7301 e *data logger* modelo 1221. Em ambos os casos, a temperatura de globo foi aferida através de globos cinzas com sensores semicondutores, armazenando os dados em *data loggers* Hobo. As medições foram realizadas em intervalos de 10 segundos e os valores armazenados em intervalos de 10 minutos, considerando-se a média verificada.

6.3.5. Resultados empíricos

A tabela a seguir apresenta os dados microclimáticos, pessoais e subjetivos coletados, especificamente nos períodos em que os questionários foram aplicados.

Tabela 6-2: Dados coletados: microclimáticos, pessoais e subjetivos.

	local	data	hora	t _a °C	rh %	v m/s	t _g °C	t _{rm} °C	N	M W/m ²	I _{cl} clo	Sens	Conf	Pref	Tol
1	MT	28/3	09:20	22,7	64	0,38	23,4	24,1	30	76	0,56	0,08	0,32	-0,16	0,52
2	MT	28/3	09:40	22,9	65	0,45	23,9	24,9	25	76	0,51	0,04	0,21	-0,13	0,54
3	MT	28/3	10:00	23,4	64	0,37	24,0	24,5	24	76	0,59	-0,17	0,10	0,27	0,30
4	MT	28/3	11:00	25,3	55	0,19	27,1	28,2	26	76	0,55	0,69	0,50	-0,46	0,69
5	MT	28/3	11:20	26,2	50	0,51	28,2	30,3	24	76	0,52	0,38	0,29	-0,58	0,38
6	MT	28/3	11:40	25,5	50	0,68	26,2	27,1	27	76	0,53	0,15	0,11	-0,44	0,56
7	MT	30/5	09:20	20,6	74	0,97	20,4	20,3	23	76	0,66	-0,27	0,27	0,27	0,41
8	MT	30/5	09:40	21,7	68	0,62	22,8	23,6	22	76	0,73	-0,23	0,41	0,05	0,41
9	MT	30/5	10:00	21,9	68	0,61	23,2	24,2	22	76	0,66	0,17	0,39	-0,39	0,48
10	MT	30/5	11:00	24,9	55	0,50	26,0	26,7	22	76	0,64	0,41	0,45	-0,32	0,41
11	MT	30/5	11:20	25,8	52	0,41	27,0	27,5	24	76	0,56	0,30	0,26	-0,39	0,26
12	MT	30/5	11:40	26,5	47	0,82	28,0	28,7	23	76	0,60	0,67	0,42	-0,88	0,58
13	SC	30/3	15:00	26,7	49	0,12	26,7	26,7	43	70	0,47	1,51	1,16	1,42	1,36
14	SC	31/3	15:00	26,7	56	0,12	26,7	26,7	22	70	0,42	1,32	1,05	1,41	0,95
15	SC	01/4	15:00	27,9	53	0,12	28,3	28,4	47	70	0,47	2,02	1,74	1,89	1,84
16	SC	21/6	14:30	17,5	71	0,14	17,5	17,5	71	70	0,74	-1,42	0,96	-1,39	1,23
17	SC	22/6	14:30	17,9	63	0,14	17,9	17,9	65	70	0,75	-1,02	0,82	-0,98	1,09
18	SC	23/6	14:30	19,8	59	0,14	19,8	19,8	49	70	0,66	-0,22	0,41	-0,29	0,61
19	SF	30/3	15:00	27,1	49	0,10	27,1	27,1	43	70	0,47	1,51	1,16	1,42	1,36
20	SF	31/3	15:00	26,3	56	0,10	26,3	26,3	22	70	0,42	1,32	1,05	1,41	0,95
21	SF	01/4	15:00	27,5	51	0,10	27,9	28,0	47	70	0,47	2,02	1,74	1,89	1,84
22	SF	21/6	14:30	17,9	69	0,12	17,9	17,9	71	70	0,74	-1,42	0,96	-1,39	1,23
23	SF	22/6	14:30	17,5	63	0,12	17,9	18,0	65	70	0,75	-1,02	0,82	-0,98	1,09
24	SF	23/6	14:30	19,0	60	0,12	19,4	19,6	49	70	0,66	-0,22	0,41	-0,29	0,61

Na tabela, tem-se:

MT = área sob a membrana tensionada;

SC = área central do estúdio;

SF = área próxima a fachada do estúdio;

t_a = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa, em %;

v = velocidade relativa do ar, em m/s;

t_g = temperatura de globo, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

N = número de questionários aplicados;

M = taxa metabólica (estimada pelo tipo de atividade), em W/m^2 ;

Icl = isolamento da roupa (estimado por registros fotográficos), em clo;

Sens = percepção de sensação térmica (-3 a 3, de frio para calor);

Conf = conforto térmico (0 a 3, de totalmente confortável a muito desconfortável);

Pref = preferência de sensação térmica (-3 a 3, de frio para calor);

Tol = tolerância ao ambiente térmico (0 a 3, de tolerável a completamente intolerável).

Para o primeiro estudo de caso, a temperatura média mensal do ar externo foi de 22,1 °C para o mês representativo de verão e de 17,8 °C para o mês representativo de inverno. Para o segundo estudo de caso, a temperatura média mensal do ar externo foi de 21,1 °C para o mês representativo de verão e 17,1 °C para o mês representativo de inverno.

6.3.6. Verificação empírica dos resultados simulados

Considerando os seguintes dados da tabela anterior (t_a , rh, v, t_g , t_{rm} , M, Icl), foram realizadas simulações por meio dos seis modelos preditivos apresentados. Observa-se que nem todas as variáveis se aplicam a todos os modelos. Os resultados das simulações são apresentados na tabela seguinte.

A tabela mostra ainda o coeficiente linear da correlação de Pearson (r) entre os resultados das simulações e os resultados do levantamento empírico (Sens), que podem ser encontrados na tabela anterior.

Tabela 6-3: Resultados da simulação dos diferentes modelos

	OUT-SET	Sensação	PMV	Sensação	HL	Sensação	ΔT_{ne}	Satisf.	ΔOT_n	Satisf.	TEP	Sensação
	°C		-		-		°C	%	°C	%	°C	
1	23,9	pouco quente	-0,14	neutro	0,97	pouco frio	2,2	> 90%	0,08	> 90%	23,9	neutralidade
2	24,5	pouco quente	-0,23	neutro	0,95	pouco frio	2,9	> 80%	0,04	> 90%	24,3	neutralidade
3	24,6	pouco quente	0,10	neutro	1,00	neutro	3,2	> 80%	-0,17	> 90%	24,5	neutralidade
4	27,4	quente	0,82	pouco quente	1,05	pouco quente	9,1	< 80%	0,69	> 90%	27,0	neutralidade
5	29,1	quente	0,73	pouco quente	1,10	pouco quente	11,4	< 80%	0,38	> 80%	27,4	pouco calor
6	27,1	quente	0,28	neutro	1,05	pouco quente	6,1	< 80%	0,15	> 90%	25,0	neutralidade
7	20,9	pouco frio	-0,85	pouco frio	0,88	pouco frio	-3,9	< 80%	-0,27	< 80%	20,4	neutralidade
8	23,4	pouco quente	-0,17	neutro	1,03	pouco quente	-1,5	> 90%	-0,23	> 90%	22,9	neutralidade
9	23,9	pouco quente	-0,26	neutro	1,01	neutro	-1,3	> 90%	0,17	> 90%	23,3	neutralidade
10	26,3	pouco quente	0,46	neutro	1,08	pouco quente	2,5	> 80%	0,41	> 90%	25,3	neutralidade
11	27,1	quente	0,60	pouco quente	1,07	pouco quente	4,1	< 80%	0,30	> 80%	26,1	neutralidade
12	27,8	quente	0,64	pouco quente	1,07	pouco quente	2,7	> 80%	0,67	> 80%	25,7	neutralidade
13	26,7	pouco quente	0,78	pouco quente	1,00	neutro	6,6	< 80%	1,51	> 90%	26,6	neutralidade
14	27,1	quente	0,76	pouco quente	0,96	pouco frio	6,7	< 80%	1,32	> 90%	27,1	neutralidade
15	28,5	quente	1,17	pouco quente	1,05	pouco quente	7,8	< 80%	2,02	> 80%	28,4	pouco calor
16	17,7	pouco frio	-0,79	pouco frio	0,86	pouco frio	-2,5	> 80%	-1,42	< 80%	19,1	pouco frio
17	18,1	pouco frio	-0,72	pouco frio	0,87	pouco frio	-2,0	> 90%	-1,02	< 80%	18,9	neutralidade
18	20,0	pouco frio	-0,52	pouco frio	0,88	pouco frio	-0,4	> 90%	-0,22	< 80%	20,4	neutralidade
19	27,1	quente	0,93	pouco quente	1,01	neutro	11,3	< 80%	1,51	> 90%	27,0	neutralidade
20	26,7	pouco quente	0,71	pouco quente	0,94	pouco frio	10,6	< 80%	1,32	> 90%	26,8	neutralidade
21	28,8	quente	1,10	pouco quente	1,03	pouco quente	11,0	< 80%	2,02	> 80%	27,8	pouco calor
22	18,1	pouco frio	-0,65	pouco frio	0,87	pouco frio	3,0	> 80%	-1,42	< 80%	19,4	pouco frio
23	18,1	pouco frio	-0,70	pouco frio	0,87	pouco frio	3,2	> 80%	-1,02	< 80%	18,8	pouco frio
24	19,6	pouco frio	-0,58	pouco frio	0,87	pouco frio	5,0	<< 80%	-0,22	< 80%	20,1	neutralidade
r	0,80		0,79		0,83		0,75		0,85		0,90	

6.3.7. Discussão dos resultados

Considerando os resultados encontrados, pode-se afirmar que, entre os índices encontrados na revisão bibliográfica, a temperatura operativa neutra (OT_n) apresentou a melhor correlação com os dados empíricos levantados (0,85). O índice de carga térmica (HL) apresentou uma correlação próxima (0,83) a da OT_n . Apresentou ainda correlação significativamente superior ao do voto médio estimado (PMV), que também é baseado em modelo termorregulatório, provavelmente por ter sido desenvolvido especificamente para espaços externos, considerando assim radiação solar, maiores velocidades do vento e taxas de suor significativas, que não são devidamente consideradas no modelo proposto por Fanger (1970), uma vez que este é tipicamente aplicável a ambientes internos com condições térmicas próximas às de conforto.

Por outro lado, deve-se reconhecer que a modelagem matemática do MENEX, modelo utilizado para cálculo do HL, é bastante mais complexa que a da OTn, que é basicamente baseada em equações simples. Portanto, ainda que os dois modelos apresentem resultados próximos, recomenda-se aqui a utilização da OTn, principalmente pela facilidade de sua aplicação, mas também por ter apresentado resultados ligeiramente superiores.

Os outros índices apresentaram correlações menos significativas. A temperatura efetiva padrão externa (OUT-SET*) apresentou uma correlação considerável de 0,80. O voto médio estimado (PMV) apresentou resultados ligeiramente inferiores para predizer a adequação térmica de espaços semiconfinados, com uma correlação de 0,79.

Por fim, a Temperatura Neutra Externa (T_{ne}) apresentou os resultados menos significativos, com correlação de apenas 0,75. Esse modelo adaptativo foi desenvolvido baseando-se nos trabalhos empíricos de Humphreys (1975), mas a consideração da radiação solar e ventos foi feita apenas de maneira teórica, considerando os estudos de Givoni (1969). Essas assunções parecem não ser satisfatórias no caso de espaços semiabertos em São Paulo.

O PMV, desenvolvido por Fanger (1970) e usado em várias normas, como a ISO 7730 (2005) e agora pela ASHRAE (2013) que o adotou desde sua versão de 2004, parece não ser também adequado para a avaliação de espaços semiconfinados. Essa pode ser mais uma razão para a utilização do método opcional da norma ASHRAE para determinar a aceitabilidade das condições térmicas em espaços naturalmente condicionados. Nesses espaços, tem-se muito mais influência do clima externo do que em espaços em que o ar é condicionado mecanicamente.

Conforme apresentou-se inicialmente, foi testado ainda o índice de temperatura equivalente percebida (TEP). Observa-se que a correlação encontrada foi de 0,90, a maior entre todos os índices. Se por um lado isso corrobora resultados da literatura levantada, que indica nos estudos empíricos que os espaços semiabertos sejam verificados em conjunto com os espaços abertos, por possuírem características ambientais e de uso semelhantes a esses, assim utilizando-se de índices desenvolvidos para espaços abertos, por outro deve-se lembrar que um dos locais que foi estudo de caso neste estudo exploratório fez parte dos locais de levantamentos da base empírica para proposição do TEP. Assim, ao utilizá-lo, é de se esperar que se encontre correlação mais alta do que com os demais. Desta forma, excetuando-se a temperatura equivalente percebida, o novo índice proposto pela norma, baseado em temperatura operativa neutra, apresentou, conforme visto, os resultados mais satisfatórios para avaliar espaços semiabertos na cidade de São Paulo. Consequentemente, no próximo tópico, será apresentada a calibração do referido índice, utilizando-se os dados empíricos coletados, visando fornecer previsões ainda mais significativas.

6.3.8. Calibração do modelo

O processo de calibração foi realizado para maximizar a correlação entre a temperatura operativa neutra e as respostas subjetivas encontradas, em específico relacionadas a percepção de sensação térmica com o ambiente térmico. A equação seguinte apresenta a reconsideração realizada para o modelo, levando-se em conta a maximização da correlação com base nos dados empíricos levantados nesta pesquisa.

$$E6-4 \quad OTn^* = 20,6 + 0,15 t_{mm}$$

A equação proposta apresenta resultados com correlação $r = 0,87$ ($p < 0,01$), contra 0,85 da equação original. A tabela a seguir apresenta os resultados da equação original (OTn) e da equação proposta (OTn*) para avaliação de conforto térmico em espaços semiconfinados na cidade de São Paulo.

Tabela 6-4: Resultados da equação de temperatura operativa neutra original (OTn) e da equação proposta (OTn*) para avaliação de espaços semiconfinados em São Paulo

	t_{mm}	t_o	OTn	Δ	%	OTn*	Δ^*	%
1	21,1	23,4	24,6	-1,2	> 90	23,8	-0,4	> 90
2	21,1	23,9	24,6	-0,7	> 90	23,8	0,1	> 90
3	21,1	24,0	24,6	-0,6	> 90	23,8	0,2	> 90
4	21,1	26,8	24,6	2,2	> 90	23,8	3,0	> 80
5	21,1	28,3	24,6	3,7	< 80	23,8	4,5	< 80
6	21,1	26,3	24,6	1,7	> 90	23,8	2,5	> 80
7	17,8	20,5	23,5	-3,0	> 80	23,3	-2,8	> 80
8	17,8	22,7	23,5	-0,8	> 90	23,3	-0,6	> 90
9	17,8	23,1	23,5	-0,4	> 90	23,3	-0,2	> 90
10	17,8	25,8	23,5	2,3	> 90	23,3	2,5	> 80
11	17,8	26,7	23,5	3,2	> 80	23,3	3,4	> 80
12	17,8	27,6	23,5	4,1	< 80	23,3	4,3	< 80
13	21,1	26,7	24,6	2,2	> 90	23,8	3,0	> 80
14	21,1	26,7	24,6	2,2	> 90	23,8	3,0	> 80
15	21,1	28,2	24,6	3,6	< 80	23,8	4,4	< 80
16	17,1	17,5	23,3	-5,8	< 80	23,2	-5,6	< 80
17	17,1	17,9	23,3	-5,4	< 80	23,2	-5,3	< 80
18	17,1	19,8	23,3	-3,5	> 80	23,2	-3,4	> 80
19	21,1	27,1	24,6	2,6	> 80	23,8	3,4	> 80
20	21,1	26,3	24,6	1,8	> 90	23,8	2,6	> 80
21	21,1	27,8	24,6	3,2	> 80	23,8	4,0	< 80
22	17,1	17,9	23,3	-5,4	< 80	23,2	-5,3	< 80
23	17,1	17,8	23,3	-5,5	< 80	23,2	-5,4	< 80
24	17,1	19,3	23,3	-4,0	< 80	23,2	-3,9	< 80

6.3.9. Representatividade do modelo

Considerando de Dear *et al.* (1997) e ASHRAE (2013), pode-se observar que o índice original de temperatura operativa neutra (OTn) foi desenvolvido para avaliação das condições térmicas de ambientes natural e artificialmente condicionados – dependendo da base empírica adotada, sendo que essa constitui-se basicamente de dados levantados em edifícios de escritórios. Nesses locais, ainda que haja grande influência das condições climáticas externas, tipicamente não há muita influência da radiação solar direta.

Com relação aos dois estudos de caso realizados, no estúdio tem-se radiação solar direta e sob a membrana têm-se elevadas temperaturas superficiais, devido à exposição à radiação solar. Consequentemente, é possível verificar diferenças consideráveis nos resultados: a OTn original varia entre 23,3 °C e 24,6 °C, enquanto a proposta (OTn*) varia entre 23,2 °C e 23,8 °C.

Como pode ser observado, a influência da temperatura média mensal do ar externo é menor nos resultados verificados nos dois estudos de caso (o coeficiente original é 0,32; o novo é 0,15). É interessante observar que, por um lado, a temperatura operativa neutra de inverno é praticamente a mesma, mas, por outro lado, a de verão é muito mais baixa (0,8 °C) quando se considera a equação resultante dos dados empíricos levantados nos dois estudos de caso.

Considerando os dados do ano típico de referência (TRY) para São Paulo, apresentados por Goulart *et al.* (1997), a temperatura operativa neutra para espaços semiconfinados em São Paulo varia entre 23,0 °C e 23,9 °C. A figura seguinte apresenta esses resultados, indicando os limites de temperatura operativa para diferentes porcentagens de pessoas satisfeitas com o ambiente térmico.

Figura 6-14: Proposição de valores de temperatura operativa aceitáveis para espaços semiconfinados em São Paulo

O ano típico de referência para São Paulo indica que a maior temperatura média mensal do ar externo é 23,1 °C (fevereiro) e a menor é 16,0 °C (julho). Considerando que a presente pesquisa trabalhou com temperatura média mensal do ar externo entre 17,1 °C e 22,1 °C, pode-se afirmar que pesquisas futuras devem aumentar a abrangência dos levantamentos em pelo menos 1 °C para verão e inverno.

6.3.10. Considerações finais

Considerando as pesquisas específicas em ambientes térmicos com características de semiconfinamento, apresentadas na introdução desta pesquisa exploratória, foram selecionados, para as simulações computacionais, os modelos preditivos utilizados em pesquisas já consideradas: temperatura efetiva padrão (OUsET*), voto médio estimado (PMV), índice de carga térmica (HL), temperatura neutra exterior (Tne), temperatura operativa neutra (OTn) e temperatura equivalente percebida (TEP).

Assim, o objetivo desta pesquisa exploratória foi verificar qual desses modelos preditivos apresentava os melhores resultados para avaliação do conforto térmico em espaços semiconfinados na cidade de São Paulo. Com base nos resultados encontrados, para verão e inverno, em dois estudos de casos com características acentuadamente distintas, os índices que proporcionaram os melhores resultados preditivos foram o de temperatura equivalente percebida (TEP) e o de temperatura operativa neutra (OTn).

Dadas as ponderações realizadas e decisões tomadas, o modelo de temperatura operativa neutra foi selecionado para calibração, possibilitando que seu índice proporcionasse previsões ainda mais significativas. Chegou-se, por esse meio, à proposição da equação de temperatura operativa neutra corrigida para espaços semiabertos (OTn*).

Por fim, verificou-se a representatividade do novo modelo, por meio dos dados do arquivo TRY para a cidade de São Paulo. Observa-se que os resultados finais apresentados foram extrapolados em ± 1 °C visando representar todas as faixas de valores de temperatura média mensal do ar externo encontradas na cidade em estudo. Desta forma, pesquisas futuras devem verificar a extrapolação realizada, assim como os próprios resultados finais, visando avaliações ainda mais significativas da ambiência térmica de espaços em condições de semiconfinamento, ou dos ditos espaços semiabertos, na cidade de São Paulo.

6.4. Explorações em ambientes internos

6.4.1. Considerações iniciais

A quantidade de pesquisas de conforto térmico voltadas para espaços fechados é significativamente maior do que para espaços abertos. O objetivo desta abordagem nesta pesquisa é ir aproximando os estudos de espaços abertos e semiabertos de estudos de espaços fechados. Para tanto, o que alinhava esses estudos é a questão da saúde, entendendo-se a relação dos dados coletados empiricamente em campo não apenas com as respostas subjetivas colhidas nos questionários, mas também com dados meteorológicos, aproximando-se assim dos estudos biometeorológicos, visando-se utilizar o aporte dessa área para ampliar as possibilidades de pesquisa do ambiente construído urbano.

A metodologia e resultados foram apresentados por Sato *et al.* (2014) e Monteiro *et al.* (2014), frutos de trabalhos de pesquisa do projeto *Biometeorologia humana: análise dos efeitos de variáveis ambientais (meteorológicas, conforto térmico e poluição atmosférica) e das mudanças climáticas na população geriátrica da cidade de São Paulo*, com auxílio à pesquisa, categoria temático, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Esse projeto, realizado entre 2011 e 2016, sob coordenação do professor Fábio Gonçalves, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), envolveu ainda pesquisadores da Faculdade de Medicina (FM), Escola Politécnica (EP) e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU).

6.4.2. Contextualização

Considerando-se que a urbanização aumenta a vulnerabilidade dos habitantes aos impactos das mudanças climáticas e que megacidades, como São Paulo, funcionam como amplificadores dessas alterações, independentemente das alterações climáticas globais, as cidades tendem a ter temperaturas do ar e de superfície mais altas do que os ambientes rurais. Segundo UN-Habitat (2011), projeções de mudanças na precipitação e temperatura médias anuais até 2100 indicam, nos cenários de altas emissões globais de gases de efeito estufa, um aumento de 2 °C a 4 °C e resultarão em um aumento no número de dias frios e de noites quentes na Região Metropolitana de São Paulo.

Nesse sentido, a pesquisa e a área de atuação em Arquitetura e Urbanismo passam a ter importante papel para a adaptação e mitigação das condições em curso, tanto nos edifícios quanto nas cidades. Em relação aos fatores microclimáticos, pode-se responder às exigências de conforto térmico de três formas: com condicionamento passivo, dentro de certos limites;

condicionamento ativo por cem por cento do tempo de operação; ou ainda em condicionamento em modo misto de operação. Dependendo dos cenários climáticos futuros, é necessário projetar os edifícios para que eles mantenham a sua operação inclusive em situações de racionamento energético, o que dificulta a opção pelo sistema de operação exclusivamente ativo, favorecendo ainda mais a adoção do modo misto.

Outro importante meio para promover maior independência de consumo energético é a adoção de índices de conforto adaptativo, que favorecem uma maior inter-relação entre as condições microclimáticas dos ambientes interno e externo. Tem-se por modelo adaptativo, segundo ASHRAE (2013), a primeira norma a considerá-lo em sua versão de 2004, um modelo que relaciona valores de temperatura interna, ou um intervalo de temperaturas aceitáveis, com parâmetros externos meteorológicos. Assim, para estabelecer uma situação de conforto térmico, as temperaturas operativas internas variam conforme as temperaturas externas. Isso é explicado pelo fato de que o ser humano espera condições e sensações térmicas diferentes, por exemplo, nos períodos de verão e de inverno, e não apenas uma sensação térmica uniforme durante o ano inteiro. Conforme colocam Nicol *et al.* (2012), é um modelo vantajoso, já que, quando a diferença entre as temperaturas interna e externa é reduzida, há, conseqüentemente, uma redução no uso de energia, ou ela até mesmo deixa de ser necessária, para estabelecer uma situação de conforto térmico.

Assim, diante do cenário climático atual e futuro, um dos desafios para a espécie humana é a adaptação ao ambiente em que vive. Isso se encontra diretamente relacionado com a saúde humana, já que as mudanças de temperatura influenciam na capacidade do indivíduo em manter a sua temperatura interna constante a aproximadamente 37 °C. Conforme colocam Jendritzky e de Dear (2009), além do processo de termorregulação, influenciam também outros mecanismos de adaptação, no caso comportamentais, como vestimentas, alimentação, migração, atividade desempenhada, entre outros.

No entanto, nem todo ser humano consegue responder às variações de situações ambientais de forma adequada e eficiente. Existem grupos mais suscetíveis aos efeitos dessas mudanças climáticas. Esse é o caso da população de idosos, a qual representa uma parcela que tem aumentado sua participação no montante total da população do país. Dados da RMSP revelam que a população com idade acima de 60 anos na metrópole corresponde a 11,3% da população total (IBGE, 2010). A tendência é que o crescimento continue nas próximas décadas.

Segundo Auerbach (2007) e UN-Habitat (2011), os idosos são mais suscetíveis às sobrecargas que o clima impõe, por motivos fisiológicos e comportamentais. Esses indivíduos têm um declínio na sua capacidade termorregulatória, mesmo quando saudáveis. Sendo assim, o aumento na

frequência de extremos de temperatura, indicados nas projeções climáticas, pode aumentar seus efeitos adversos principalmente entre a população geriátrica. Dessa maneira, é por esse motivo que este estudo foca nesse grupo de pessoas.

Assim, este estudo se propõe a avaliar o conforto térmico de idosos dentro de suas unidades residenciais na Região Metropolitana de São Paulo no cenário climático atual. Essa avaliação se realiza por meio de uma comparação entre as condições de conforto térmico estabelecidas conforme o modelo adaptativo da ASHRAE-55 (2013) e as variáveis subjetivas obtidas por meio dos questionários, baseados na ISO 10551 (1995) e em Monteiro e Alucci (2010).

6.4.3. Levantamento empírico

O método desta pesquisa seguiu primeiro de forma empírico-indutiva, por meio de levantamentos em campo, e posteriormente de forma teórico-dedutiva, por meio de comparações dos dados empíricos com os dados teóricos obtidos segundo a norma internacional ASHRAE-55 (2013).

Os levantamentos empíricos se deram a partir da amostra da pesquisa em residências de voluntários idosos. As residências se encontram em bairros distintos da cidade de São Paulo. Para preservação sigilosa da identificação do voluntário, assim como do endereço exato da residência, a cada integrante da amostra foi atribuído apenas o nome do respectivo bairro: Aclimação, Brooklin Novo, Cerqueira César, Freguesia do Ó, Vila Ida e Rio Pequeno.

Os levantamentos foram obtidos respectivamente em dias típicos de inverno e de verão. Consistiram na coleta de dados de variáveis microclimáticas, assim como na aplicação de questionários. Salienta-se que, no primeiro período (no de inverno), ocorreram os levantamentos dimensionais, construtivos e fotográficos das residências selecionadas para a amostra. O levantamento de dados se deu por meio de confortímetros de fabricação nacional, que coletam simultaneamente dados de temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa e velocidade do ar. Foram designados dois aparelhos por residência, sendo escolhidos como ambientes de estudo a sala de estar e o dormitório. Essa escolha se deu pelo fato de serem ambientes de maior permanência e, dessa maneira, os que mais influem na saúde e na sensação térmica dos usuários.

Cada aparelho foi instalado em tripé a 1,1 m do solo, na posição mais central possível do cômodo, mas em local que não atrapalhasse quaisquer atividades habituais dos habitantes da residência. Para tanto, houve participação e consentimento do responsável pela moradia. Os confortímetros foram programados para gravar dados das quatro variáveis, de minuto a minuto, durante todo o período de coleta.

Figura 6-15: Confortímetro e exemplo de sala e quarto levantados empiricamente

Os questionários tiveram por objetivo coletar a percepção e preferência de sensação e conforto térmico do voluntário idoso em um ambiente fechado e habitual para o mesmo. Após diversos testes, sua aplicação definitiva se deu no momento da retirada dos equipamentos de cada período (de inverno e de verão). Tomou-se por base a norma ISO 10551 (1995) e Monteiro e Alucci (2010).

O questionário formulado é dividido em duas seções: a primeira identifica por estimativa visual informações acerca das variáveis pessoais (resistência térmica da roupa e taxa metabólica). Já a segunda trata das variáveis subjetivas em si. Para tanto, foram criadas escalas como meio de aferir a avaliação e a qualificação do entrevistado perante o ambiente térmico e também o acústico.

Esse último inclui-se no questionário como meio de verificar a existência ou não de estresse acústico do entrevistado, pois esse fato pode influenciar negativamente as demais respostas. Em se tratando de influência, foram desenvolvidas outras questões que possivelmente permitissem a sua identificação. Dados como local de origem do entrevistado e tempo de residência na Grande São Paulo foram obtidos, já que o histórico termoclimático recente possui relevância. Assim como a verificação de alterações que influenciam atividades metabólicas, como, por exemplo, alimentação, ingestão de bebida alcoólica e medicação.

6.4.4. Tratamento de dados

Após a coleta dos dados obtidos a partir dos levantamentos empíricos, deu-se o tratamento dos mesmos para que análise comparativa posterior fosse realizada.

Em cada um dos dois períodos em que ocorreu o levantamento dos dados microclimáticos, fez-se uma seleção de um intervalo de tempo que se caracterizou por apresentar medições simultâneas em todos os confortímetros instalados, pois em alguns equipamentos foram detectados problemas de gravação, sendo que em alguns casos os mesmos foram reinicializados e as

medições retomadas. No entanto, em outros não houve o mesmo sucesso, apresentando perda de dados que não puderam ser contornadas.

Os dados referentes às medições de inverno compreenderam um intervalo de tempo total de seis dias, e os referentes às medições de verão compreenderam dez dias. Pela grande quantidade de dados obtidos, considerou-se medições para cada hora.

Para a análise das condições de conforto térmico de cada residência, utilizou-se o modelo apresentado na norma ASHRAE-55 (2013), o qual relaciona temperatura operativa interna com temperatura média mensal externa. A partir dessa relação, foi possível obter a porcentagem teórica de usuários satisfeitos mediante a condição térmica interna. Dessa maneira, a partir das medições realizadas nos períodos de inverno e verão, obtiveram-se as condições de conforto em cada residência. Para tanto, foi necessária a conversão das variáveis microclimáticas em temperatura operativa conforme a equação abaixo:

$$E6-5 \quad t_o = h_r \cdot t_{rm} + h_c \cdot t_{bs} / (h_r + h_c)$$

onde:

t_o = temperatura operativa, em °C;

t_{rm} = temperatura média radiante, em °C;

t_{bs} = temperatura de bulbo seco, em °C;

h_r = coeficiente linear de troca radiante, em W/m² °C;

h_c = coeficiente de troca convectiva, em W/m² °C.

Nesta pesquisa foram utilizados os coeficientes conforme consta em Nicol *et al.* (2012), adotando-se $h_r = 4,7 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$ para roupas usuais, e $h_c = 3,1 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$ para velocidades do ar inferiores a 2 m/s e pessoas em pé.

Para o cálculo da temperatura média mensal externa, tomou-se por base os dados horários obtidos pela estação meteorológica externa do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) referentes ao ano de 2013, em que foram realizados os levantamentos. Salienta-se que, para cada valor horário da temperatura média mensal externa utilizado para estabelecer as condições de conforto térmico, fez-se uma média entre os valores da mesma variável dos 30 dias anteriores. Tal razão se dá pelo aspecto da influência das condições climáticas recentes experienciadas pela pessoa.

6.4.5. Análise dos resultados e discussão

Com os dados tratados, partiu-se para a análise comparativa entre os dados reais do ambiente, os quais estabeleceram as condições de conforto térmico preditas pelo modelo adaptativo da norma ASHRAE-55 (2013), e as respostas subjetivas dadas pelos voluntários idosos, em termos de percepção de sensação e conforto térmico.

A tabela seguinte apresenta a caracterização microclimática do período de inverno e verão levantado nas moradias em cada bairro, o levantamento das respostas subjetivas e a porcentagem de pessoas satisfeitas prevista pela referida norma, considerando-se as variáveis ambientais levantadas empiricamente no momento das entrevistas, conforme elucidado nas explicações acerca dos levantamentos empíricos. Na tabela, tem-se que *sens* refere-se à percepção de sensação térmica e *conf*, de conforto térmico.

Tabela 6-5: Caracterização microclimática dos períodos levantados, resultados dos questionários e da aplicação do modelo adaptativo

bairro	período	t _a			t _m			ur			v _a			sens	conf	ASHRAE 55 (2013)
		med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min			
Cerqueira César	inverno	20,7	26,9	17,7	23,3	27,7	19,1	61	70	47	0,03	0,23	0,01	N	C	>80%
	verão	25,4	30,8	22,8	26,3	28,1	23,4	59	74	48	0,06	0,50	0,00	N	C	<80%
Aclimação	inverno	21,4	25,6	19,4	21,1	23,7	19,9	61	67	44	0,02	0,43	0,01	N	C	>80%
	verão	25,2	27,8	22,9	26,8	26,1	23,2	61	66	51	0,03	0,04	0,02	N	C	>80%
Vila Ida	inverno	21,7	29,4	18,0	21,6	27,3	19,0	63	73	46	0,01	0,11	0,00	N	C	<80%
	verão	25,1	30,0	21,4	25,6	29,4	21,9	65	71	49	0,00	0,04	0,00	N	C	>80%
Freguesia do Ó	inverno	22,7	30,8	18,6	23,0	28,4	18,6	57	65	33	0,03	0,23	0,00	N	C	<80%
	verão	25,9	31,5	23,2	25,7	28,4	23,1	60	69	44	0,03	0,27	0,00	N	C	>80%
Rio Pequeno	inverno	24,8	32,8	20,8	24,6	30,1	21,1	58	99	48	0,02	0,50	0,00	C	C	<80%
	verão	27,4	31,0	25,0	27,6	30,7	25,5	60	69	40	0,02	0,31	0,01	N	C	<80%
Brooklyn Novo	inverno	20,3	28,5	17,7	20,3	30,0	17,4	64	77	42	0,01	0,69	0,00	MC	D	<80%
	verão	24,3	31,2	21,6	24,4	31,8	21,7	61	99	44	0,03	0,20	0,00	MC	D	>80%

Legenda: *sens* = sensação térmica (MF = muito frio, F = frio, N = neutralidade, C = calor, MC = muito calor); *conf* = conforto térmico (C = conforto, D = desconforto)

Analisando as respostas dos questionários relacionados à percepção térmica, foi possível notar que a maioria dos voluntários idosos respondeu que não se encontrava nem com frio nem com calor e estava em conforto. De todos os voluntários, apenas o da residência do Brooklin Novo respondeu que estava com calor e desconfortável nos dois períodos. O voluntário do bairro do Rio Pequeno, apesar de ter respondido que estava com calor no período de inverno, disse que estava confortável com a situação. Dada as condições extremas e atípicas do período de verão de 2013 a 2014, é relevante apontar que as respostas obtidas relacionadas ao conforto térmico foram *confortável*.

Assim, apesar de ser uma pequena amostra, é possível notar certa tendência da não percepção do idoso frente a situações de desconforto térmico causadas principalmente por calor. No instante em que o questionário foi aplicado, observaram-se as variáveis microclimáticas que o confortímetro apresentava. Com isso, aplicou-se o modelo adaptativo da norma e estabeleceram-se os cenários naquele momento. No período de verão, das seis residências, apenas uma se encontrava dentro da zona de conforto da norma – Aclimação, com mais de 80% de usuários satisfeitos com o ambiente térmico. As cinco demais apresentavam situações de insatisfação térmica, sendo que as respostas obtidas pelos questionários eram de conforto térmico, em situação de sensação térmica, nem de frio nem de calor.

Como forma de síntese dos resultados, apresenta-se a totalidade dos horários medidos no período de verão e inverno em todas as residências plotados no gráfico proposto pela norma ASHRAE-55 (2013).

Figura 6-16: Condições de conforto térmico nos períodos de inverno e verão

Analisando as condições de conforto térmico segundo o modelo adaptativo, distingue-se claramente as duas condições obtidas (inverno e verão). Verifica-se que, no verão, a tendência de o usuário se encontrar em desconforto é maior do que no inverno. Quase um terço dos pontos do gráfico se encontra fora da zona de 80% de usuários satisfeitos, ainda que apenas em um caso empírico tenha se observado a declaração do desconforto térmico. Apenas para menção, apesar de o período de inverno não apresentar muitas situações de desconforto térmico, quando o faz, a sua quase totalidade é por situação térmica fria.

A discordância entre as respostas dos usuários e os resultados da aplicação do índice de conforto térmico pode reforçar a ideia de que, diante das situações extremas de calor previstas a partir das mudanças climáticas, o corpo dos idosos pode entrar em um esforço fisiológico intenso, pela possibilidade de haver certa defasagem no tempo de resposta do processo termorregulatório. Cabe ressaltar que muitos outros fatores influenciam essa defasagem, como adiposidade, prática de esportes, uso de certos medicamentos, entre outros. É importante salientar que os questionários serviram para demonstrar a expressão do usuário idoso perante o próprio ambiente, sem, contudo, apresentar a necessária relação entre esforço fisiológico e a sensação experimentada no ambiente.

6.4.6. Considerações finais

Ainda que com previsões distintas, têm-se cenários futuros de mudanças climáticas, assim como de envelhecimento populacional. Dessa maneira, é necessário buscar meios e estratégias de resiliência de edificações, bem como atender populações vulneráveis com necessidades especiais, como o caso da população idosa frente às condições climáticas cada vez mais acentuadas.

O objetivo fundamental de qualquer residência é servir como abrigo das condições externas. Assim, buscam-se internamente condições de conforto ambiental, entre elas o conforto térmico. Analisando a partir da perspectiva do modelo adaptativo, ainda que a sua base empírica seja preponderantemente de ambientes de trabalho, pode-se perceber que esta situação se adequa bem à realidade da moradia paulista, já que o modelo é direcionado a edificações condicionadas naturalmente e, considerando-se a grande massa de produção habitacional, não se tem condicionamento ativo.

Verificou-se nesta pesquisa que a percepção do idoso perante a própria realidade térmica difere daquela tida a partir do modelo de conforto térmico adaptativo. Pelo fato de a amostra ser reduzida e do caráter subjetivo dos questionários, não é possível chegar a algo conclusivo. No entanto, é possível apontar para certos indícios que podem vir a expressar certa tendência, no que se refere ao fato de os idosos não identificarem situações de desconforto térmico por calor e, portanto, encontrarem-se ainda mais vulneráveis ao estresse térmico devido ao aumento de temperatura.

Assim, é de importância atentar não só para esse público-alvo, cabendo à pesquisa e prática arquitetônica contribuir no desenvolvimento de novas tecnologias habitacionais como meio de interação entre as condições ambientais internas e externas.

6.5. Explorações com aquisição remota de dados

6.5.1. Considerações iniciais

Este estudo exploratório apresenta um aplicativo para aquisição remota de dados subjetivos para avaliação de espaços urbanos abertos. O objetivo do aplicativo é verificar a percepção dos usuários desses espaços quanto às condições ambientais de térmica, acústica, luz do dia e ergonomia. Ao aplicativo, atribuiu-se o nome Opine.

O aplicativo funciona como um modelo participativo que fornecerá subsídios quantitativos quanto à percepção dos usuários em espaços urbanos abertos. Os estudos na área de clima e conforto ambiental em espaços urbanos abertos pressupõem a obtenção de dados relativos às condições ambientais, pessoais e as opiniões dos usuários, reunidos a partir de respostas subjetivas. Os últimos anos mostraram que, apesar da tecnologia usada em pesquisas de campo, parte dessas informações poderia ser obtida de forma mais eficiente. Ademais, um aplicativo com recursos além de um questionário pode ser interessante para que as pessoas possam também expressar críticas para o desenvolvimento da pesquisa. O aplicativo foi concebido em ambiente Android, a princípio, para investigação em espaços abertos do campus Cidade Universitária Armando Salles Oliveira, em São Paulo, mas visa, na sequência, a aplicação em outros espaços urbanos abertos. A ideia central é de ser visualmente intuitivo, tornando ágil o processo de obtenção de dados e fornecendo cálculos simples, por exemplo, por meio da temperatura equivalente percebida (TEP), para avaliação do conforto em espaços urbanos abertos.

As atividades de desenvolvimento e implementação do aplicativo são relatadas por Monteiro *et al.* (2017), fazendo parte do escopo do projeto *Modelo participativo para avaliação do conforto ambiental em espaços abertos*, com auxílio à pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, em andamento entre 2016 e 2018, sob coordenação da professora Alessandra Prata Shimomura, tendo o autor como pesquisador associado.

6.5.2. Embasamento e contexto

Quando expostos a espaços urbanos abertos, os usuários estão sujeitos a condições climáticas de larga escala e ao ambiente construído adjacente. A geometria e densidade do ambiente urbano influenciam o aprisionamento de radiação solar e radiação de ondas longas emitidas pelas superfícies, perdas para a atmosfera e, ainda, a quantidade de calor antropogênico produzido. Por outro lado, uma superfície com vegetação reduz o calor na escala local ao gerar sombra e atenuar a incidência da radiação solar, além de evapotranspiração, principalmente em escalas maiores, por minimizar o fluxo de calor sensível para o ar. Essas condições podem fazer

com que os usuários percebam diferentes situações térmicas, sentindo mais ou menos conforto. Outras condições locais como de velocidade do ar e, ainda, características pessoais como de vestimentas e a atividade exercida pelo pedestre (caminhar, correr, permanecer sentado, entre outros) também contribuem para um nível mais alto ou mais baixo de conforto.

As relações das variáveis climáticas (temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação térmica) junto com a caracterização do ambiente físico (características físicas do entorno imediato que configuram o ambiente externo) possibilitam a compreensão das respostas obtidas dos usuários e respectivas percepções em termos de sensação térmica. São, assim, necessários estudos empíricos não apenas para determinar as características de aclimação e adaptação de uma população em um determinado contexto climático, mas também para a calibração dos índices de conforto para espaços urbanos abertos, exatamente devido, entre outras, às especificidades dessas características de aclimação e adaptação.

Os dois fatores pessoais comumente considerados nas pesquisas de conforto térmico são aqueles relacionados à atividade física, que determinam diferentes taxas metabólicas, e as vestimentas, que determinam diferentes isolamentos térmicos. Contudo, uma série de outros fatores distintos podem influenciar a sensação térmica, e serão aventados para possível consideração nesta pesquisa exploratória:

- fatores pessoais gerais como sexo, idade e etnia; questões pessoais específicas como alimentação, postura, e constituição física; ciclo biológico e ciclo menstrual;
- localização geográfica e clima, considerando o local de nascimento da pessoa e duração da aclimação para um determinado local;
- transição térmica, em que se é exposto a distintas condições ao longo do tempo;
- aquecimento ou resfriamento desigual do corpo, no qual a pessoa está sujeita a diferentes condições no espaço, como em situações de campos assimétricos de radiação, rajadas de vento e pisos quentes ou frios; e
- outros fatores, comuns em espaços abertos em áreas urbanas, como superlotação, ou fatores físicos como chuva, ruído e luz intensa.

6.5.3. Metodologia e procedimentos

O modelo participativo, desenvolvido por meio de um aplicativo móvel, visa a investigar a percepção do usuário sobre as condições ambientais (térmica, acústica, luz do dia e ergonomia) e caracterização física dos ambientes, com as respostas subjetivas sendo obtidas remotamente.

O aplicativo recebe, ainda, dados em tempo real a partir de estações meteorológicas, para definir possíveis situações de conforto, em função dos resultados, e indicá-las ao usuário do campus.

A decisão de desenvolver o modelo participativo por meio de um aplicativo móvel ocorreu pelos seguintes motivos:

- quantidade crescente de usuários de dispositivos móveis, sendo que os aplicativos estão ganhando cada vez mais espaço nas vidas dos usuários, por isso, vale seguir essa tendência de automatização de processos;
- exclusão da necessidade de um entrevistador, eliminando voluntários ou trabalho contratado, uma vez que se necessita de amostras consideráveis de usuários para garantir validade estatística;
- promoção de uma interface mais interativa e agradável para o usuário, permitindo que ele responda a uma série de perguntas em um momento que melhor lhe aprouver, possibilitando, assim, provável maior grau de confiabilidade nas respostas;
- facilidade de obtenção dos dados, que podem ser obtidos sem limitação de horário de trabalho dos entrevistadores, nem dos entrevistados, pois as pessoas podem responder durante sua estadia ou seus deslocamentos em espaços abertos;
- precisão do tempo e local de obtenção das informações, uma vez que com a obtenção móvel dos dados, o carimbo de data-hora-local da transmissão dos dados a partir dos dispositivos dos usuários permitirá uma análise mais adequada da influência do tempo e do local nas percepções de sensação e de conforto térmico dos usuários.

6.5.4. Área de estudo

O aplicativo Opine foi desenvolvido e testado, a princípio, no Campus Cidade Universitária Armando Salles Oliveira (CUASO), Universidade de São Paulo (USP). Segundo o *Anuário Estatístico USP* (2015), sobre as pessoas vinculadas à USP, a maioria da sua população abrange estudantes de graduação e pós-graduação (70% dos ocupantes do campus).

A figura a seguir mostra alguns exemplos de diferentes conformações espaciais (ruas, calçadas, áreas verdes, edifícios) que interferem nas condições de temperatura superficial do ambiente e na distribuição de velocidade do ar que os usuários devem enfrentar ao circularem pelo campus. Essas variações ocorrem uma vez que as áreas são expostas ao sol e à sombra e a barreira de ventos. A detecção de caminhos ou vias escolhidas pelos usuários permite a verificação de possíveis correlações com os espaços tidos como mais ou menos confortáveis.

Figura 6-17: CUASO e quatro pontos levantados com imagens térmicas

6.5.5. O modelo

O aplicativo Opine foi desenvolvido em linguagem de programação Java. A plataforma escolhida para o aplicativo foi o sistema Android, por ter um público bem mais amplo considerando a realidade brasileira. Segundo a ComTech (2017), o sistema Android é atualmente líder no Brasil, com 93,7% da fatia de mercado de dispositivos móveis, seguido pelo iOS, com 4,1%, e pelo Windows Phone, com 2,2%. O sistema de aquisição de dados é composto pelos dispositivos móveis e pelas estações meteorológicas, que alimentam um banco de dados com respostas subjetivas e condições climáticas, conectados por um servidor. A cada resposta dos usuários, os dados são direcionados ao banco de dados do sistema. A figura a seguir apresenta esquematicamente o modelo.

Figura 6-18: Diagrama esquemático do modelo

6.5.6. O aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido com base em alguns pré-requisitos: conter uma pesquisa clara, ser fácil e rápido para responder, ter perguntas e possibilidades de respostas de fácil compreensão, estimular os usuários a responder todas as perguntas, ser elaborado para um público amplo, usar uma linguagem visual adequada, desenhar a ergonomia para uma navegação fácil, gerar informações que possam ser usadas para índices de conforto.

A contribuição do usuário ao abrir o aplicativo é responder perguntas acerca de sua percepção dos espaços urbanos abertos, quanto às condições ambientais de térmica, acústica, iluminação e ergonomia.

O usuário acessa o aplicativo pelo telefone celular, tocando no ícone Opine. A tela inicial mostra o slogan “*Você está confortável?*”, conforme figura seguinte. Na sequência, na opção *Menu*, é exibido um texto explicando o objetivo e a utilidade do aplicativo, além de alertar sobre o uso da bateria do dispositivo e a não utilização de informações pessoais – além de horário e localização em que foram respondidas as perguntas, caso o usuário opte por utilizar o aplicativo. A mensagem de boas-vindas é:

“Bem-vindo! Este aplicativo tem por objetivo obter, de forma prática e dinâmica, informações acerca das percepções dos usuários sobre as condições ambientais em espaços ao ar livre. Suas respostas são muito importantes para uma análise crítica do procedimento desenvolvido para a obtenção remota de dados e para a avaliação das condições de conforto dos espaços urbanos abertos. Obrigado!”

Figura 6-19: Ícone do aplicativo exibido no dispositivo, tela inicial e menu de opções

Após acessar o aplicativo pela primeira vez, o usuário informa dados sobre idade, sexo, altura. A cada uso, informa vestimenta, atividade física (parado, caminhando, correndo), humor naquele momento e o tipo de espaço aberto em que se encontra. A figura a seguir mostra alguns exemplos de telas relacionadas a essas informações.

Figura 6-20: Configuração do entorno, idade e sexo e humor no momento

A entrada de informações iniciais é seguida por dez telas para obter do usuário informações sobre sua satisfação em relação a parâmetros ambientais no momento. Para essas informações, o usuário utiliza as barras deslizantes para informar a satisfação de 0% a 100%. A figura a seguir ilustra essas telas.

Figura 6-21: Telas com grau de satisfação do usuário em relação a diferentes quesitos

O aplicativo solicita o grau de satisfação do usuário com relação a dez diferentes quesitos. As perguntas formuladas, para serem respondidas por meio da barra deslizante de 0% a 100% de satisfação, são:

1. Como você se sente em relação a esse lugar?
2. Como você se sente em relação à qualidade do ar?
3. Como você se sente em relação ao barulho do ambiente?
4. Como você se sente em relação à quantidade de luz?
5. Como você se sente em relação à temperatura?
6. Como você se sente em relação à umidade?
7. Como você se sente em relação ao sol?
8. Como você se sente em relação ao vento?
9. Como você se sente em relação à quantidade de vegetação?
10. Como você se sente em relação à calçada?

Outras três perguntas abrangem informações adicionais: opinião sobre predominância de vegetação na área (de ausente a grande predominância), largura da calçada (de muito estreita a muito larga); e ausência de bancos para sentar, lixeira e bicicletário, conforme demonstrado na figura a seguir.

Figura 6-22: Telas com opinião acerca de questões adicionais

6.5.7. Tratamento de dados

Para a consideração dos dados obtidos, está-se em processo de tratamento dos mesmos. Inicialmente, aplica-se a temperatura equivalente percebida (TEP), originalmente proposta por Monteiro (2008), considerando-se algumas adaptações. Assim, para calcular a temperatura equivalente percebida, considera-se as quatro variáveis microclimáticas comumente usadas em estudos de conforto térmico (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e radiação solar), obtidas de estação meteorológica; considera-se ainda as condições ambientais e pessoais informadas pelo usuário e, finalmente, as suas respostas subjetivas acerca da percepção da ambiência térmica. Tem-se, então, inicialmente a apresentação de uma avaliação geral das condições climáticas, considerando-se a seguinte equação de temperatura equivalente percebida, conforme colocado por Monteiro (2018).

$$TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

I_g = radiação solar global, em W/m²;

v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em m/s.

Na sequência, consideram-se também em específico as condições ambientais e pessoais informadas pelo usuário, encontrando-se um valor de temperatura equivalente percebida para aquela situação particular em avaliação. Assim, utiliza-se a equação originalmente proposta por Monteiro (2008), que considera as variáveis microclimáticas, as variáveis taxa metabólica e resistência térmica da roupa e, ainda, leva em conta a aclimação e adaptação, indicadas por meio da experiência climática anterior, utilizando-se a temperatura média do ar e considerando os registros dos 30 dias anteriores. A equação é apresentada na sequência.

$$E6-6 \quad TEP = -29,877 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar} - \\ - 0,1742 \cdot t_m + 5,118 \cdot M + 38,023 \cdot I_{cl}$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

ur = umidade relativa, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s;

M = taxa metabólica, em met;

I_{cl} = resistência térmica da vestimenta ao calor sensível, em clo;

t_m = temperatura média do ar dos 30 dias anteriores, em °C.

Para exposição à radiação solar, considera-se o cálculo da temperatura radiante média, iniciando-se com valor numericamente igual à temperatura do ar, considerando-se um fator de visão de céu porcentual em função da tipologia escolhida pelo usuário do aplicativo e temperaturas superficiais do entorno numericamente iguais à temperatura do ar. Procede-se às perdas de onda longa para fundo de céu e aos ganhos de radiação difusa em função do fator de visão de céu, aos ganhos por reflexão e aos ganhos de radiação direta em função da altura solar, considerando-se o horário e data do dado climático. Para exposição ao vento, corrigiram-se os valores de velocidade desse, tomados a 10 m de altura, para a altura do pedestre, a 1,1 m do chão, segundo o apresentado pela BSI (1991).

$$E6-7 \quad v = v_m \cdot k \cdot z^a$$

onde:

v = velocidade do vento na altura z , em m/s;

v_m = velocidade do vento na estação meteorológica (10 m de altura), em m/s;

z = altura de referência, em m;

k, a = coeficientes de terreno, adimensionais.

Consideraram-se os coeficientes de terreno para cidades, adotando-se $k = 0,21$ e $a = 0,33$; mas poderiam ser adotados outros coeficientes, de acordo com a geolocalização do usuário do aplicativo. Para a consideração da velocidade relativa entre o ar e o indivíduo, utiliza-se a equação seguinte, proposta por Blazejczyk (2001).

$$E6-8 \quad v_r = (v_{ar} + v_i)^{0,4}$$

onde:

v_r = velocidade relativa entre o ar e o indivíduo, em m/s;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s;

v_i = velocidade do indivíduo, em m/s.

No caso da falta de alguma informação, para dar o retorno para o usuário acerca do valor da temperatura equivalente percebida da situação particular avaliada, recorre-se às suposições dos valores do ambiente de referência da TEP – temperatura radiante média igual à temperatura do ar: $t_{rm} = t_{ar}$; velocidade do ar aproximadamente igual a zero: $v_{ar} = 0,1$ m/s; umidade relativa igual a cinquenta por cento: $ur = 50\%$; e, ainda, valores de referência das demais variáveis – temperatura média anual segundo a base de dados climática utilizada: $t_m = 19,3$ °C; valor de taxa metabólica adotada para os levantamentos empíricos: $M = 1,3$ met; valor de isolamento da roupa verificado na temperatura equivalente percebida de neutralidade: $I_{cl} = 0,6$ clo.

Contudo, a ideia central do aplicativo é ter esses dados e proceder não só à avaliação dos espaços urbanos abertos, mas, também, à verificação mais ampla e abrangente do próprio índice de temperatura equivalente percebida.

6.5.8. Considerações finais

Apresentou-se o desenvolvimento de aplicativo para telefone celular para obtenção de dados do usuário, focando em sua facilidade de compreensão e legibilidade, buscando telas que fossem intuitivas e com identidade visual relacionada ao tema.

Ademais, ele fornece um índice de conforto que pode ser usado adequadamente para prever o conforto térmico em espaços abertos na cidade de São Paulo. A temperatura equivalente percebida apresenta boas correlações com os resultados obtidos em diferentes situações da cidade, conforme apresentado ao longo desta pesquisa maior e, inclusive, em outras situações urbanas de clima semelhante, conforme será considerado no próximo capítulo.

O desenvolvimento e aperfeiçoamento do aplicativo pode auxiliar em diversas pesquisas de conforto ambiental, uma vez que auxilia sobremaneira o pesquisador, ao tirar a sobrecarga de distribuir e coletar formulários ou realizar entrevistas, além de possibilitar amostragens mais amplas e com distribuições temporais e espaciais mais significativas.

Os maiores desafios encontrados no momento são: motivar o usuário a responder recorrentemente a pesquisa no aplicativo em diferentes dias e horários, para ampliar as amostras e possuir séries históricas dos mesmos indivíduos; e, a partir do momento que o primeiro desafio tiver sido superado, desenvolver pesquisas que contemplem de maneira abarcativa as diversas características não relacionadas ao ambiente térmico, para proporcionar análises e discussões que permitam a consideração do conforto ambiental em espaços urbanos abertos de forma integrada.

6.6. Explorações em cenários climáticos futuros

6.6.1. Introdução

São realizadas aqui explorações preditivas com a temperatura equivalente percebida (TEP) em cenários climáticos futuros para a cidade de São Paulo. Este exercício teórico visa demonstrar a aplicação prática do Índice e fazer previsões de possíveis situações de adequação térmica em espaços urbanos abertos dado os panoramas de mudanças climáticas.

Ressalta-se que os arquivos climáticos a serem apresentados na sequência foram produzidos dentro do escopo do projeto, já apresentado, *Biometeorologia humana: análise dos efeitos de variáveis ambientais (meteorológicas, conforto térmico e poluição atmosférica) e das mudanças climáticas na população geriátrica da cidade de São Paulo*, com auxílio à pesquisa, categoria temático, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, realizado entre 2011 e 2016, sob coordenação do professor Fábio Gonçalves, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), envolvendo pesquisadores da Faculdade de Medicina (FM), Escola Politécnica (EP) e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU).

6.6.2. Cenários climáticos

Para a realização de explorações em cenários climáticos futuros foram utilizados dados de temperatura e umidade do ar simulados utilizando o cenário RCP 8.5 (*Representative Concentration Pathways*) do IPCC AR5 (*The Fifth Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change*), cenário que representa o maior nível de emissões estimadas e, por conseguinte, o maior aumento de temperatura. As simulações foram realizadas por Llopart *et al.* (2014), a partir do modelo regional RegCM4 (*Regional Climatic Model 4*) e global MPI (*Max-Planck Institute for Meteorology*).

Os dados de temperatura e umidade do ar obtidos para as 8760h do ano são referentes a quatro cenários: presente (1975 a 2004), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2075 a 2094). Com relação a dados de vento, as simulações de Rocha *et al.* (2015) indicam que os resultados do modelo não são conclusivos para valores de superfície e, ainda segundo Llopart *et al.* (2014), a radiação solar não varia nos modelos considerados.

Assim, o tratamento dos dados para a consideração de velocidade do vento, nebulosidade, radiação global e radiação difusa foi realizado por Alves (2014), que utilizou como base arquivo

climático *Test Meteorological Year* (TMY) do projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA), da base do aeroporto de Congonhas, São Paulo, ano 1984, considerando em relação a ele as diferenças de temperatura e umidade do ar encontradas nos dados simulados, de modo a criar quatro novos arquivos climáticos. São esses arquivos que são utilizados nesta exploração.

As tabelas a seguir apresentam os valores médios mensais de temperatura do ar e umidade relativa nos cenários em consideração.

Tabela 6-6: Temperatura do ar média mensal nos cenários simulados

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	21,2	20,9	19,9	18,1	16,3	14,8	13,7	14,3	16,1	17,8	18,6	19,8	17,6
futuro próximo	21,8	21,9	20,8	19,0	17,3	15,5	14,8	15,4	17,5	19,0	19,4	20,5	18,6
futuro intermediário	22,8	22,7	21,9	20,2	18,4	16,8	15,9	16,8	19,4	20,3	21,2	21,9	19,9
futuro distante	24,4	23,6	22,8	21,1	19,7	18,0	16,6	18,3	20,5	22,4	22,3	23,1	21,1

Tabela 6-7: Umidade relativa média mensal nos cenários simulados

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	82	82	83	83	81	80	79	78	77	79	80	81	80
futuro próximo	82	83	84	82	81	80	79	78	77	78	81	82	80
futuro intermediário	82	84	83	83	81	80	79	77	74	78	80	82	80
futuro distante	82	82	83	82	80	79	79	76	71	72	79	81	79

Considerando-se os cenários climáticos simulados, conforme se verifica, a variação média da temperatura do ar média mensal do cenário presente para o futuro próximo é de 1,0 °C, variando mês a mês de 0,6 a 1,4 °C; para o cenário futuro intermediário, é de 2,3 °C, variando de 1,6 a 3,3 °C; e para o cenário futuro distante é de 3,5 °C, variando de 2,7 a 4,6 °C.

Com relação à umidade relativa média mensal, verifica-se que a variação média anual é sempre menor que 1%, com variação mensal também sempre menor que 1%, salvo a variação de duas ocorrências do cenário presente para o cenário futuro intermediário, em que se registrou +2% e -3%, e três ocorrências para o cenário futuro distante, em que se registrou -2%, -6% e -7%.

Observa-se, portanto, que a umidade relativa mantém-se constante em todos os cenários – excetuando-se os meses de setembro e outubro no cenário futuro distante, mas, mesmo assim, com variação não significativa para as análises que serão aqui consideradas.

Desta forma, uma vez que, conforme já apresentado, os dados de radiação solar e vento são os mesmos para todos os cenários climáticos, as diferenças a serem encontradas nos resultados comparativos se darão em função da variável temperatura do ar. Contudo, vale ressaltar que, ainda que a umidade relativa mantenha-se a mesma, com o aumento consecutivo dos valores da temperatura do ar nos subsequentes cenários climáticos futuros, tem-se o consequente aumento da umidade absoluta nos respectivos cenários.

Conforme será apresentado no item a seguir, ainda que não se tenham prognósticos de variação de valores de radiação solar e de vento, a consideração de diferentes valores dessas variáveis é de importância para a simulação de diferentes cenários urbanos.

6.6.3. Cenários urbanos

Devido à diversidade de configurações possíveis em espaços urbanos abertos, foram analisadas quatro alternativas de configurações de exposição para a avaliação do conforto térmico: a céu aberto e exposto ao vento; a céu aberto e protegido do vento; sombreado e exposto ao vento; e sombreado e protegido do vento.

Os valores da intensidade da irradiância solar e da velocidade do ar utilizados, assim como os de temperatura e umidade relativa do ar, são extraídos dos bancos de dados climáticos de referência, com 8760h, conforme apresentado no subitem anterior.

Para a avaliação das condições de sensação térmica, com base nas condições climáticas, considera-se a seguinte equação de temperatura equivalente percebida, conforme colocado por Monteiro (2018).

$$E6-9 \quad TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

onde:

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

I_g = radiação solar global, em W/m²;

v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em m/s.

Para cenários de bloqueio de radiação por sombreamento, dependendo da configuração urbana, pode ser aplicado um fator que normalmente varia de 0,2 – 0,8. Igualmente, para bloqueio de vento, pode ser aplicado também um fator de 0,2 – 0,8; dependendo do bloqueio considerado, levando-se em conta os dados dos levantamentos realizados ao longo desta pesquisa.

Na prática, para ser conservador em situações urbanas gerais de espaços abertos, podem ser adotados os seguintes valores para simulação expedita de cenários:

- 20% do valor da radiação térmica durante o dia em sombra plena (considerando difusa, refletida, emitida por superfícies do entorno) para cálculos de situações ambientais quentes típicas de verão;
- 20% do valor da velocidade do vento, mesmo com situação de barreira de vento (considerando imprevisibilidades e fluxo local de ar), para cálculo de situações ambientais frias típicas de inverno.

Ainda para manter o aspecto conservador das simulações, serão considerados valores nulos de radiação, para sombra plena em situações ambientais frias típicas de inverno, e valores nulos de velocidade do vento, para cenários com barreiras em situações ambientais quentes típicas de verão. Por simplificação, para as estações de primavera e outono, adotou-se valores intermediários de 10% para os valores de radiação térmica e velocidade do vento.

6.6.4. Resultados

Apresentam-se aqui os resultados para as quatro situações urbanas:

- a céu aberto e exposta ao vento;
- a céu aberto e protegida do vento;
- sombreada e exposta ao vento; e
- sombreada e protegida do vento.

Para cada uma delas, consideram-se os quatro cenários climáticos:

- presente (1975 a 2004);
- futuro próximo (2015 a 2044);
- futuro intermediário (2045 a 2074); e
- futuro distante (2075 a 2094).

Figura 6-23: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – céu aberto e exposto ao vento

Figura 6-24: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – céu aberto e protegido do vento

Figura 6-25: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – à sombra e exposto ao vento

Figura 6-26: Gráficos para visualização de mínimas e máximas – à sombra e protegido do vento

6.6.5. Análise dos resultados e discussão

Observando-se os gráficos de situação urbana a céu aberto e exposta ao vento, verifica-se que, em todos os cenários climáticos, a maior concentração de sensação térmica se dá na faixa de neutralidade (48,0%, 51,3%, 53,1% e 51,2% das horas do ano para cenários presente, futuro próximo, futuro intermediário e futuro distante, respectivamente). Contudo, nota-se que no cenário atual há uma concentração secundária na faixa de pouco calor, que vai enfaticamente se acentuando nos cenários futuros (16,2%, 18,6%, 22,4% e 27,2%). O aumento proporcional de número de horas é maior para a faixa de calor (4,9%, 5,9%, 7,5% e 9,3%) e, na faixa de muito calor, o aumento é ainda mais significativo (0,1%, 0,1%, 0,5% e 0,9%). Há o consequente decréscimo da porcentagem de horas nas faixas de pouco frio (28,8%, 22,6%, 15,8% e 11,3%) e frio (2,0%, 1,4%, 0,7% e 0,2%). Não há ocorrências percentuais significativas na faixa de muito frio, apenas casos isolados durante a madrugada no cenário climático presente.

Considerando que os espaços urbanos abertos são utilizados, grosso modo, das 6h às 22h, a mesma análise pode ser realizada verificando-se as ocorrências para esse período, observando-se os respectivos acréscimos percentuais nas faixas de calor e decréscimos nas faixas de neutralidade e frio. Assim, para o período horário em consideração, para a situação a céu aberto, tem-se 45,3%, 46,1%, 44,8% e 41,4% das horas do ano na faixa de neutralidade, respectivamente para cenários presente, futuro próximo, futuro intermediário e futuro distante. Conforme se observa, diminui-se significativamente a porcentagem de horas em neutralidade térmica, em relação às 24 horas do dia, uma vez que o período das 22h às 6h não é considerado.

Considerando-se, ainda, o período das 6h às 22h, na faixa de pouco calor, tem-se 24,3%, 27,4%, 31,2% e 35,0%; na faixa de calor, 7,4%, 8,8%, 11,3% e 13,9%; e na faixa de muito calor, 0,1%, 0,2%, 0,8% e 1,3%, respectivamente para cenários presente, futuro próximo, futuro intermediário e futuro distante. Na faixa de pouco frio, tem-se 21,2%, 16,3%, 11,4% e 8,0%; na de frio, 1,6%, 1,2%, 0,6% e 0,2%; e não há ocorrências de muito frio nesse período de dezesseis horas em nenhum cenário climático. Verifica-se, assim, que, em relação ao período de 24 horas, conforme esperado devido a não consideração do período das 22h às 6h, aumenta-se significativamente as porcentagens nas faixas de calor e se reduz significativamente as porcentagens nas faixas de frio. Ademais, acentua-se essa tendência a cada cenário climático que se segue, conforme a tendência de aumento da temperatura do ar, já discutida anteriormente.

A tabela a seguir traz as porcentagens de sensação térmica recém-discutidas para os cenários climáticos, considerando as 24 horas do dia e o período das 6h às 22h. Traz-se, ainda, além do cenário a céu aberto e exposto ao vento, os demais cenários urbanos para subsequente comparação de resultados, por meio da tabela e dos demais gráficos recém-apresentados.

Comparando-se os gráficos das situações urbanas a céu aberto exposta ao vento e protegida do vento, observa-se aumento dos valores de TEP, que são correspondentes às reduções assumidas a 0%, 20% e 10% do valor da velocidade do vento para situações respectivamente de verão, inverno e meia estação, conforme colocado no item acerca da apresentação dos cenários urbanos. Desta forma, a situação urbana a céu aberto e protegida do vento apresenta melhores resultados em termos de sensação térmica para os períodos mais frios, com maior quantidade de horas na faixa de neutralidade em todos os cenários climáticos e, por outro lado, resultados mais críticos em termos de períodos mais quentes, com maior quantidade de horas nas faixas de pouco calor e calor. Essa análise, por períodos do ano, considerando em específico o impacto negativo no período mais quente, será realizada no subitem subsequente.

Em relação à situação urbana a céu aberto protegida pelo vento, vale observar que, considerando as horas de maior uso dos espaços urbanos abertos, das 6h às 22h, do cenário climático presente para os futuros, tem-se a inversão da maior concentração da quantidade de horas da faixa de neutralidade (45,7%, 44,3%, 39,6% e 34,1%, respectivamente para presente, futuro próximo, futuro intermediário e futuro distante) para a faixa de pouco calor (30,4%, 32,8%, 36,8% e 40,4%). Observa-se, ainda, aumento nas faixas de calor (11,6%, 3,6%, 16,2% e 18,9%) e muito calor (0,5%, 1,0%, 2,0% e 3,3%), redução na faixa de pouco frio (11,4%, 8,0%, 5,3% e 3,3%) e ausência de horas na faixa de frio nos cenários futuros intermediário e distante (0,4%, 0,2%, 0,0% e 0,0%).

Considerando os gráficos da situação à sombra e exposta ao vento, observa-se exatamente o contrário. Com relação à comparação com os gráficos da situação urbana a céu aberto e exposta ao vento, observa-se diminuição dos valores de TEP, que são correspondentes às reduções assumidas a 20%, 0% e 10% do valor da radiação solar para situações respectivamente de verão, inverno e meia estação, conforme também colocado no item acerca da apresentação dos cenários urbanos. Consequentemente, a situação à sombra e exposta ao vento apresenta melhores resultados em termos de sensação térmica, com maior quantidade de horas na faixa de neutralidade em todos os cenários climáticos (e de forma crescente nos cenários futuros) e resultados mais críticos em termos de períodos mais frios para o cenário presente, com quantidade significativa de horas na faixa de pouco frio, invertendo essa tendência até chegar ao cenário futuro distante, em que se tem quantidade significativa de horas na faixa de pouco calor. Essa análise, contrastando as situações urbanas extremas, a céu aberto e exposta ao vento e à sombra e protegida do vento, também será detalhada no subitem subsequente.

Ainda em relação à situação à sombra e exposta ao vento, vale mencionar que, considerando o período das 6h às 22h, levando-se em conta todas as situações urbanas em questão, tem-se a

maior estabilidade de número de horas em neutralidade térmica ao longo dos cenários climáticos (55,1%, 59,6%, 60,7% e 59,3%, respectivamente para presente, futuro próximo, futuro intermediário e futuro distante). Em contrapartida, verifica-se ao longo dos cenários futuros acentuado crescimento das porcentagens na faixa de pouco calor (9,2%, 12,9%, 19,9% e 27,4%) e compatível decréscimo na faixa de pouco frio (33,2%, 25,6%, 18,3% e 12,3%). O mesmo comportamento, com concentração de horas muitíssimo menor, verifica-se também nas faixas de calor (0,0%, 0,0%, 0,1% e 0,4%) e frio (2,5%, 2,0%, 1,0% e 0,6%). Não há ocorrências nas faixas de muito calor e muito frio.

Considerando-se os gráficos de situação urbana à sombra e protegida do vento, observa-se, comparativamente com as outras situações urbanas, a maior concentração de horas na faixa de neutralidade, porém, à medida em que comparamos com os cenários climáticos futuros, há tendência a diminuir essa concentração (64,7%, 64,1%, 58,7% e 51,1%, considerando o período das 6h às 22h). Ao mesmo tempo, assim como na situação à sombra e exposta ao vento, verifica-se acentuado crescimento das porcentagens na faixa de pouco calor (17,3%, 23,3%, 33,2% e 42,2%) e decréscimo na faixa de pouco frio (17,2%, 12,1%, 7,5% e 4,8%). Da mesma forma, com porcentagens também muitíssimo menores, verificam-se acréscimos nas porcentagens da faixa de calor (0,0%, 0,1%, 0,5% e 1,8%) e decréscimos na de frio (0,7%, 0,4%, 0,0% e 0,0%). Novamente, não há ocorrências nas faixas de muito calor e muito frio.

Para sumarizar os resultados recém-apresentados, a tabela que se segue traz, em relação ao cenário presente, a variação percentual de horas do ano por faixa de sensação térmica, para o período das 6h às 22h, para os cenários futuro próximo, intermediário e distante, para cada um dos quatro cenários urbanos. Conforme pode-se depreender da análise realizada, as faixas de neutralidade dos quatro cenários urbanos apresentam sempre a maior quantidade de horas (exceto no caso a céu aberto e protegido do vento no cenário futuro distante, em que a faixa de pouco calor predomina), mas do presente para os cenários futuros apresenta pequenas oscilações percentuais (de -25% a +10%). As faixas de pouco calor apresentam a segunda maior quantidade de horas (exceto no caso já citado), sempre com valores crescentes em cada cenário futuro (de 8% a 198%). Já as faixas de calor e muito calor apresentam quantidades de horas muito variáveis conforme o cenário urbano e climático, variando razoavelmente (18%, 40% e 64%) em situação com grande quantidade de horas (a céu aberto e protegido do vento) e variando enormemente (5x, 31x e 106x) em situação com relativa pequena quantidade de horas (à sombra e protegida do vento). Essa relativa pequena quantidade de horas será discutida no subitem subsequente. Por fim, as faixas de pouco frio apresentam sempre reduções percentuais gradativas (de 23% a 72%), assim como as faixas de frio (de 21% a 100%). Conforme visto, não há ocorrências de muito frio para o período das 6h às 22h.

Tabela 6-9: Variação percentual de horas do ano por faixa de sensação térmica (6h-22h)

TEP	número de horas por ano das 6h às 22h				variação percentual em relação ao presente		
sensação térmica	presente	futuro próximo	futuro interm.	futuro distante	futuro próximo	futuro interm.	futuro distante
a céu aberto e exposto ao vento							
muito calor	8	12	45	77	50%	463%	863%
calor	432	515	659	814	19%	53%	88%
pouco calor	1417	1599	1822	2045	13%	29%	44%
neutralidade	2647	2690	2615	2420	2%	-1%	-9%
pouco frio	1240	952	665	470	-23%	-46%	-62%
frio	96	72	34	14	-25%	-65%	-85%
muito frio	0	0	0	0	-	-	-
a céu aberto e protegido do vento							
muito calor	31	61	118	191	97%	281%	516%
calor	676	795	947	1106	18%	40%	64%
pouco calor	1774	1913	2149	2360	8%	21%	33%
neutralidade	2668	2587	2315	1989	-3%	-13%	-25%
pouco frio	668	470	310	194	-30%	-54%	-71%
frio	23	14	1	0	-39%	-96%	-100%
muito frio	0	0	0	0	-	-	-
à sombra e exposto ao vento							
muito calor	0	0	0	0	-	-	-
calor	1	2	6	21	100%	500%	2000%
pouco calor	537	754	1162	1598	40%	116%	198%
neutralidade	3220	3478	3547	3464	8%	10%	8%
pouco frio	1938	1493	1068	721	-23%	-45%	-63%
frio	144	114	57	36	-21%	-60%	-75%
muito frio	0	0	0	0	-	-	-
à sombra e protegido do vento							
muito calor	0	0	0	0	-	-	-
calor	1	5	31	106	400%	3000%	10500%
pouco calor	1013	1362	1941	2467	34%	92%	144%
neutralidade	3778	3741	3430	2983	-1%	-9%	-21%
pouco frio	1005	707	436	283	-30%	-57%	-72%
frio	43	25	2	1	-42%	-95%	-98%
muito frio	0	0	0	0	-	-	-

Ressalta-se aqui que a tabela recém-apresentada traz, além das variações percentuais, também o número de horas por ano, das 6h às 22h – totalizando 5840h, verificadas em cada faixa de sensação térmica para cada cenário de situação urbana em cada cenário climático. Essa informação é importante uma vez que as variações percentuais são apenas para sintetizar a discussão realizada previamente, dado que, conforme argumentou-se no último parágrafo, uma quantidade maior ou menor de horas leva a alterações percentuais respectivamente menores ou maiores, e não necessariamente com o mesmo impacto. Dessa forma, a apresentação do número de horas em cada faixa, ainda que não seja o objetivo da tabela, ajuda a retomar a informação central contida nos gráficos apresentados no item anterior, acerca da concentração dos resultados da temperatura equivalente percebida em cada uma das faixas de sensação térmica.

Após essa análise e discussão geral, na sequência, serão considerados alguns resultados específicos, já apontados no texto, e outros deles decorrentes.

6.6.6. Análise de resultados específicos e discussão

A tabela a seguir aponta, de maneira destacada, e comparativa para os cenários presente e futuro distante, as maiores concentrações percentuais encontradas para cada uma das quatro situações urbanas. Cada valor percentual total exibido na última linha é a soma dos respectivos valores destacados.

Tabela 6-10: Variação percentual comparativa de horas do ano por faixa de sensação térmica (6h-22h)

TEP	a céu aberto e exposto ao vento		a céu aberto e protegido do vento		à sombra e exposto ao vento		à sombra e protegido do vento	
	presente	futuro distante	presente	futuro distante	presente	futuro distante	presente	futuro distante
muito calor	0,1	1,3	0,5	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
calor	7,4	13,9	11,6	18,9	0,0	0,4	0,0	1,8
pouco calor	24,3	35,0	30,4	40,4	9,2	27,4	17,3	42,2
neutralidade	45,3	41,4	45,7	34,1	55,1	59,3	64,7	51,1
pouco frio	21,2	8,0	11,4	3,3	33,2	12,3	17,2	4,8
frio	1,6	0,2	0,4	0,0	2,5	0,6	0,7	0,0
muito frio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
total	98,2	98,3	99,1	96,7	97,5	99,0	99,2	98,1

Observa-se que, nos cenários a céu aberto, a maior concentração de horas se dá nas faixas quentes e tendem a se concentrar ainda mais nas faixas quentes no futuro. Nos cenários à sombra, no futuro, também há a tendência de concentração nas faixas mais quentes. Somado a isso, ressalta-se que é consideravelmente mais fácil projetar-se um espaço urbano protegido do sol, do que garantir exposição ao vento, seja pela inconstância desse, ou pela própria dinâmica do tecido urbano. Assim, para analisar comparativamente um cenário extremo para condições de verão – que serão as mais problemáticas com o aquecimento futuro, mas completamente factível de ser realizado e concretizado no meio urbano, seleciona-se aqui a situação à sombra e protegida do vento. Contudo, ressalta-se que o mesmo raciocínio poderia ser aplicado para qualquer outra situação.

Considerando-se essa situação urbana, verifica-se que 99,2%, hoje, e 98,1%, no futuro distante, das horas do ano, entre o período das 6h e 22h, estão em sensação de pouco frio, neutralidade ou pouco calor. É evidente e expressivo o aumento de 17,3% para 42,2% das horas na faixa de pouco calor. Por outro lado, mencionou-se no subitem anterior que houve variação enorme (106x) em situação com relativa pequena quantidade de horas (1 e 106). Ressalta-se aqui essa relativa pequenez, lembrando que no presente praticamente inexistente calor em situação à sombra protegida do vento (retomando que foram consideradas as reduções à 0%, 20% e 10% para verão, inverno e meia estação, respectivamente). Portanto, considerar que no cenário futuro distante haverá 106 horas de calor é afirmar que haverá em torno de 33 dias no ano (dado obtido por meio da simulação realizada), o que resultaria em média 3,2h ao longo da tarde desses dias proporcionando sensação de calor – enquanto que no presente apresentavam sensação de pouco calor, quantidade bastante expressiva.

Enfatiza-se a mesma questão para, por exemplo, o cenário urbano crítico de verão, a céu aberto e protegido do vento, em que se tem muito calor para 0,5%, hoje, e 3,3%, no futuro distante, das horas do ano, entre o período das 6h e 22h. Esses valores referem-se a 31 e 191 horas. Também por meio das respectivas simulações realizadas, tem-se um aumento de 17 dias com média de 1,8h de sensação de muito calor para 45 dias com média de 4,2h de sensação de muito calor, quantidade extremamente expressiva.

Por fim, vale ressaltar que a análise em termos dos limites das faixas de sensação térmica é realizada apenas para dar ordem do impacto previsto, pois, independente de seus limites, o aquecimento verificado proporciona um deslocamento contínuo, conforme se pode observar nos gráficos apresentados acerca da distribuição anual dos valores de temperatura equivalente percebida para cada um dos quatro cenários urbanos, em que cada um deles considera comparativamente os quatro cenários climáticos.

Na sequência, a tabela seguinte apresenta um resumo da temperatura equivalente percebida (TEP) média mensal verificada em cada um dos cenários urbanos e cenários climáticos. Do cenário presente para o futuro próximo, verifica-se um aumento mensal de 0,6 a 1,4% e anual de 0,9 a 1,1%; para o futuro intermediário, aumento mensal de 1,6 a 3,0% e anual de 2,2%; e para o futuro distante, aumento mensal de 2,6 a 4,2% e anual de 3,3%. A tabela apresenta ainda duas situações em destaque, a serem discutidas a seguir.

Tabela 6-11: TEP médias em diferentes situações urbanas e cenários climáticos

a céu aberto exposta ao vento	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	26,6	25,9	25,7	23,8	20,2	19,4	19,0	20,1	20,7	21,9	22,8	25,4	22,6
futuro próximo	27,2	26,8	26,6	24,7	21,2	20,1	20,1	21,2	22,0	23,1	23,7	26,2	23,6
futuro intermediário	28,2	27,7	27,7	25,9	22,3	21,4	21,2	22,6	23,7	24,4	25,4	27,6	24,8
futuro distante	29,8	28,5	28,6	26,7	23,5	22,5	21,9	23,9	24,6	26,0	26,4	28,7	25,9
a céu aberto protegida do vento	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	28,5	28,7	27,7	25,4	22,2	20,4	20,0	21,5	22,6	24,1	25,5	27,5	24,5
futuro próximo	29,1	29,6	28,6	26,2	23,1	21,1	21,1	22,6	23,9	25,3	26,4	28,2	25,5
futuro intermediário	30,1	30,6	29,7	27,4	24,2	22,4	22,2	24,0	25,3	26,4	27,8	29,5	26,6
futuro distante	31,7	31,4	30,6	28,3	25,4	23,5	22,9	25,3	26,5	28,3	29,1	30,8	27,8
à sombra exposta ao vento	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	24,0	23,3	23,5	21,7	18,5	17,8	17,1	17,8	18,3	19,3	19,9	22,4	20,3
futuro próximo	24,6	24,3	24,4	22,5	19,4	18,5	18,2	18,9	19,7	20,5	20,8	23,2	21,3
futuro intermediário	25,6	25,2	25,5	23,7	20,6	19,8	19,3	20,3	21,3	21,8	22,6	24,6	22,5
futuro distante	27,2	26,0	26,4	24,6	21,8	20,9	20,0	21,6	22,3	23,4	23,5	25,7	23,6
à sombra protegida do vento	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
presente	25,9	26,2	25,5	23,2	20,4	18,8	18,2	19,2	20,2	21,5	22,6	24,5	22,2
futuro próximo	26,6	27,1	26,4	24,1	21,4	19,5	19,2	20,3	21,5	22,7	23,5	25,2	23,1
futuro intermediário	27,5	28,1	27,4	25,3	22,5	20,8	20,3	21,7	23,2	24,1	25,2	26,7	24,4
futuro distante	29,1	28,9	28,4	26,1	23,7	21,9	21,0	23,0	24,1	25,7	26,2	27,8	25,5

Conforme se verifica na tabela, observando os valores de temperatura equivalente percebida média mensais para os quatro cenários climáticos, as situações ambientais críticas em termos de calor e de frio são, respectivamente, no mês de janeiro a céu aberto e protegida do vento e no mês de julho à sombra e exposta ao vento. Considerando-se frequência de ocorrência de 90% em cada um dos meses em análise, as duas situações são apresentadas na figura a seguir, graficamente, para um período de ocupação típica de espaços urbanos abertos, das 6h às 22h.

Figura 6-27: Gráfico comparativo de diferentes cenários climáticos para dia de verão e de inverno

Pelo gráfico, nota-se que a situação de inverno, considerada na pior condição, à sombra e exposta ao vento, para o dia simulado, proporciona no cenário presente sensação de frio das 17h às 20h, por conta da ação do vento, e sensação de pouco frio para os demais horários. Para todos os cenários futuros, a sensação térmica é de pouco frio, com valores de temperatura equivalente percebida crescentes. Considerando-se que são resultados encontrados para o pior cenário, somando-se ao fato de que com recursos adaptativos, como maior isolamento da roupa, pode-se chegar à faixa de neutralidade, acredita-se que não é um problema central lidar com a questão de frio, que tenderá ainda, em maior ou menor grau, a ser minimizada no futuro.

Por outro lado, a situação de verão, também considerada na pior condição, a céu aberto e protegida do vento, para o dia simulado, vai da faixa de neutralidade até muito calor. Dessa forma, para melhor análise, será considerada por cenário urbano, conforme gráficos a seguir.

Figura 6-28: Gráficos comparativos por situação urbana para dia de verão

Iniciando pela já apresentada pior situação, a céu aberto e protegida do vento, verifica-se que essa vai da neutralidade ao limite do muito calor no cenário presente e de pouco calor a muito calor no cenário futuro distante. Neste cenário, tem-se período de quase seis horas em muito calor e aproximadamente quatro horas em calor.

Caso haja a possibilidade de exposição ao vento, observa-se significativa redução nos valores de temperatura equivalente percebida, não havendo mais ocorrências na faixa de muito calor. Observa-se no cenário futuro distante oito horas em calor. Contudo, conforme já argumentado anteriormente, não se pode contar com a constância do vento, tampouco com intervenções projetuais em espaços urbanos abertos que visem garantir sua ação quando presente, dadas as possibilidades de alterações de vizinhança e tecido urbano.

Desta forma, sempre que possível, a situação à sombra e protegido do vento acaba sendo preferível em termos de efetividade, além de proporcionar, grosso modo, resultados mais favoráveis, conforme indicado no exemplo em análise. Pode-se verificar pelo gráfico que, até o cenário futuro intermediário, há apenas sensação térmica de neutralidade e pouco calor. No futuro distante, observa-se durante aproximadamente três horas a sensação ultrapassar o limite do calor. Mas, de qualquer forma, ainda que os cenários futuros apontem para aumentos significativos nos valores de temperatura equivalente percebida, o bloqueio da radiação solar parece ser a alternativa mais viável e efetiva para tratamento de espaços urbanos abertos.

Há ainda a alternativa, com resultados ainda melhores – não passando da situação de pouco calor com bastante margem, de situação à sombra e exposto ao vento, sempre com as ressalvas já feitas à ação desse último. No cenário climático presente, essa situação urbana oferece neutralidade na maior parte do dia e condição logo após o limite de pouco calor durante sete horas. No cenário futuro distante, a condição é quase exclusiva de pouco calor, mas, conforme colocado, com grande margem para a faixa de calor.

A título de síntese, o gráfico da figura a seguir apresenta sobrepostas as quatro situações urbanas em análise para os cenários climáticos presente e futuro distante, para dia de verão das 6h às 22h. É interessante observar que, notadamente no período das 9h às 16h, se forem considerados os valores de temperatura equivalente percebida das curvas do cenário presente como referência, verifica-se que as respectivas curvas do cenário futuro distante estão, grosso modo, a meia distância entre os resultados da mesma situação urbana e da situação urbana de resultados com valores subsequentemente mais elevados. Isso evidencia o tamanho do impacto do aumento da temperatura do ar desse cenário em termos de sensação térmica, tornando cada uma dessas quatro possibilidades básicas de soluções projetuais para espaços urbanos abertos hoje, em termos de intervenção para radiação solar e vento, defasadas nesse cenário futuro.

Figura 6-29: Gráfico por situação urbana para dia de verão no cenário presente e futuro distante

Ressalta-se que esta análise de resultados específicos, e respectiva discussão, direcionou-se preponderantemente para situações de calor, dado que cenários futuros indicam o aumento progressivo das temperaturas do ar, conforme demonstrado, recaindo aqui portanto o foco desta exploração. Contudo, outras explorações podem voltar-se para situações de frio.

6.6.7. Considerações finais

Considerou-se a temperatura equivalente percebida (TEP) para a avaliação de diferentes situações urbanas em cenários climáticos futuros para a cidade de São Paulo, visando demonstrar a aplicação prática do índice e, ainda, prever possíveis situações de adequação térmica em espaços urbanos abertos frente a possíveis mudanças climáticas.

Desenvolvimentos posteriores irão testar a utilização da temperatura equivalente percebida adaptativa (TEP_A), visando verificar se há mudança teórica significativa nas porcentagens de horas em cada faixa de sensação térmica e, ainda, a consideração da própria possibilidade de oportunidades adaptativas nos espaços urbanos abertos, testando proporcionar ao usuário simultaneamente duas, três ou mesmo as quatro situações urbanas avaliadas, permitindo-lhe optar pela que melhor lhe aprouver, o que pode aumentar significativamente a porcentagem de horas na faixa de neutralidade térmica.

6.7. Explorações futuras

Nos subitens a seguir apresentam-se brevemente as atividades de pesquisas que estão em desenvolvimento que possibilitarão explorações futuras de aplicações diversas: em mobilidade urbana; em planejamento, desenho e projeto urbano; e saúde e bem-estar urbano.

6.7.1. Aplicações em mobilidade urbana

Considerou-se ao longo desta pesquisa os levantamentos empíricos realizados de 2004 a 2015. Os levantamentos continuam, mas não seria possível tratar os dados obtidos e analisar os resultados a tempo de consolidá-los neste texto.

Citam-se aqui, por exemplo, os trabalhos de pesquisa referentes à consideração conjunta das condições de conforto térmico e mobilidade urbana por formas não motorizadas, em específico, por meio de bicicleta. Abre-se, assim, nova frente de pesquisa em atividade exercida em meio urbano que ainda não havia sido avaliada. Já vinham sendo consideradas diversas atividades realizadas em posição sentada e em pé, andando a diversas velocidades e, agora, passa-se a considerar também deslocamentos por meio de bicicleta.

Assim, em junho de 2016, foram realizadas as primeiras medições na Avenida Faria Lima, com aplicação de questionários com esse intuito. A pesquisa fez parte do programa da disciplina de pós-graduação AUT5823 – Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos, ministrada pela professora Denise Duarte e pelo autor. Atuaram no levantamento os alunos da disciplina: Aparecida Ghosn, Carolina Girotti, Carolina Leme, Henrique Benites, Mariana Spignardi, Marcelo Mello, Paula Rabelo e Priscila Stark.

Mariana Spignardi, orientanda do autor, está desenvolvendo pesquisa de mestrado acerca da influência do microclima urbano na decisão pelo uso da bicicleta como meio de transporte na cidade de São Paulo e organizou novos levantamentos ao longo de 2017, correlacionando as variáveis microclimáticas levantadas com as respostas subjetivas e, ainda, esse conjunto de dados com o fluxo de ciclistas e com questionários aplicados remotamente para a aquisição de informações gerais sobre o uso da bicicleta como meio de transporte e condições climáticas, sumarizadas por meio da temperatura equivalente percebida (TEP).

A figura a seguir ilustra base a céu aberta e base sombreada monitoradas durante os levantamentos empíricos. A figura subsequente ilustra as respectivas condições dessas bases de exposição ao céu. Resultados preliminares da pesquisa, em termos de revisão da relação clima e uso de bicicleta e questões metodológicas, encontram-se em Spignardi e Monteiro (2018).

Figura 6-30: Vista das bases levantadas empiricamente na Avenida Faria Lima

Figura 6-31: Condições de exposição ao céu das bases na Avenida Faria Lima

Os levantamentos de campo, com medições de variáveis microclimáticas e aplicação de questionários, continuam em 2018, junto com a aplicação remota de questionários por meio de instituições cicloativistas e coleta de dados de fluxo de ciclistas.

Além da verificação da influência do microclima urbano e das situações de conforto e desconforto na decisão pelo uso da bicicleta como meio de transporte, espera-se explorar as diversas possibilidades de sensação térmica e impacto nas situações de conforto e desconforto em diferentes níveis de sombreamento na área de estudo, por meio da simulação de cenários. Desta forma, busca-se verificar diferentes porcentagens, por exemplo, de cobertura vegetal ao longo de deslocamentos habituais que atendessem às necessidades dos ciclistas em graus satisfatórios de conforto em períodos mais quentes, impactando positivamente na decisão pelo uso da bicicleta como meio de transporte. Por fim, visa-se extrapolar esses cenários para verificação de condições climáticas futuras, uma vez que o adequado sombreamento de vias, se passível de implementação sob seus diferentes aspectos, possibilita solução de longo prazo.

6.7.2. Aplicações em planejamento, desenho e projeto urbano

Uma série de atividades de pesquisa estão em andamento integrando algumas frentes:

- como coordenador do projeto de pesquisa *Tipologias urbanas, situações microclimáticas e paisagens sonoras*, com auxílio à pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), envolvendo as professoras Alessandra Shimomura e Ranny Michalski da FAUUSP, além dos atuais orientandos do autor: de doutorado Roberto Sarue, Helena Zanlorenzi e Débora da Costa; de mestrado Mariana Spignardi, Carolina Leme e Gabriel Novaes; e de iniciação científica Ana Paula Silveira, Letícia Hsiao, Rose Raad e Thaiz Gonçalves. O objetivo da pesquisa é a verificação de condições térmicas e sonoras e consequentes correlações de conforto ambiental integrado em meio urbano e, para tanto, os diversos orientandos apresentam pesquisas em diferentes temas correlatos;
- como membro do Núcleo de Apoio à Pesquisa (NAP) USP Cidades, coordenado pelo professor Miguel Bucalem da Escola Politécnica e constituído por 25 professores de diferentes unidades da USP – Escola Politécnica (EP), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Instituto Oceanográfico (IO) e Instituto de Energia e Ambiente (IEE), além de colaboradores externos e outros pesquisadores. O elemento estruturador e integrador das atividades do NAP é a pesquisa aplicada no planejamento e gestão de cidades, para a implementação de soluções urbanas, com ênfase nas dimensões tecnológica e gerencial visando a integração territorial e funcional dos diferentes sistemas de infraestrutura;
- como membro do projeto de pesquisa de colaboração internacional entre a FAUUSP e as universidades britânicas University of Birmingham (UoB) e University of Nottingham (UoN), com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), com a coordenação internacional dos professores Peter Kraftl, School of Geograph, Urban and Environmental Sciences, UoB, e Lucélia Rodrigues, Department of Architecture and the Built Environment, Faculty of Engineering, UoN. O projeto *Reabitando a cidade: vitalidade urbana para os centros de economias emergentes em um cenário de mudanças climáticas* foca na elaboração de um plano de recuperação ambiental e espacial de edifícios existentes subutilizados e espaços urbanos degradados, tendo os bairros centrais da cidade de São Paulo como estudo de caso.

Essas atividades de pesquisa convergem na busca de soluções para a avaliação das condições de conforto em espaços urbanos em diferentes situações e sob demandas diversas. A figura a seguir ilustra, por exemplo, procedimento metodológico esquemático da aplicação do índice TEP.

dados de temperatura
e umidade do ar

simulação de
ventilação urbana

simulação de
insolação

fator de visão de céu

consideração da
vegetação

consideração dos
fluxos e atividades

mapeamento do TEP
em espaços urbanos
abertos

■ muito calor
■ calor
■ pouco calor
■ neutralidade

Figura 6-32: Método esquemático para obtenção do mapeamento do índice TEP

6.7.3. Aplicações em bem-estar e saúde

Os trabalhos de alguns orientandos do autor, de graduação e pós-graduação, voltam-se a atividades de pesquisa focadas em questões que relacionam o ambiente construído e a saúde.

Em específico, no estudo de iluminação, houve as pesquisas de iniciação científica de Rose Raad *Impacto da iluminação artificial por lâmpadas de LED*, com bolsa CNPq, e *Impacto da iluminação artificial por LED em ritmos diários de trabalhadores de escritórios*, com bolsa FAPESP; o mestrado de Eder dos Santos *Desempenho e percepção de sistemas de iluminação*; e o mestrado de Ruy Soares Filho *Resposta humana à luz: alterações não visuais e as diretrizes para o projeto luminotécnico residencial com LED*.

Esses trabalhos, ainda que mais distantes do eixo central de conforto térmico, em específico em espaços urbanos abertos, dialogam na medida em que possibilitam métodos e abordagens para se considerar questões de percepção e saúde na avaliação integrada dos diversos âmbitos do conforto ambiental, visando ao projeto e produção do espaço urbano de qualidade voltado para o bem-estar e a saúde.

Nesse sentido, também foram os trabalhos de pesquisa do projeto, apresentados no capítulo terceiro, acerca de avaliação dos espaços públicos no entorno das estações Vila Olímpia, Berrini e Santo Amaro da Linha 9, Esmeralda, da CPTM, financiada pela WRI/Embarq Brasil (2015) e com coordenação da professora Roberta Mulfarth e do autor, visando verificar o espaço urbano em termos de acessibilidade, segurança, seguridade e conforto do pedestre e de ciclistas, para informar a elaboração de projetos arquitetônico-urbanísticos de requalificação com foco na microacessibilidade.

Nova perspectiva se abre agora com colaboração internacional que se delineia com a coordenação do professor Nigel Unwin, Institute of Public Health, University of Cambridge, com a participação ainda de professores do Department of Architecture, Department of Engineering, Cambridge Centre for Crop Science, Centre for Development Studies e Judge Business School, todos da referida universidade e, ainda, Centre for Global Health, University of Sussex; School of Law, University of Liverpool; Centre for Tropical Livestock Genetics and Health, University of Edinburgh; e Centre for Environmental Change and Human Resilience, University of Dundee, todas do Reino Unido, e Universidade de São Paulo, com professores da Faculdade de Saúde Pública (FSP) e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU).

O projeto de colaboração internacional visa informar iniciativas intergovernamentais destinadas a apoiar a urbanização sustentável. A visão abrangente do projeto é guiada pela proposição de que

o problema, até agora intratável, do aumento de diabetes tipo 2 e doenças relacionadas, particularmente nas seções mais pobres da população urbanizada, pode ser substancialmente reduzido por meio de planejamento e desenho urbano que promova oportunidades para atividade física e aumento da produção local, possibilitando fornecer alimentos não processados ou minimamente processados, permitindo assim a criação de oportunidades locais de empregos e negócios, com abordagens que promovam a igualdade de gênero e socioeconômica e possibilitem o bem-estar e a qualidade da vida urbana.

Assim, as atividades de pesquisa em desenvolvimento e aplicações futuras voltam-se, cada vez mais, para possibilidades de abarcar, conjuntamente com as condições de conforto térmico e as possibilidades adaptativas deste, integradamente as demais áreas do conforto ambiental, assim como questões interdisciplinares ligadas ao bem-estar e à saúde, proporcionando reflexão e informando as diversas escalas de intervenção em Arquitetura e Urbanismo para a adequação ambiental do espaço urbano construído.

6.8. Considerações finais

Este capítulo considerou ampliações e desdobramentos dos resultados do eixo central da pesquisa, buscando trazer um panorama de explorações que a situasse e, ainda, contextualizasse possibilidades de aplicação teórica e prática.

Foram apresentadas explorações da interação termoacústica no contexto urbano de São Paulo e em outro contexto para fins comparativos, explorações em espaços semiabertos e espaços fechados, explorações com aquisição remota de dados por meio de aplicativo móvel e explorações em cenários futuros de mudanças climáticas.

Foram consideradas também explorações a serem desenvolvidas, no intuito de indicar os caminhos possíveis a serem trilhados, em termos de aplicação dos resultados da pesquisa que passam a ser incorporados em verificações relacionadas com mobilidade urbana; em uma escala maior com planejamento, desenho e projeto urbano; e em estudos interdisciplinares, focando-se na questão de bem-estar e saúde relacionados a questões prementes do ambiente construído urbano.

No próximo capítulo, considerando-se todo o exposto até aqui, com base nos resultados encontrados e nos desdobramentos expostos, será apresentada e discutida a inserção da pesquisa no estado da arte brasileiro e internacional, recorrendo-se, ainda, sobre seu impacto em termos de ensino.

6.9. Referências bibliográficas

- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). *NBR 10151. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*. ABNT, 2000.
- ALVES, C. A. *Resiliência das edificações às mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo. Estudo de caso: desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- AROZTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* ANTAC, 1995.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2013: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2013.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2004.
- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-1992 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 1992.
- AUERBACH, P. S. Thermoregulation: Important modifications of thermoregulatory responses. In: *Wilderness Medicine*. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2007.
- BLAZEJCZYK, K. Assessment of recreational potential of bioclimate based on the human heat balance. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CLIMATE, TOURISM AND RECREATION, 1, 2001, Halkidiki, Greece. *Proceedings...* Halkidiki, International Society of Biometeorology, p. 133-152, 2001.
- BSI (BRITISH STANDARDS INSTITUTION). *BS 5925. Code of practice for ventilation principles and designing for natural ventilation*. BSI, 1991.
- CAVALCANTI, R.; SANCHES, P. *Avaliação do conforto térmico no edifício da FAUUSP*. Relatório Final (FAPESP/CNPq). São Paulo: FAUUSP, 2005.
- CHUN, C.; KWOK, A.; TAMURA, A. Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement, *Building and Environment*, 39, p. 1187-1192, 2004.

- CHUN, C.; TAMURA, A. Thermal comfort in urban transitional spaces. *Building and Environment*, 40, p. 633-639, 2005.
- COMTECH. *Smartphone OS market share*. Kantar WorldPanel Comtech, 2017, <https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share>. Acesso em 01/12/2017.
- DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference*. Final Report, ASHRAE RP-884, Macquarie University, 1997.
- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
- FIELDS, J. M.; DE JONG, R. G.; GJESTLAND, T.; FLINDELL, I. H.; JOB, R. S.; KURRA, S.; LERCHER, P.; VALLET, M.; YANO, T.; GUSKI, R.; FELSCHER-SUHR, U.; SCHUMER, R. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242, 4, p. 641-679, 2001.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
- GHADDAR, N.; GHALI, K.; CHEHAITLY, S. Assessing thermal comfort of active people in transitional spaces in presence of air movement. *Energy and Buildings*, 43, p. 2832-2842, 2011.
- GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: John Wiley & Sons, 1969.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1997.
- HIRASHIMA, S. Q. S. *Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2014.
- HIRASHIMA, S. Q. S. *Calibração do Índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG*. 225p. Dissertação (Mestrado). Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- HIRASHIMA, S. Q. S.; ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil. In: ENCAC/ELACAC, Brasília, p. 246-255, 2013. *Anais...* ANTAC, 2013.

- HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S.; FERREIRA, D. G. Calibração do índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais...* Búzios, p. 17-19, 2011.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, 1975.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Censo 2010 – resultado da amostra. <http://www.censo2010.ibge.gov.br/apps/mapa>. Acesso em 25/07/2013.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7730*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva: ISO, 2005.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 15666*. Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Geneva: ISO, 2003.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7726*. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 10551*. Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva: ISO, 1995.
- JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R. Adaptation and Thermal Environment. In: EBI, K. L.; BURTON, I.; MCGREGOR, G. (eds). *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change*. Springer, 2009.
- JITKHAJORNWANICH, K.; PITTS, A. C. Interpretation of thermal responses of four subject groups in transitional spaces of buildings in Bangkok. *Building and Environment*, 37, 11, p. 1193-1204, 2002.
- KANG, J. *Urban Sound Environment*. London: Taylor & Francis, 2006.
- KANG, J.; YANG, W.; ZHANG, M. Sound environment and acoustic comfort in urban spaces. In: NIKOLOPOULOU, M. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Atenas: CRES, 2004.
- KANG, J.; ZHANG, M. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. *Building and Environment*, 45, 1, p. 150-157, 2010.

- LLOPART, M.; COPPOLA, E.; GIORGI, F.; ROCHA, R. P. da; CUADRA, S. V. Climate change impact on precipitation for the Amazon and La Plata basins. *Climatic Change*, 125, p.111-125, 2014.
- MONTEIRO, L. M. Conforto urbano. In: FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. B. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 2018.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP, 2008.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI M. P. *Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelagem termo-fisiológica para avaliação de espaços sombreados por membranas têxteis. Núcleo de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FUPAM, 2008.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Avaliação das condições térmicas de espaços semi-confinados por meio de verificação modelar comparativa e calibração empírica para a cidade de São Paulo. In: ENECS / ELECS 2007 - IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, Campo Grande. *Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*. Campo Grande: ANTAC, 2007.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* ANTAC, 2005.
- MONTEIRO, L. M.; NOVAES, G.; IWAI, D. N. Avaliação empírico-preditiva em espaços urbanos: correlações entre sensação térmica e sonora. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. *Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió: ANTAC, 2014.
- MONTEIRO, L. M.; OKAMOTO, J.; PRATA-SHIMOMURA, A. P. Assessment of outdoor comfort conditions based on the application of a participative model in open urban spaces. In: SSUC SYMPOSIUM, São Paulo, 2017. *Proceedings...* São Paulo, 2017.
- MONTEIRO, L. M.; SATO, A.; GONCALVES, F. Vulnerable populations and climate change: thermal comfort in housing for the elderly. In: EEBP VII - 7TH INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON

- ENVIRONMENTAL EFFECTS ON BUILDINGS AND PEOPLE, 2014, Cracóvia. *Proceedings of The 7th Internacional Symposium on Environmental Effects on Buildings and People*. Cracóvia: Pawe, 2014.
- NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. Development of outdoor thermal index indicating universal and separate effects on human thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 55, 2, p. 19-227, 2011.
- NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. New comfort index during combined conditions of moderate low ambient temperature and traffic noise. *Energy and Buildings*, 37, p. 287-294, 2005.
- NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M.; ROAF, S. *Adaptive Thermal Comfort - principles and practice*. Routledge, 2012.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- NIKOLOPOULOU, M.; LYKODIS S.; KIKIRA, M. Thermal comfort models for open urban spaces. In: PROJECT RUROS - REDISCOVERING THE URBAN REALM AND OPEN SPACES. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. CRES, 2004.
- NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto urbano em São Paulo. In: XIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IX ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2015, Campinas. *Anais do XIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e do IX Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*, 2015.
- PELLERIN, N.; CANDAS, V. Combined effects of temperature and noise on human discomfort. *Physiology & Behavior*, 78, p. 99-106, 2003.
- PEREIRA, M. Percepção Sonora no espaço público: indicadores de tolerância ao ruído na cidade do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC- COTEDI, Curitiba, 2003, *Anais...Curitiba*, ENCAC 2003.
- PICKUP, J.; DE DEAR, R. An outdoor thermal comfort index (OUT-SET*). Part I: the model and its assumptions. In: DE DEAR, R.; KALMA, J.; OKE, T.; AULICIEMS, A. (eds) *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium*. Geneva, WMO/WCASP, 50, p. 279-283, 2000.
- ROCHA, R. P. da; GONÇALVES, F. L. T.; SEGALIN, B. Fog events and local atmospheric features simulated by regional climate model for the metropolitan area of São Paulo, Brazil. *Atmospheric Research*, 151, p. 176-188, 2015.

- RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings*, 105, p. 178-205, 2015.
- SATO, A.; MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, F. Resiliência às mudanças climáticas: conforto térmico de idosos em unidades residenciais. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, São Paulo. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2014.
- SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R.. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, 38, 5, p. 721-738, 2003.
- SPIGNARDI, M. C. M.; MONTEIRO, L. M. A influência das variáveis microclimáticas na decisão pelo uso da bicicleta em centros urbanos: uma revisão bibliográfica. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, no prelo, 2018.
- UN-HABITAT (UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME). *Cities and climate change: global report on human settlements*. 2011. http://www.unhabitat.org/pt/en/inp/Upload/2332420_GRHS-2011.pdf. Acesso em 30/11/2012.
- USP (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO). *Anuário Estatístico 2015*, 2015. <https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle>. Acesso em 25/12/2015.
- VALQUES, I. J. B.; LISOT, A.; TAMANINI, C. A. M.; SOARES, P. F. O estresse urbano no conforto ambiental. In: VIII ENCAC/V ELACAC, 2007, Ouro Preto. *Anais...* ANTAC, 2007.
- WATANABE, S.; NAGANO, K.; ISHII, J.; HORIKOSHI, T. Evaluation of outdoor thermal comfort in sunlight, building shade, and pergola shade during summer in a humid subtropical region. *Building and Environment*, 82, p. 556-565, 2014.
- WONG, N. H.; CHONG, A. Z. M. Performance evaluation of misting fans in hot and humid climate. *Building and Environment*, 45, p. 2666-2678, 2010.
- WRI/EMBARQ BRASIL (WORLD RESEARCH INSTITUTE – BRASIL). Diagnóstico e propostas para a melhoria da microacessibilidade - estações de trem no entorno do Rio Pinheiros, São Paulo/SP. São Paulo: WRI Brasil, 2015.
- YANG, W.; KANG J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 66, p. 211-229, 2005.
- YU, L.; KANG, J. Factors influencing the sound preference in urban open spaces. *Applied Acoustics*, 71,7, p. 622-633, 2010.
- ZHOU, Z.; CHEN, H.; DENG, Q.; MOCHIDA, A. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in a humid subtropical climate city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12, p. 73-79, 2013.

7. Inserção no estado da arte e impacto no ensino

7.1. Considerações iniciais

Este capítulo apresenta a inserção desta pesquisa e dos trabalhos correlatos publicados ao longo da trajetória do autor no estado da arte das pesquisas em conforto térmico em espaços abertos e em áreas afins interdisciplinares. Apresenta-se, subsequentemente, o impacto da pesquisa e da produção de conhecimento no ensino.

7.2. Inserção no estado da arte

Considerando a trajetória do autor, contabilizam-se aqui 112 trabalhos relacionados com o eixo principal de pesquisa em conforto térmico em espaços urbanos abertos:

- Monteiro (2018; 2016; 2015a; 2015b; 2014; 2013a; 2013b; 2013c; 2013d; 2013e; 2011a; 2011b; 2011c; 2010; 2009; 2008a; 2008b; 2008c; 2008d; 2007; 2005a; 2005b; 2005c; 2005d); trabalhos publicados como único autor;
- Monteiro *et al.* (2017; 2014a; 2014b; 2011; 2009; 2008a; 2008b; 2008c), Monteiro e Prata-Shimomura (2015), Monteiro e Miana (2008); trabalhos publicados como autor principal, tendo como colaboração outros autores também atuantes na área de pesquisa;
- Monteiro e Alucci (2013; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2011a; 2011b; 2011c; 2011d; 2010a; 2010b; 2010c; 2010d; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2009e; 2008a; 2008b; 2008c; 2008d; 2008e; 2008f; 2008g; 2007a; 2007b; 2007c; 2007d; 2007e; 2007f; 2006a; 2006b; 2006c; 2005a; 2005b; 2005c; 2005d); trabalhos publicados como autor principal, tendo como coautora a professora Marcia Alucci, que orientou a tese de doutorado e supervisionou o pós-doutorado do autor;
- Alucci e Monteiro (2009; 2008a; 2008b; 2007; 2004a; 2004b), Alucci *et al.* (2006a; 2006b; 2005); trabalhos publicados em coautoria, em colaboração às pesquisas da professora Marcia Alucci, correlatas à temática de conforto térmico em espaços urbanos abertos;
- Duarte e Monteiro (2016), Prata-Shimomura e Monteiro (2015), Prata-Shimomura *et al.* (2017; 2013; 2010; 2009a; 2009b; 2008a; 2008b), Gonçalves *et al.* (2012; 2011a; 2011b; 2010), Duarte *et al.* (2007a; 2007b); trabalhos publicados em coautoria em pesquisas de outros professores – Denise Duarte, Alessandra Prata

Shimomura e Joana Gonçalves, do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da FAUUSP;

- Spignardi e Monteiro (2018), Leme e Monteiro (2017), Novaes e Monteiro (2015; 2013a; 2013b), Luz e Monteiro (2014), Wolfram e Monteiro (2011); trabalhos publicados em coautoria com orientandos de pós-graduação e graduação que desenvolvem trabalhos específicos correlatos à área de pesquisa em questão;
- Gobo *et al.* (2017), Ghosn *et al.* (2017), Silva *et al.* (2017), Luiz *et al.* (2017), Sato *et al.* (2014), Hirashima *et al.* (2013), Luz *et al.* (2010a; 2010b), Costola *et al.* (2007); trabalhos publicados em coautoria com diversas parcerias desenvolvendo atividades correlatas à área de pesquisa – destacam-se os quatro primeiro trabalhos, publicados recentemente em 2017, mostrando interação, respectivamente, com pesquisas da Geografia Física, com trabalho coordenado pelo professor Emerson Galvani, da FFLCH; da Engenharia Mecatrônica, com trabalho com participação do professor Jun Okamoto, da EP; e da Arquitetura e Urbanismo, com trabalhos com participação, respectivamente, das professoras Denise Duarte e Roberta Mülfarth, da FAU. A publicação de 2014 refere-se à participação em projeto temático em Biometeorologia, com participação do IAG, FM, EP e FAU, coordenado pelo professor Fabio Gonçalves, do IAG. A publicação de 2013 trata-se de pesquisa de doutorado, coorientada pela professora Eleonora de Assis, da UFMG. As publicações de 2010 são colaborações em pesquisa de doutorado na FAU e a de 2007 é coautoria em trabalho laboratorial também na FAU.

Desses 112 trabalhos, 77 deles são identificados pelo Google Scholar e 52 desses receberam ao menos uma citação. As tabelas seguintes trazem o número total de citações e as citações por ano.

Tabela 7-1: Número de citações e índices h e i10 – Google Scholar, acesso em 14/12/2017

	total	desde 2012
citações	318	221
índice h	9	9
índice i10	8	7

Tabela 7-2: Citações por ano – Google Scholar, acesso em 14/12/2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
citado por	15	22	10	20	25	44	33	31	40	41	32

Das 318 citações indicadas, referentes a 52 trabalhos identificados, verifica-se que 43 trabalhos são relacionados especificamente à pesquisa de conforto térmico em espaços abertos, totalizando 279 citações. Considerando-se esses trabalhos em específico, as citações por publicação são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 7-3: Citações por publicação – Google Scholar, acesso em 14/12/2017

	título, autor, publicação/evento	citado por	ano
1	Modelos preditivos de conforto térmico: Quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos LM Monteiro. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo	40	2008
2	Calibration of outdoor thermal comfort models LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	26	2006
3	Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos LM Monteiro, MP Alucci. Ambiente Construído, 7, 3, p. 43–58	21	2007
4	Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos LM Monteiro, MP Alucci. Ambiente Construído, 10, 4, p. 79–101	18	2010
5	Conforto Térmico em Espaços Abertos com Diferentes Abrangências Microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	15	2007
6	An outdoor thermal comfort index for the subtropics LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	13	2009
7	Outdoor thermal comfort modelling in Sao Paulo, Brazil LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	13	2008
8	Environment and Urbanization: Microclimatic Variations in a Brownfield Site in Sao Paulo, Brazil D Duarte, J Gonçalves, LM Monteiro. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	9	2006

	título, autor, publicação/evento	citado por	ano
9	Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos LM Monteiro, MP Alucci. Ambiente Construído, 12, 1, p. 61–79	9	2012
10	The impact of vegetation on outdoor thermal comfort in urban spaces LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Urban Climate	7	2014
11	Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído	7	2005
12	Thermal comfort index for the assessment of outdoor urban spaces in subtropical climates LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Urban Climate	6	2009
13	Outdoor thermal comfort: comparison of results of empirical field research and predictive models simulation LM Monteiro, MP Alucci. Comfort and energy use in buildings, 1, 4, p.31-40	6	2006
14	Outdoor thermal comfort: numerical modelling approaches and new perspectives LM Monteiro, MP Alucci. International Conference Passive And Low Energy Architecture	6	2005
15	Proposal of an outdoor thermal comfort index for subtropical urban areas LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment	5	2010
16	Physiological equivalent temperature index applied to wind tunnel erosion technique pictures for the assessment of pedestrian thermal comfort AR Prata-Shimomura, LM Monteiro, AB Frota. International Conference on Urban Climate	5	2009
17	Conforto térmico em espaços abertos: parte 1, consideração de variáveis ambientais LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	5	2009
18	Conforto térmico como condicionante do projeto arquitetônico-paisagístico: o caso dos espaços abertos do novo centro de pesquisas da Petrobras no Rio de Janeiro LM Monteiro, D Duarte, J Gonçalves, MP Alucci. Ambiente Construído, 8, 4, p. 61-86	5	2008
19	Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	5	2007
20	Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: Revisão histórica LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído	5	2005
21	Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termo-fisiológica em espaços abertos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	5	2005

	título, autor, publicação/evento	citado por	ano
22	Proposal of an outdoor thermal comfort index: empirical verification in the subtropical climate LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	4	2011
23	Climate and thermal Stress in outdoor spaces LM Monteiro, MP Alucci. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	4	2004
24	Adensamento urbano e desempenho ambiental no centro da cidade de São Paulo J Gonçalves, RK Mülfarth, LM Monteiro, NC Moura, AR Prata, AC Miana, R Cavalcante. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	3	2011
25	Comparative evaluation of thermal comfort indices: case study in the city of Santos, Brazil AR Prata-Shimomura, AB Frota, LM Monteiro. International Conference on Urban Climate	3	2009
26	Avaliação das condições térmicas de espaços semiconfinados por meio de verificação modelar comparativa e calibração empírica para a cidade de São Paulo LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis	3	2007
27	Verificação comparativa experimental da aplicabilidade de diferentes modelos preditivos de conforto térmico em ambientes externos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído	3	2006
28	Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: estado da arte LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	3	2005
29	Índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos LM Monteiro, MP Alucci. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, 3, 2, p. 1-26	2	2013
30	Avaliação da influência da arborização no conforto térmico do pedestre em meio urbano: estudo de caso em espaços abertos do Bairro da Luz, São Paulo, SP BR Wolfram, LM Monteiro. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	2	2011
31	Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos LM Monteiro, MP Alucci. Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável	2	2010
32	Modelos preditivos de estresse termo-fisiológico: estudo empírico comparativo em ambientes externos LM Monteiro, MP Alucci. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído	2	2008
33	Modelo adaptativo de temperatura operativa neutra para a avaliação de espaços semiconfinados LM Monteiro, MP Alucci. Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo	2	2008
34	Urban design and thermal comfort: assessment of open spaces in Barra Funda, a brownfield site in São Paulo, by means of site measurements and predictive simulations D Duarte, J Gonçalves, LM Monteiro. Conference on Coastal Atmospheric and Oceanic Prediction and Processes	2	2007

	título, autor, publicação/evento	citado por	ano
35	Desenho urbano e conforto térmico: avaliação dos espaços abertos da Barra Funda, em São Paulo, por meio de levantamentos de campo e simulação preditiva D Duarte, J Gonçalves, LM Monteiro. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído	2	2007
36	Transitional spaces in São Paulo, Brazil: mathematical modeling and empirical calibration for thermal comfort assessment LM Monteiro, MP Alucci. Building Simulation International Conference	2	2007
37	Thermal comfort in high mean radiant temperature environments LM Monteiro, D Cóstola, AP Shimomura, J Gonçalves. International Conference on Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment	2	2007
38	Review of numerical modelling of outdoor thermal comfort LM Monteiro. World Sustainable Building Conference	2	2005
39	A influência do vento regional na sensação térmica de pedestres em espaços urbanos abertos: estudo de caso do vento norte em Santa Maria-RS JPA Gobo, RR Alves, TS Silveira, D de Souza Onça, LM Monteiro, CA Wollmann, E Galvani. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, 40, p. 110-129	1	2017
40	Conforto térmico em ambientes semiconfinados: proposição de modelo adaptativo LM Monteiro, MP Alucci. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, 1, 4, p. 42-60	1	2009
41	Thermal comfort in transitional spaces LM Monteiro, MP Alucci. International Scientific Conference CISBAT	1	2007
42	Providing thermal comfort conditions in high mean radiant temperature environments in hot climates LM Monteiro, D Costola, A Prata, J Gonçalves, JW Garcia. International Scientific Conference CISBAT	1	2007
43	A computational application to assess thermal and luminous comfort under tensioned membrane structures MP Alucci, LM Monteiro, R Brandão, A Miana, M Marcondes, D Costola, N Moura. International Conference on Passive and Low Energy Architecture	1	2006

Considerando os trabalhos da tabela, realiza-se apresentação sucinta dos mais citados, para fornecer um guia inicial dos tópicos de pesquisa em conforto térmico em espaços urbanos abertos mais relevantes nas citações realizadas.

Monteiro (2008a), citado por 40, apresenta estudo comparativo de modelos preditivos de conforto em espaços abertos e propõe a temperatura equivalente percebida. Monteiro e Alucci (2006a), citados por 26, apresentam calibração para diferentes modelos de conforto térmico. Monteiro e Alucci (2007a), citados por 21, trazem revisão histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos preditivos de conforto térmico. Monteiro e Alucci (2010a), citados por 18, apresentam resultados de pesquisas empíricas e analíticas de conforto térmico em espaços

urbanos abertos. Monteiro e Alucci (2007b), citados por 15, propõem calibração de modelos preditivos em diferentes abrangências microclimáticas. Monteiro e Alucci (2009a), citados por 13, relatam o desenvolvimento e a proposição do índice de temperatura equivalente percebida. Monteiro e Alucci (2008a), citados por 13, apresentam modelagem comparativa de conforto térmico para espaços abertos da cidade de São Paulo.

Vale ressaltar que, desses sete trabalhos com mais de dez citações, um corresponde à tese do autor, três a publicações na International Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA), principal evento internacional na área de pesquisa; um ao Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC/ELACAC), principal evento nacional e latino-americano na área; e dois ao periódico Ambiente Construído, a mais importante publicação nacional na área de tecnologia do ambiente construído.

Das 318 citações indicadas pelo Google Scholar, a tabela apresentada, com trabalhos específicos na área de conforto térmico em espaços urbanos abertos, apontou 279 citações, sendo que 27 tratam-se de autocitações e não serão aqui consideradas.

As demais 252 citações foram realizadas por 184 trabalhos distintos. Desses, 39 trabalhos fazem menção geral, trazem referência vaga, indicam informação imprecisa, citam trecho não relevante ou não foram localizados, e, portanto, também não serão considerados.

Os 145 trabalhos restantes, que se referem a 206 citações, são brevemente considerados na sequência para discussão dos resultados dos trabalhos do autor ao longo da sua trajetória na área de pesquisa em conforto em espaços urbanos abertos e a sua inserção no panorama atual brasileiro e internacional.

Para facilitar a consideração dos trabalhos, esses foram agrupados inicialmente em quatro categorias, em função do foco da citação recair em referências teóricas, metodológicas, de aplicação ou de verificação. Após essa primeira categorização, verificou-se que os trabalhos poderiam ser agrupados em subclasses, considerando-se treze conjuntos principais distintos de tipo de citações realizadas.

Assim, em referências teóricas, encontraram-se trabalhos que fazem referência à revisão bibliográfica, à seleção de índices ou a questões conceituais de trabalhos do autor. De forma análoga, em referências metodológicas, tem-se o foco nos levantamentos de campo, verificações comparativas de índices, calibrações de índices e proposições de índices de trabalhos do autor. Em referências de aplicação, trabalhos que realizam aplicação da calibração do PET, aplicação da calibração de outros índices e aplicação do índice TEP. Finalmente, em referências de

verificação, essas mesmas subclasses – trabalhos que realizam verificação da calibração do PET, verificação da calibração de outros índices e verificação do índice TEP.

Valem duas observações com relação a essa classificação. Primeiro, observa-se que foram criadas subclasses específicas para a calibração do índice PET. Essa questão será discutida na sequência da consideração dos trabalhos.

Segundo, todas as aplicações, assim como verificações, encontradas para o índice Tsp foram consideradas em conjunto com o índice TEP, uma vez que ambos apresentam a mesma base empírica e valores correlativos e acertos preditivos idênticos, tratando-se apenas de índices díspares em função do objeto de predição, que são, respectivamente, baseados em parâmetro qualitativo e analógico.

Sem mais considerações, a tabela seguinte apresenta de forma sucinta a classificação.

Tabela 7-4: Esquema para consideração dos trabalhos que citam a produção científica do autor

Referências			
teóricas	metodológicas	de aplicação	de verificação
à revisão bibliográfica	aos levantamentos de campo	da calibração do PET	da calibração do PET
à seleção de índices	às verificações de índices	da calibração de outros índices	da calibração de outros índices
a questões conceituais	às calibrações de índices	do índice TEP	do índice TEP
	às proposições de índices		

Ressalta-se, por fim, que há trabalhos que realizam citações e se utilizam de referências para fins distintos e, nesse caso, não serão considerados repetidas vezes, sendo enquadrados apenas na classe em que houver, segundo entendimento do autor, a maior contribuição, sendo apenas mencionadas as demais.

Na sequência, apresentam-se os trabalhos com base na classificação proposta. Após cada grupo, realiza-se uma breve síntese, considerando-se o local em que foram desenvolvidos e os seis campos de pesquisa em que foram realizados: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia, Geografia, Meteorologia, Agronomia e Saúde Pública.

7.3. Referências teóricas

Conforme colocado, em referências teóricas, tem-se os trabalhos que fazem referência à revisão bibliográfica, à seleção de índices ou a questões conceituais em trabalhos do autor, com o objetivo de indicar a inserção destes trabalhos, da pesquisa atual e da trajetória do mesmo no estado da arte das pesquisas na temática em discussão.

7.3.1. À revisão bibliográfica

Minella *et al.* (2009, 2011a) analisam o efeito diurno do fator de visão do céu (FVC) no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba-PR. Referenciam Monteiro e Alucci (2005a, 2007a) pela revisão histórica apresentada. Os resultados da pesquisa mostraram baixa correlação entre o microclima e o FVC.

Costa *et al.* (2011) realizam pesquisa bibliográfica para a sistematização dos desenvolvimentos realizados por diferentes autores, em especial com enfoque nas relações entre o ambiente térmico quente e a sinistralidade e produtividade. Consideram a revisão de Monteiro e Alucci (2007a), em específico no que concerne aos índices associados a ambientes quentes.

Alves (2012) discorre sobre métodos de avaliação do conforto térmico humano. Recorre a Monteiro (2008a) para descrever a transferência de calor entre o organismo e o meio ambiente e apresenta os trabalhos empíricos, de calibração e o índice proposto. Cita ainda Monteiro e Alucci (2007a) e Monteiro (2008a) como suporte para apresentar os trabalhos de Siple e Passel (1945), Missenard (1948a), Masterton e Richardson (1979), Jendritzky *et al.* (1979), Gagge *et al.* (1986), Brown e Gillespie (1995), Blazejczyk (1996), Höppe (1999) e Givoni e Noguchi (2000).

Estrela (2013) realiza caracterização térmica e avaliação física de locais de trabalho associados a uma elevada exposição ao calor por parte dos trabalhadores, analisando 26 locais da indústria portuguesa, dos quais 13 pertencem ao setor da cerâmica, nove da fundição, três do vidro e um da panificação. Utiliza-se da revisão bibliográfica de Monteiro e Alucci (2007a) e realiza análise comparativa dos resultados propiciados pelas normas ISO 7933 (1989; 2004), discutindo as mudanças entre as duas versões.

Alznafer (2014) aborda as contribuições da geometria urbana sob condição de verão quente e árido na cidade de Riyadh, na Arábia Saudita, em relação ao desenvolvimento de condições de conforto em espaços urbanos abertos. O autor aponta a literatura que revisa amplamente os índices de conforto (Fanger, 1970; Ogunsoye e Prucnal-Ogunsoye, 2003; Epstein e Moran, 2006; Monteiro e Alucci, 2009b; Tseliou *et al.*, 2010). Descreve a geometria urbana por três variáveis: a

altura do edifício pela largura da rua (H / w), o fator de visão do céu (SVF) e a orientação solar dos cânions. Geometrias urbanas hipotéticas são propostas para investigar novas soluções.

Debiazi e Souza (2015) analisam o fator e visão de céu para avaliar a influência da vegetação como elemento de obstrução do céu e, conseqüentemente, das condições do microclima no entorno. Para verificar o impacto do fator de visão de céu, referenciam Monteiro (2008a) para consideração de índices de conforto.

Fontenelle *et al.* (2015) apresentam uma avaliação comparativa do vento em duas morfologias urbanas representativas de transformações ocorridas entre 1976 e 2013 no centro do Rio de Janeiro-RJ. Os autores citam Monteiro e Alucci (2007a) na consideração de índices de conforto que enfatizam a ação do vento. Os resultados da pesquisa mostram incremento na velocidade do vento no nível do pedestre e aumento da diferença de pressão entre as fachadas dos edifícios.

Venhari *et al.* (2017) apresentam uma revisão das pesquisas sobre o impacto da vegetação na temperatura do ar e nas variáveis que a afetam. Ao apresentarem os índices biometeorológicos recorrentes encontrados na literatura científica dessa área de pesquisa, elencam a temperatura equivalente percebida (TEP) de Monteiro e Alucci (2009b), índice de desconforto (DI) de Thom e Bosen (1959), temperatura equivalente fisiológica (PET) de Höppe (1999) e voto médio estimado (PMV) de Jendritzky *et al.* (1990).

A tabela a seguir apresenta campo de pesquisa e local em que foram realizados os trabalhos de Minella *et al.* (2009, 2011a), Costa *et al.* (2011), Alves (2012), Estrela (2013), Alznafer (2014), Debiazi e Souza (2015), Fontenelle *et al.* (2015) e Venhari *et al.* (2017).

Tabela 7-5: Referências teóricas à revisão bibliográfica

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde pública
Brasil						
PR		Curitiba (2)				
RJ	Rio de Janeiro (1)					
SP		São Carlos (1)	São Paulo (1)			
Subtotal	1	3	1			
Exterior						
Arábia Saudita	Riyadh (1)					
Portugal		Porto (2)				
Holanda	Delft (1)					
Subtotal	2	2				
Total	3	5	1			

7.3.2. À seleção de índices

Dumke (2007) avalia o clima e o conforto térmico nas paisagens intraurbanas e suas relações com as desigualdades socioespaciais geradas pelo desenvolvimento do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba-PR, como fator intensificador da vulnerabilidade social da população. Os valores de temperatura e de umidade relativa do ar foram coletados em 16 locais selecionados e comparados aos dados obtidos por estações meteorológicas. Foi realizada revisão bibliográfica de índices de conforto, com base em diversos autores, entre eles Monteiro e Alucci (2005a), para a seleção de três modelos. Confrontando-se os resultados de conforto à classificação da qualidade de vida, a autora aponta para a coincidência, em geral, de um duplo desconforto – por frio e por maiores amplitudes térmicas, nos espaços em que as parcelas menos favorecidas da sociedade se estabelecem, agravando seus baixos índices de qualidade de vida.

Alucci (2007) propõe uma metodologia para implantação de edificações de modo a otimizar seu desempenho térmico, acústico, luminoso e energético. A autora define que tal metodologia baseia-se na hipótese de que existem alternativas de implantação nas quais os requisitos de conforto dos usuários possam ser atendidos, com a máxima eficiência energética. No que tange à revisão histórica dos índices de conforto térmico, referencia Monteiro e Alucci (2005a), selecionando a temperatura neutra para suas avaliações, além de outros sete critérios de desempenho. O resultado da aplicação dos critérios é obtido por simulação computacional e reunido em um quadro-resumo que permite identificar, para 24 alternativas de implantação, correspondente a azimutes de 15° em 15°, quais critérios de desempenho são atendidos.

Fahmy (2010) apresenta pesquisa sobre desenho urbano interativo na escala do clima local na cidade do Cairo, na zona quente semiárida. Dois bairros foram considerados utilizando o ENVI-met, para cenário atual e futuro, avaliando espaços abertos por meio do índice PET, considerando o exposto em, entre outros, Monteiro e Alucci (2006a).

Barros *et al.* (2010) apresentam pesquisa desenvolvida em grande área verde na região central de Cuiabá-MT, com o objetivo de avaliar a influência das diferentes intervenções urbanísticas sobre o ambiente térmico do lugar e os possíveis impactos dessas nos níveis de estresse térmico dos usuários, utilizando o índice IBUTG. Referenciam Monteiro e Alucci (2007a) para a explanação acerca do índice.

Santos (2010) realiza avaliação da influência do isolamento no conforto térmico de um edifício. Baseia-se em Monteiro e Alucci (2008b, 2007a) para descrever características de índices de conforto, selecionando o PMV para suas análises em ambientes internos.

DeVau (2011) avalia as condições de espaços abertos urbanos, considerando as condições típicas de verão em Miami, na Flórida, focando nas opções de locomoção passivas. Realiza simulações com o modelo ENVI-met, referencia Monteiro e Alucci (2008a, 2009a) para selecionar o índice para avaliação térmica e elege o índice de fração de pele coberto por suor (w) para suas análises.

Souza *et al.* (2012) verificam a relação entre internações por doenças respiratórias em lactentes, crianças e adultos e variações meteorológicas em Campo Grande-MS. Utilizaram dados diários de internações por doenças respiratórias, precipitação, temperatura do ar, umidade e velocidade dos ventos entre 2004 e 2008. Calcularam os índices TE e TEv, seguindo o apresentado por Monteiro e Alucci (2006a). Utilizaram o modelo múltiplo de regressão de Poisson para prever as internações. Foram observados coeficientes de correlação elevados entre as variáveis estudadas e internações por pneumonia em crianças ($r^2=0,68$), lactentes ($r^2=0,72$) e adultos ($r^2=0,82\%$).

Gobo (2013) avalia as condições de conforto térmico nas escalas regional e sub-regional no Estado do Rio Grande do Sul, segundo as médias mensais e sazonais de temperatura do ar, da umidade relativa do ar e velocidade do vento, utilizando 23 estações meteorológicas, em um estudo com uma série de 30 anos de dados diários. Referencia Monteiro e Alucci (2007a) para a conceituação e análise de variáveis de conforto térmico humano e Monteiro e Alucci (2010a), entre outros, para a revisão e seleção de índices conforto. Para avaliação da regionalização climática proposta, emprega os índices TEv e TR.

Callejas *et al.* (2013) verificam a sensação térmica de pedestres em condição de exposição a céu aberto na cidade de Cuiabá-MT. Realizam medições das variáveis meteorológicas e aplicam o índice UTCI. Relatam que, no Brasil, as pesquisas utilizando o UTCI são incipientes, citando os trabalhos de Monteiro e Alucci (2007b) e Rossi *et al.* (2012). Os resultados apontaram valor médio anual de UTCI de 30,1 °C. O mês de setembro apresentou os maiores valores, superiores a 41 °C, referentes à faixa de “estresse muito forte por calor”. Os meses de julho e julho apresentaram os menores valores, próximos de 21 °C, referentes à faixa de “conforto térmico”.

Tsitoura *et al.* (2014) apresentam os resultados dos levantamentos de campo em espaços abertos urbanos de quatro cidades em Creta, na Grécia. Referem-se, entre outros, a Monteiro e Alucci (2009a) para realizar a escolha dos índices a serem aplicados. Empregam o PMV, PET, SET e WBGT para, segundo os autores, verificarem qual é mais adequado para o clima mediterrâneo.

Orosa *et al.* (2014a) apresentam estudos de conforto térmico em espaços urbanos abertos em cidades do Irã. Consideram diversos índices apresentados por Monteiro e Alucci (2006b, 2008a)

e empregam o humidex por ser de ampla e frequente utilização. Conjugam ao uso do humidex a porcentagem de pessoas afetadas pela situação térmica (PD_{IAQ}), indicando que a sensibilidade dessa a variações de temperatura e umidade é alta. Concluem afirmando que os valores de humidex simulados para cenários futuros são mais elevados.

Giannopoulou (2015) avalia o fenômeno do efeito da ilha de calor urbano durante as estações de verão e inverno em conjunto com a geometria da cidade de Atenas, na Grécia, verificando experimentalmente três cânions urbanos paralelos, cada um com uma geometria diferente, estudando as temperaturas noturnas do ar em conjunto com a velocidade do vento e a nebulosidade. Os resultados confirmaram a evidência existente de que existe o fenômeno da ilha de calor urbano na cidade. Assim, criou uma rede de 25 canais de medição de umidade relativa de temperatura e ar, que abrangeu toda a bacia de Atenas. Referenciando Monteiro e Alucci (2009b), emprega o índice humidex e verifica que em julho e agosto são observadas condições em que se exigem a cessação de qualquer atividade humana.

Azevedo *et al.* (2015) conduzem estudos experimentais com o objetivo de caracterizar as condições térmicas em áreas urbanas do semiárido brasileiro para identificar o nível de conforto térmico humano em Mossoró-RN, Serra Talhada-PE, Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Utilizam o índice de desconforto térmico de Thom e Bosen (1959), conforme apresentado por Monteiro e Alucci (2005d). Os resultados mostram que os elementos constitutivos das áreas urbanas levam a altos valores do índice, indicando condições de conforto térmico inferiores às observadas nas áreas rurais. Indicam ainda condições de conforto parcial para todas as áreas pesquisadas.

Krüger e Drach (2016, 2017a) avaliam o impacto do uso prolongado de ar-condicionado nos votos de sensação térmica de usuários de espaços abertos no centro da cidade do Rio de Janeiro-RJ. As respostas são comparadas aos índices PET e UTCI, agrupando-as segundo a utilização ou não de climatização artificial. Citam autores que já empregaram, em avaliações empíricas, o índice PET, entre eles Monteiro e Alucci (2010a), e o índice UTCI, entre eles Monteiro e Alucci (2012a). Os resultados mostram que o uso frequente de ar-condicionado impacta a percepção térmica em espaços abertos e influencia a definição de limites dos índices considerados.

Krüger e Drach (2017b) analisam os efeitos da cor da pele na percepção térmica em espaços abertos no centro da cidade do Rio de Janeiro-RJ, comparando respostas obtidas por entrevistas estruturadas a resultados do índice UTCI. Os autores justificam o uso de tal índice afirmando que no Brasil já há alguns trabalhos que o empregam: Rossi *et al.* (2012), Monteiro e Alucci (2012a) e Nince *et al.* (2013). Os resultados mostram que o grupo de pessoas de cor de pele branca tem maior tolerância ao estresse térmico por calor e preferência mais acentuada por condições térmicas mais frias.

Lima e Jardim (2017) avaliam as condições de conforto térmico em um bairro de Belo Horizonte-MG, tendo sido utilizados dados produzidos em campo e aplicado o índice de temperatura efetiva de Thom e Bosen (1959), selecionado após considerar o panorama apresentado por Monteiro e Alucci (2007a) e pelo índice já ter sido utilizado em outras pesquisas brasileiras. A avaliação realizada indicou apenas situações horárias em conforto, indicando necessidade de incluir novas situações.

A tabela a seguir traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Dumke (2007), Alucci (2007), Fahmy (2010), Barros *et al.* (2010), Santos (2010), DeVau (2011), Souza *et al.* (2012), Gobo (2013), Callejas *et al.* (2013), Tsitoura *et al.* (2014), Orosa *et al.* (2014b), Giannopoulou (2015), Azevedo *et al.* (2015), Krüger e Drach (2016, 2017a, 2017b) e Lima e Jardim (2017).

Tabela 7-6: Referências teóricas à seleção de índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
MG			Belo Horizonte (1)			
MS				Campo Grande (1)		
MT	Cuiabá (1)	Cuiabá (1)				
PR			Curitiba (1)			
RJ		Capital (2)				
RS			Todo o Estado (1)			
SP	São Paulo (1)					
Nordeste				Mossoró-RN, Serra Talhada-PE, Petrolina-PE, Juazeiro-BA (1)		
Subtotal	2	3	3	2		
Exterior						
Egito	Cairo (1)					
EUA	Flórida (1)					
Grécia		Creta (1)	Atenas (1)			
Irã				Ardabil, Ghazvin, Hamedan, Kermanshah, Sanandajm, Tabriz (1)		
Portugal		Porto, Bragança, Évora, Lisboa (1)				
Subtotal	2	2	1	1		
Total	4	5	4	5		

7.3.3. A questões conceituais

Maragno (2010) investiga o desenho da varanda na arquitetura brasileira, analisando o seu papel como um espaço intermediário. Como procedimento metodológico, a pesquisa identifica aspectos relacionados à varanda nas diferentes dimensões da arquitetura. Em seguida, relaciona o potencial de repercussão ambiental com as características do seu projeto, utilizando a comparação entre as estratégias projetivas usadas pelos arquitetos e o uso efetivo indicado pelos usuários. Com relação às condições de conforto térmico, aponta Monteiro e Alucci (2007d), indicando que a verificação não deve ser feita a partir dos mesmos padrões de espaços internos ou externos, requerendo a consideração de outros fatores além dos comumente analisados em uma situação típica interna, como a radiação solar, os ventos e também as diferentes atividades e as expectativas que ali se desenvolvem. Para Monteiro e Alucci, os espaços semiabertos são aqueles diretamente influenciados por condições climáticas externas, mas que, ao mesmo tempo, são de alguma forma claramente definidos por elementos arquitetônicos, o que, segundo o autor, encaixa-se no caso do objeto de estudo da tese, a varanda.

Correia e Romero (2011) apresentam análise ambiental de habitações de interesse social, focada no conforto. Adotaram como estudo de caso a Vila Varjão, no Distrito Federal, realizando medições e aplicando questionários. Citam Monteiro e Alucci (2008b) pela adoção de modelo adaptativo e obtenção de forte relação entre os votos dos usuários para suas sensações de conforto térmico e as condições climáticas externas. Os resultados apontaram que a satisfação dos usuários com suas moradias é maior quanto mais a casa funciona como abrigo e filtro do ambiente externo, especialmente em períodos de grande amplitude térmica e baixa umidade encontradas no clima local.

Antonelli (2012) realiza estudo de conforto térmico visando calcular a taxa metabólica de usuários de ambientes industriais com base em suas sensações térmicas reais. Utiliza-se de Monteiro (2008a) no que tange à revisão da fisiologia humana, à transferência de calor entre o corpo e o ambiente e, em especial, às especificidades de valores e métodos referentes às taxas metabólicas.

Alves (2014) avalia o desempenho térmico de edifícios residenciais na cidade de São Paulo, tendo em vista as mudanças climáticas previstas e a maior vulnerabilidade da população idosa, por meio de monitoramento de seis residências de idosos voluntários e simulações computacionais com o modelo TAS. Cita Monteiro e Alucci (2010) ao contextualizar os modelos adaptativos de conforto térmico, que surgem na sua concepção atual, na última década do século passado, com base em sucessivos levantamentos de campo considerando pessoas em suas atividades cotidianas.

Orosa *et al.* (2014b) realizam avaliação de conforto térmico em espaços abertos na Galícia, caracterizada por clima úmido. Coletam dados de dez anos de 50 estações meteorológicas para verificar regiões com potencial de risco de acidente vascular cerebral, fazendo projeções para os próximos 20 anos. Colocam que métodos experimentais indutivos (pesquisa de campo de variáveis microclimáticas e respostas subjetivas) e dedutivos (simulação de modelos preditivos), como os apresentados por Monteiro e Alucci (2006b, 2008a), são uma opção que utilizam um índice baseado nas condições climáticas verdadeiras do local. Porém, argumentam que na pesquisa em desenvolvimento, por não haver tal índice, e ser a região mais úmida de Espanha, a análise é baseada no humidex, um dos índices mais frequentemente utilizados. Os resultados revelam que, durante os 10 anos anteriores, a temporada de inverno apresenta condições mais confortáveis, enquanto a temporada de verão apresenta valores mais altos de humidex, atingindo graus insuportáveis nas zonas realmente mais quentes. Assim, haverá influência no turismo e exigirá estratégias de prevenção de riscos nessas áreas.

Gobo e Galvani (2014) e Gobo *et al.* (2015) avaliam as condições de conforto térmico nas escalas regional e sub-regional no Estado do Rio Grande do Sul, com base no zoneamento do conforto térmico humano para anos-padrão classificados como mais chuvoso, menos chuvoso e habitual. Referem-se a Monteiro e Alucci (2005c; 2007a e 2010a) para realizar considerações acerca das trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente.

Fabbri (2015) descreve vários estudos e índices de conforto térmico, em particular o PMV e o PPD. Contudo, faz contraponto considerando o desenvolvimento das pesquisas de campo que incluem avaliação social e cultural, incluindo aspectos comportamentais e adaptativos, citando o trabalho de Monteiro e Alucci (2008a), entre vários outros.

Pantavou e Mavrakís (2015) verificam a sensação térmica de adolescentes tardios em espaços abertos no inverno, com o objetivo de verificar possíveis discrepâncias em relação a de adultos. Citam Nikolopoulou *et al.* (2004), Monteiro e Alucci (2008a) e Pantavou e Lykoudis (2014) como trabalhos focados na modelagem e predição da sensação térmica, em contraposição a pesquisa em desenvolvimento que foca em fatores que influenciam ou determinam a sensação térmica. Para tanto, utilizam o índice WCT na comparação com a sensação térmica declarada pelos sujeitos. Concluem colocando que, embora diferenças na resistência térmica de roupas dos adolescentes tenham sido observadas em relação a de adultos, os resultados em geral estavam de acordo com os achados de pesquisas de campo semelhantes.

Tavares (2015) investiga a relação entre microclima e conforto urbano na cidade de Christchurch, na Nova Zelândia, que está passando por rápidas modificações espaciais após uma série de terremotos entre 2010 e 2011. Foram realizadas 83 entrevistas não estruturadas em áreas

atingidas e não atingidas pelos terremotos, em trabalho desenvolvido de forma qualitativa, focando-se na dinâmica comportamental e adaptativa das pessoas ao espaço em recreação. Monteiro (2008a) é citado em termos de sua abordagem simulacional, no apontamento das dificuldades de controle das variáveis microclimáticas em espaços abertos e, principalmente, no que tange ao grau de confinamento de espaços abertos e na possibilidade de controle das variáveis microclimáticas, apesar de sua dificuldade.

Zanlorenzi e Silva Filho (2016) comparam resultados de medições em campo aberto com registros da estação meteorológica local, focando no desempenho de espécies vegetais como barreira aos ventos para o conforto térmico. Fazem referência a Monteiro (2008a) para realizar a introdução do trabalho, utilizando-se de aspectos justificativos acerca da importância do conforto em espaços urbanos abertos ou semiabertos.

Winansih *et al.* (2016) analisam o conforto térmico em dois corredores de pedestres em torno das praças da cidade de Malang, em Java. Citam, entre outros, Monteiro e Alucci (2009b) com relação às especificidades de estudos em espaços urbanos abertos. A temperatura e a umidade relativa foram medidas e o índice THI foi aplicado para avaliação de conforto térmico, indicando os resultados para cada um dos corredores em avaliação.

Johansson (2016) apresenta a quantificação do conforto em espaços urbanos abertos tropicais, começando pelo balanço energético do corpo humano e, então, avalia criticamente o desempenho de oito índices de conforto para aplicação nos trópicos, desde os “racionais” – PMV de Fanger (1970), PT de Jendritzky *et al.* (2000), SET* de Gagge *et al.* (1967), PET de Höppe (1999) e UTCI de Jendritzky *et al.* (2009), até os “empíricos” – TEP de Monteiro e Alucci (2011), WBGT de Yaglou e Minard (1957) e THI de Thom (1957). Apresenta ainda protocolos para medições e aplicação de questionários de conforto térmico.

David (2016) verificou relações entre a qualidade térmica dos espaços de transição com os seus atributos físicos e condições térmicas do entorno imediato, realizando levantamentos microclimáticos em oito espaços de transição do tipo linear externo e nos espaços internos e externos a eles associados, em condições de tempo quente em ambiente universitário na cidade de Bauru, em São Paulo. O autor destaca, no Brasil, as pesquisas prévias em espaços semiabertos de Kowaltowski *et al.* (2003), Monteiro e Alucci (2007d) e de Skulbs (2009). Utilizando o índice PET, os resultados indicam que a qualidade térmica dos espaços de transição é influenciada por alguns atributos projetuais e pelas características de obstrução do entorno, além da qualidade microclimática do entorno imediato.

Zorzi (2016) analisa a influência de parques verdes no conforto térmico urbano, em estudos de caso em Porto Alegre-RS. Com apoio, entre outros, de Monteiro e Alucci (2010a), seleciona índices que considerem apenas temperatura e umidade do ar. Realiza então medições dessas duas variáveis nos parques Farroupilha, Moinhos de Vento e Germânia e seus entornos, aplicando o índice de temperatura efetiva aos resultados.

Alves *et al.* (2017) avaliam o desempenho térmico do saguão e hall de entrada do edifício sede do programa de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, por meio de medições empíricas e simulações computacionais. Referenciam Monteiro e Alucci (2010) para discutir o modelo adaptativo e selecioná-lo para avaliação do conforto térmico. Concluem que a variação das condições de ventilação interfere pouco no conforto dos usuários.

Toparlar *et al.* (2017) revisam os estudos de simulação CFD do microclima urbano, categorizando-os segundo: a morfologia da área urbana (genérica ou real), a metodologia (com ou sem validação), as configurações/localizações urbanas consideradas, as equações e os modelos de simulação e parâmetros de destino. Com relação a esses últimos, podem estar relacionados a temperatura, transferência de massa, transferência de calor, ventilação, conforto térmico ou outros parâmetros quantitativos. Com relação ao conforto térmico, citam os índices PET de Höppe (1999), PMV de Fanger (1970), EPMV de Fanger e Toftum (2002), SET* de Gagge *et al.* (1967), TEP de Monteiro e Alucci (2011), Tsp de Monteiro e Alucci (2009) e UTCI de Jendritzky *et al.* (2012).

Tse e Jones (2017) apresentam pesquisa de campo com aplicação de 736 questionários em espaços semiabertos de três edificações em Cardiff, no Reino Unido. Referenciam Monteiro e Alucci (2007e) para conceituar arquitetonicamente os espaços em inseridos e destacados da edificação e para selecionar a abordagem preditiva. Verificam a inaplicabilidade do PMV a espaços semiabertos, observando ainda alta correlação entre o valor da roupa e a temperatura operativa interna. Concluem que ações adaptativas são tomadas para superar o desconforto em espaços semiabertos.

A tabela a seguir apresenta campo de pesquisa e local em que foram realizados os trabalhos de Maragno (2010), Correia e Romero (2011), Antonelli (2012), Alves (2014), Orosa *et al.* (2014b), Gobo e Galvani (2014), Gobo *et al.* (2015), Fabbri (2015), Pantavou e Mavrakakis (2015), Tavares (2015), Zanlorenzi e Silva Filho (2016), Winansih *et al.* (2016), Johansson (2016), David (2016), Zorzi (2016), Alves *et al.* (2017), Toparlar *et al.* (2017) e Tse e Jones (2017).

Tabela 7-7: Referências teóricas a questões conceituais

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
DF	Varjão (1)					
PR		Ponta Grossa (1)				
RS	Porto Alegre (1)		Todo o Estado (2)			
SP	São Paulo (4) Bauru (1)				Piracicaba (1)	
Subtotal	7	1	2		1	
Exterior						
Espanha				Galícia (1)		
Grécia				Kalamata (1)		
Holanda	Eindhoven (1)					
Indonésia	Malang (1)					
Itália	Roma (1)					
Nova Zelândia	Christchurch (1)					
Reino Unido	Cardiff (1)					
Subtotal	5					
Total	12	1	2	2	1	

7.4. Referências metodológicas

Em referências teóricas, foram considerados os trabalhos que referenciam a revisão bibliográfica, a seleção de índices ou questões conceituais. Aqui, em referências metodológicas, consideram-se os trabalhos com relação aos levantamentos de campo, às verificações comparativas de índices, às calibrações de índices e às proposições de índices de trabalhos do autor.

7.4.1. Aos levantamentos de campo

Rossi *et al.* (2011) realizam verificação acerca da influência da configuração urbana no microclima e na sensação térmica em ruas de pedestre de Curitiba-PR, analisando dados climáticos e dados pessoais obtidos por meio de monitoramentos de campo simultâneos em dois

pontos. Referem-se a Monteiro (2008a) e Monteiro e Alucci (2010a) no que diz respeito à metodologia empregada para os levantamentos.

Nikolopoulou (2011) apresenta uma revisão de várias abordagens sobre conforto térmico em espaços abertos. Cita vários trabalhos, entre eles Monteiro e Alucci (2006), apontando para a constância das abordagens das pesquisas de campo que permitem compreender a percepção térmica e avaliar as condições de conforto térmico em espaços abertos, ressaltando ainda as questões de aclimação e adaptação.

Silva *et al.* (2012) avaliam o conforto térmico da população quanto à percepção, estimativa, preferência e tolerância térmica em dois pontos de natureza urbana e geoecológica distintas no bairro do Centro em João Pessoa-PB. Para tanto, utilizam propostas metodológicas de Monteiro e Alucci (2007a), além de Moura (2008) e Pezzuto (2007).

Paulert (2012) analisou a utilização de elementos vazados em obras educacionais contemporâneas, avaliando qualitativamente seu comportamento sob as óticas funcional, técnica e estética. Faz revisão de obras e métodos afins, entre eles Monteiro *et al.* (2008a). Para a coleta dos dados, foram utilizadas observações diretas e entrevistas semiestruturadas com os usuários e os autores das obras. Os resultados indicaram o favorecimento de aspectos relativos a conforto ambiental, permeabilidade visual e tratamento estético diferenciado.

Vasconcelos (2013) verifica a relação entre variáveis térmicas e o desempenho de estudantes da Academia de Polícia Militar do Estado da Paraíba, por meio de testes de raciocínio verbal, abstrato, mecânico, espacial e numérico, aplicados durante três sessões sob temperaturas de 20 °C, 24 °C e 30 °C. Referencia Monteiro (2008a) para os cuidados com a aquisição das grandezas físicas. Os resultados indicaram temperaturas ideais de sensação de neutralidade térmica e de conforto térmico, respectivamente, de aproximadamente 23 °C e 21 °C.

Sebastião e Fontes (2013) avaliam as condições de conforto térmico em um espaço de permanência arborizado localizado no campus da Universidade Estadual Paulista, em Bauru-SP. Para tanto, realizam levantamentos microclimáticos e aplicação de questionários, para identificar a sensação térmica, utilizando como referência, entre outros trabalhos, Monteiro e Alucci (2012b). Os resultados evidenciaram a importância do bosque como espaço de permanência, verificando-se faixa de conforto de 20,1 °C – 24,5 °C para o índice PET, faixa menos ampla em relação a estudo similar em outro bosque em Bauru (18,0 °C – 27,6 °C), que apresentou faixa muito próxima a de São Paulo (18,0 °C – 26,0 °C), proposta por Monteiro e Alucci (2007a).

Ramaldes (2015) analisa a influência da vegetação na percepção térmica do transeunte na cidade de Vitória-ES, por meio de medições e entrevistas simultaneamente em dois pontos de uma via, a cada hora, durante oito horas ininterruptas, em um dia de verão em dois anos consecutivos. Cita Monteiro e Alucci (2007b), entre outros, ao destacar a importância da vegetação urbana no conforto do transeunte, e Monteiro (2008a) para definir questões metodológicas da pesquisa, como a seleção de dias para a medição, a representatividade das estações do ano, entre outras questões.

Gobo e Galvani (2016) apresentam os referenciais teórico-metodológicos que sustentam, subsidiam e normatizam os estudos de conforto térmico humano em condições de ambiente externo, assim como resultados da aplicação de metodologia em estudo de caso em Santa Maria-RS. Para tanto, segundo os autores, a pesquisa apoiou-se nos métodos e resultados dos trabalhos de Monteiro (2008a), Monteiro e Alucci (2007a e 2010a), Cheng *et al.* (2012), Rossi *et al.* (2012), Xi *et al.* (2012), Pantavou *et al.* (2013), Lai *et al.* (2014) e Blazejczyk *et al.* (2014).

A próxima tabela apresenta campo de pesquisa e local dos trabalhos de Rossi *et al.* (2011), Nikolopoulou (2011), Silva *et al.* (2012), Paulert (2012), Vasconcelos (2013), Sebastião e Fontes (2013), Ramaldes (2015) e Gobo e Galvani (2016).

Tabela 7-8: Referências metodológicas aos levantamentos de campo

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia ^a	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
ES	Vitória (1)					
PB		João Pessoa (1)	João Pessoa (1)			
PR		Curitiba (2)				
RS			Santa Maria (1)			
SP	Bauru (1)					
Subtotal	2	3	2			
Exterior						
Reino Unido	Bath (1)					
Subtotal	1					
Total	3	3	2			

7.4.2. Às verificações comparativas de índices

Ruiz e Correa (2009, 2010) realizam um estudo comparativo de diferentes modelos de conforto térmico, visando identificar qual é mais adequado para prever condições de conforto em espaços abertos vegetados em cidades de zonas áridas, cuja configuração se identifica com o esquema de cidade oásis. Para a descrição dos índices, utilizam a proposta de classificação de Monteiro e Alucci (2005d). Para a aplicação dos índices, utilizam o método proposto por Monteiro e Alucci (2006a, 2006b), que utilizam método iterativo para maximizar a correlação entre os resultados dos índices e dos levantamentos empíricos. O modelo que apresentou melhores resultados foi o Comfa.

Gonçalves *et al.* (2012) apresentam o trabalho completo do projeto ambiental desenvolvido para o novo centro de pesquisa da Petrobras, na cidade do Rio de Janeiro, visando clarificar a relação entre soluções arquitetônicas, estratégias ambientais e qualidade do espaço, apresentando os critérios e métodos aplicados ao conceito arquitetônico e a avaliação técnica de quatro áreas complementares do design ambiental: conforto em espaços abertos, iluminação e ventilação natural em edificações e, finalmente, desempenho energético de espaços climatizados. Para a apresentação dos trabalhos de conforto em espaços abertos do novo centro de pesquisas, são referenciados os métodos de trabalho e os resultados de Monteiro *et al.* (2008b).

Rossi *et al.* (2012) propõem faixas de conforto e desconforto térmico para o índice UTCI, para as condições climáticas locais de Curitiba. Os autores apresentam, com base em Monteiro e Alucci (2010a), análise comparativa entre pesquisas de conforto térmico em espaços abertos urbanos, calibrando vários índices. Concluem que as calibrações realizadas com base em pesquisa laboratorial obtêm melhores resultados preditivos. Observam ainda para a amostra analisada que as diferenças entre os subgrupos gênero, idade e índice de massa corpórea eram pequenas. O resultado da pesquisa para as situações climáticas de Curitiba foram: desconforto para o frio, $T_a \leq 15^\circ\text{C}$; conforto, $15^\circ\text{C} < T_a < 27^\circ\text{C}$; e desconforto para o calor, $T_a \geq 27^\circ\text{C}$.

Pantavou *et al.* (2013) colocam que, segundo diversos estudos já realizado, entre eles Monteiro e Alucci (2006), as previsões dos índices bioclimáticos diferem da sensação térmica real. Assim, pretendem avaliar o potencial de um grande número de índices bioclimáticos amplamente utilizados para descrever a sensação térmica humana, bem como identificar aquele que proporciona a melhor avaliação em ambiente urbano mediterrâneo. Realizam pesquisas de campo com medições meteorológicas e aplicação de questionários em três locais de Atenas. A predição dos índices foi comparada com a sensação térmica real. Foram aplicados três critérios, seguindo Monteiro e Alucci (2009b). A análise mostrou uma correlação significativa entre a sensação térmica prevista e real. A maioria dos índices previu com sucesso cerca de 35% dos

votos de sensação térmica, enquanto a porcentagem máxima foi 57,9%. O STI e UTCI apresentaram os melhores resultados.

Ruiz e Correa (2014) testam os índices THI, PE, TS, PMV, S e PET para a predição das condições térmicas de espaços abertos sombreados por árvores em clima árido. Realizam levantamentos de campo, aplicando questionários com base em Nikolopoulou *et al.* (2004) e Monteiro (2008a). Utilizam ainda a proposta de classificação de modelos preditivos de Monteiro e Alucci (2006a), para discutir os resultados dos índices verificados. Os resultados foram calculados e comparados às correspondentes respostas subjetivas, seguindo a proposição de Monteiro (2008a).

Pantavou *et al.* (2014a) apresentam pesquisa focada na calibração da escala de sensação térmica de vários índices de conforto, conforme proposto por Monteiro e Alucci (2006b, 2008b), para serem aplicadas em espaços urbanos abertos em zonas climáticas mediterrâneas. Realizaram regressão linear, cúbica e análise probit, sendo que esta última mostrou os melhores resultados para a calibração. A verificação da aplicabilidade dos índices calibrados foi baseada em três critérios, conforme proposto por Monteiro e Alucci (2006a). Os índices ASV, STI e UTCI calibrados apresentaram os melhores resultados.

Golasi *et al.* (2016) realizam verificação comparativa entre o índice MOCI e outros índices de conforto, para o caso específico de percepção térmica em área mediterrânea. Apresentam o trabalho de Monteiro e Alucci (2006a), considerando a calibração para diversos índices. Consideram também, além de outros seis, o trabalho empírico de Monteiro e Alucci (2009), que leva à proposição da TEP. A comparação entre os índices é realizada com base nos três critérios propostos por Monteiro e Alucci. Os autores concluem que o MOCI apresenta os melhores resultados em termos de predição de sensação térmica, com uma porcentagem de acertos de 35,5%.

Tebbani e Bouchahm (2016) avaliam o conforto térmico em seis espaços públicos urbanos abertos na cidade de Annaba, na Argélia. O método adotado é experimental indutivo com base em medições de campo e entrevistas e dedutivo com base no modelo de simulação Comfa e índice SET, seguindo Monteiro e Alucci (2006b). Segundo os autores, os resultados mostraram que o modelo proposto pode ser usado para prever o impacto da morfologia urbana no conforto.

A tabela seguinte traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Ruiz e Correa (2009; 2010; 2014), Gonçalves *et al.* (2012), Rossi *et al.* (2012), Pantavou *et al.* (2013; 2014a), Golasi *et al.* (2016) e Tebbani e Bouchahm (2016).

Tabela 7-9: Referências metodológicas às verificações comparativas de índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
PR		Curitiba (1)				
RJ	Rio de Janeiro (1)					
Subtotal	1	1				
Exterior						
Argélia	Annaba (1)					
Argentina				Mendonça (3)		
Grécia	Atenas (1)			Atenas (1)		
Itália		Roma (1)				
Subtotal	2	1		4		
Total	3	2		4		

7.4.3. Às calibrações de índices

Pezzuto (2007) realiza avaliação do ambiente térmico em espaços urbanos abertos de uma região central de Campinas-SP, apoiado por sistema de informação geográfica. Cita Monteiro e Alucci (2005a, 2005b) por apresentarem revisão dos índices de conforto térmico em espaços externos e Monteiro e Alucci (2006a) por calibrarem os modelos de predição de conforto e verificarem a aplicabilidade desses em espaços urbanos abertos na cidade de São Paulo.

Takebayashi e Moriyama (2009) avaliam a mitigação do efeito da ilha urbana de calor, substituindo asfalto por grama em áreas de estacionamento em Kobe, no Japão. Colocam que calibrações de modelos de conforto térmico em espaços abertos foram realizadas por Monteiro e Alucci (2006a) e que esses autores indicam que a maioria dos índices podem ser utilizados se calibrados com dados empíricos. Desta forma, empregam o índice SET*, baseado no modelo de Gagge *et al.* (1986), verificando que o fluxo de calor sensível diminui aproximadamente 100 a 150 W/m² durante o dia e 50 W/m² durante a noite, em comparação com a superfície original de asfalto.

Tseliou *et al.* (2010) examinaram três índices (PET, THI e WCI) em termos de potencial para descrever a sensação térmica real em áreas com diferentes características climatológicas, com base nos dados levantados no Projeto RUROS, apresentado por Nikolopoulou (2004), que abarca levantamentos durante as quatro estações do ano em sete cidades europeias (Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge e Sheffield). Os autores colocam que Monteiro e

Alucci (2006a) calibraram as escalas de diversos índices para obter melhores resultados em termos de predição de sensação térmica para a cidade de São Paulo, tentando compensar os efeitos da aclimação e adaptação. Os resultados para as sete cidades europeias, considerando os três índices selecionados, apresentaram alta correlação com a temperatura média do local, mas, mesmo com calibração, observou-se pouca melhora no desempenho dos índices.

Hirashima *et al.* (2011) propõem procedimentos para medição de variáveis microclimáticas urbanas, coleta de variáveis pessoais e subjetivas e tratamento dos dados obtidos, para calibração do índice PET, para espaços abertos em Belo Horizonte-MG. Mencionam, citando Prata e Monteiro (2008), que o PET originalmente não apresenta faixas de referência para a sua interpretação e apresentam que, no cenário nacional, Monteiro realizou a calibração do índice para São Paulo, por meio de método iterativo, através da variação dos limites de cada faixa interpretativa visando maximizar a correlação entre os valores fornecidos por essas e os valores das respostas subjetivas de sensação térmica.

Krüger *et al.* (2012) apresentam estudo de conforto em espaços abertos da cidade de Glasgow, de clima temperado, no Reino Unido, utilizando os índices WCT, THS, PET e PMV. Utilizam-se de Monteiro (2008a) por propor método de calibração para o índice PET e, em suas considerações finais, fazem menção ao estudo comparativo de modelos preditivos e processo de calibração proposto para diversos modelos, realizado por Monteiro.

Tsiros *et al.* (2012) apresentam pesquisa em espaços públicos abertos de Atenas, focando no efeito do vento em período quente de verão. Para avaliar as condições térmicas, utilizam o índice PET. Relatam as calibrações de Monteiro e Alucci (2006a), que redefinem os limites das escalas de vários índices, e utilizam calibração para o PET para as condições climáticas de Atenas.

Cohen *et al.* (2013) avaliam a percepção da sensação térmica em Tel Aviv, cidade de clima mediterrâneo, em Israel. Os autores colocam que Monteiro e Alucci (2006a) calibraram as escalas de sensação térmica de diversos índices para maximizar a correlação entre os índices e os votos reais observados em São Paulo. Na sequência, colocam que o índice PET foi selecionado, pois já foi utilizado em numerosas pesquisas com aplicação de questionários, de acordo com pesquisas como, entre outras, de Monteiro e Alucci.

Pantavou e Lykoudis (2014) desenvolvem um modelo termofisiológico simplificado de predição de sensação térmica em espaços abertos, ajustado por fatores psicológicos, para climas mediterrâneos. Foram realizados levantamentos microclimáticos e entrevistas acerca das condições pessoais e psicológicas em uma praça, um cânion urbano e uma localização costeira, em Atenas. Os autores consideram a revisão de 40 índices de Epstein e Moran (2006) e índices

mais novos: UTCI, apresentado por COST Action 730 (2009), TS, por Nagano e Horikoshi (2011) e TEP, por Monteiro e Alucci (2008a). Apresentam ainda a calibração de índices por Monteiro e Alucci (2006a) para a área metropolitana de São Paulo, e pesquisas similares posteriores para outras regiões – Lin e Matzarakis (2008) para Taiwan, Tseliou *et al.* (2010) para Atenas, Cheng *et al.* (2012) para Hong Kong e Pantavou *et al.* (2013) para Atenas. Regressões lineares múltiplas e ordinais foram realizadas para Atenas e se verificou que essas últimas obtiveram melhores resultados, assim como adoção de modelos mais simplificados com a consideração dos efeitos da adaptação em termos de tempo de exposição, estação do ano e preferência relacionada a temperatura do ar e radiação solar.

Krüger *et al.* (2017) apresentam um procedimento preliminar para calibração do índice PET, considerando três diferentes regiões climáticas: Curitiba, subtropical; Rio de Janeiro; tropical; e Glasgow, temperado de alta latitude. Para tanto, revisam os procedimentos já utilizados, elencando inicialmente o de Monteiro e Alucci (2006a) e os resultados de Prata-Shimomura *et al.* (2009a). Como resultado, encontram diferentes faixas para os três locais e verificam que essas faixas são menos restritivas que as originais propostas pelos autores do índice.

A tabela a seguir traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Pezzuto (2007), Takebayashi e Moriyama (2009), Tseliou *et al.* (2010), Hirashima *et al.* (2011), Krüger *et al.* (2012), Tsiros *et al.* (2012), Cohen *et al.* (2013), Pantavou e Lykoudis (2014) e Krüger *et al.* (2017).

Tabela 7-10: Referências metodológicas às calibrações de índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
SP	Campinas (1)					
MG	Belo Horizonte (1)					
Outros		Curitiba, Rio de Janeiro (1)				
Subtotal	2	1				
Exterior						
Japão	Kobe (1)					
Europa	Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge, Sheffield (1)					
Grécia				Atenas (1)	Atenas (1)	
Israel			Tel Aviv (1)			
Reino Unido		Glasgow (1)				
Subtotal	2	1	1	1	1	
Total	4	2	1	1	1	

7.4.4. Às proposições de índices

Krüger e Rossi (2011) verificam as condições de conforto em espaços abertos no centro de Curitiba, monitorando temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e temperatura do globo e realizando pesquisa da percepção de conforto térmico por meio de questionários, obtendo-se 1654 votos de conforto válidos em 14 campanhas de janeiro a agosto. Propõem equação baseada em regressão linear múltipla dos dados e comparam com os resultados apresentados por, entre outros, Monteiro e Alucci (2009c).

Souza e Nery (2012) apresentam estudo de conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. Os autores ressaltam a variedade de climas tropicais e subtropicais do Brasil, apontando para a necessária escolha adequada da metodologia a ser empregada para a tomada de decisões quando do planejamento e gestão, sobretudo do espaço urbano, indicando, dentre alguns trabalhos, o de Monteiro (2008a).

Rossi *et al.* (2013) propõem um modelo de predição de sensação térmica para as condições climáticas de Curitiba, monitorando dados climáticos e levantando dados pessoais, com o uso de questionários em levantamentos de campo em ruas de pedestres. As respostas de sensação térmica foram agrupadas em três categorias e analisadas pela função discriminante linear (FDL). Referem-se a Monteiro (2008a) como única pesquisa a considerar as relações entre as variáveis climáticas e o conforto térmico em espaços abertos, sendo que as demais pesquisas, até então, tinham como objetivo apenas analisar índices já existentes, como PMV e PET, e calibrá-los para condições climáticas específicas. Referenciam o modelo de regressão linear, ou modelo linear geral (MLG), enquanto método estatístico utilizado por Nikolopoulou (2004) e Monteiro (2008a).

Ruiz e Correa (2014, 2015) testam seis modelos preditivos (THI, PE, TS, PMV, S, PET) e propõem o índice para a zona de clima árido (*Index for the Zone of Arid climate* – IZA) para avaliação das condições térmicas em espaços abertos da cidade de Mendonça, de clima árido, na Argentina. A aplicação de questionários foi baseada em Nikolopoulou *et al.* (2004) e Monteiro (2008a). Os levantamentos empíricos seguiram a metodologia de situações microclimáticas de Monteiro. A correlação de múltiplas variáveis foi feita de acordo com Givoni e Noguchi (2002) e Monteiro (2008a).

Gobo (2017) apresenta estudos de conforto térmico humano em condições de ambiente externo, assim como resultados de levantamentos de campo e modelização realizados em Santa Maria-RS. Com base em Monteiro (2008a), entre outros, propõe modelos de regressão e, na sequência, extrapolação da escala local à regional.

A tabela seguinte apresenta campo de pesquisa e local dos trabalhos de Krüger e Rossi (2011), Souza e Nery (2012), Rossi *et al.* (2013), Ruiz e Correa (2014, 2015) e Gobo (2017).

Tabela 7-11: Referências metodológicas às proposições de índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
PR		Curitiba (2)				
RS			Santa Maria (1)			
SP			Ourinhos (1)			
Subtotal		2	2			
Exterior						
Argentina				Mendonça (2)		
Subtotal				2		
Total		2	2	2		

7.5. Referências de aplicação

Apresentam-se, na sequência, trabalhos que realizam aplicação efetiva da calibração proposta para o índice de temperatura equivalente fisiológica (PET), da calibração proposta para outros índices e da aplicação do índice proposto de temperatura equivalente percebida (TEP).

7.5.1. Da calibração do índice PET

Spangenberg *et al.* (2007, 2008) verificaram a influência da vegetação no microclima e no conforto térmico na cidade de São Paulo, realizando medições das condições microclimáticas em um parque, uma praça e um cânion urbano e, depois, simulando o efeito de árvores no modelo ENVI-met. Os resultados do monitoramento de campo indicaram que o parque apresenta temperaturas do ar até 2 °C mais baixas do que na praça e no cânion. Novas árvores mostram o efeito do resfriamento da temperatura do ar em até 1,1 °C. Utilizando a calibração do PET proposta por Monteiro e Alucci (2006a), ainda que com velocidade do vento reduzida em até 45%, o conforto térmico teve melhora considerável, com o valor de PET reduzido em até 12 °C.

Abreu e Labaki (2010a, 2010b) comparam os resultados de três índices de conforto térmico em ambientes externos, a carta bioclimática tridimensional para clima tropical de altitude de Moreno

et al. (2007), o PET de Höppe (1999) calibrado por Monteiro e Alucci (2008a) e o PMV de Fanger (1970) para a avaliação do impacto no microclima urbano, no primeiro trabalho, da sibipiruna, e no segundo, do ipê-amarelo, jambolão e mangueira. Os resultados do primeiro trabalho indicam que o agrupamento arbóreo, em relação à árvore isolada, atenua a radiação solar cerca de 10% a mais no verão e cerca de 15% a mais no inverno. Os resultados do segundo trabalho mostram que o ipê-amarelo é a espécie que proporciona a melhor sensação térmica, enquanto as espécies perenes, como o jambolão e a mangueira, têm maior influência sobre a sensação térmica no período de verão do que no inverno.

Silva *et al.* (2011) realizam revisão bibliográfica de conforto térmico em espaços urbanos abertos com enfoque no papel da vegetação enquanto estratégia de mitigação do calor. Os autores apresentam trabalhos que utilizaram diversos índices, mas principalmente o voto médio estimado (PMV) e a temperatura fisiológica equivalente (PET), calibrada por Monteiro e Alucci (2007b).

Barlatti e Bueno-Bartholomei (2011) verificam o conforto térmico em espaços públicos abertos, realizando monitoramento das condições microclimáticas e aplicando questionários sobre a percepção e preferência de sensação térmica em um calçadão em Presidente Prudente, em São Paulo. Para avaliação das condições de conforto térmico, utilizam o índice PET, com a calibração proposta por Monteiro e Alucci (2007b). Os resultados indicam, confirmando outros estudos, que pessoas em ambientes externos são mais tolerantes às variações microclimáticas.

Minella *et al.* (2011b, 2012) analisam o microclima em dois bairros com ocupação do solo diferenciadas na cidade de São Paulo – Belém e Jardim Paulista. Foram realizadas medições simultâneas em campo no mês mais quente do ano, totalizando 13 horas diurnas em dois dias. Realizam avaliações por meio da calibração do índice PET para a cidade de São Paulo, realizada por Monteiro e Alucci (2007b). Os resultados apontam que, no Belém, o desconforto térmico é mais significativo com predominância de sensação térmica de calor (74,2%) e, no Jardim Paulista, predomina pouco calor (73,3%).

Abreu-Harbich *et al.* (2012a, 2012b, 2013, 2014, 2015) apresentam uma série de estudos de conforto térmico em espaços urbanos abertos na cidade de Campinas-SP, considerando informações climáticas, projetos de plantio e espécies de árvores, cânions urbanos e outros fatores, para a avaliação das condições de conforto por meio do índice PET, utilizando a calibração com base em dados da cidade de São Paulo, conforme apresentada por Monteiro e Alucci (2010a).

Rancura e Labaki (2012) analisam as condições de conforto térmico em mercados de rua em Indaiatuba-SP, por meio de medições empíricas e aplicação de questionários. Foram utilizados os

índices PET, calibrado por Monteiro e Alucci (2007a), e ASV, que mostraram diferenças entre os resultados de sensação térmica de trabalhadores e usuários, podendo indicar influência psicológica.

Matheus e Labaki (2013) analisam o conforto térmico de uma residência semiaberta na cidade de Atibaia-SP, construída em forma de varanda com cobertura verde. Para avaliação das condições de conforto térmico, utilizaram o índice PET com a calibração proposta por Monteiro e Alucci (2006a, 2007b) para espaços abertos na Grande São Paulo.

Soares (2013) avalia a sustentabilidade energética das unidades de turismo em espaço rural no noroeste de Portugal, tendo como parâmetros o tipo de energia que é utilizado para o conforto térmico e produção de águas quentes sanitárias, por meio de levantamento desses elementos físicos e por entrevista aos proprietários de unidades de turismo. Referencia Monteiro (2008a) para a utilização do índice PET para as avaliações das condições de conforto térmico.

Rossi e Krüger (2013) analisam comparativamente a sensação térmica da população de Curitiba e a sensação térmica predita pelo índice PET, por meio de 15 levantamentos de campo em diferentes trechos de ruas de pedestres e cercanias. Citam Monteiro (2008a), que coloca que, devido à diversidade climática do país, são necessárias pesquisas específicas em diferentes localidades. Os resultados da pesquisa, por meio do PET, não predizem a sensação térmica da população de Curitiba, o que sugere a necessidade de calibração do índice.

Silva e Ribeiro (2013) verificam como as condições climáticas intraurbanas afetam a saúde respiratória de crianças menores de cinco anos no setor Sul/Sudeste da cidade de São Paulo. Considerando admissões hospitalares, analisaram 12269 casos de internamento por doenças respiratórias em crianças - CID 10 (J00-J32; J40-J47; J80-J99). Para análise estatística descritiva e modelo de regressão, usaram dados diários de temperatura média do ar, umidade relativa média e velocidade média do vento, da estação meteorológica de Congonhas, tratados em conjunto utilizando o índice PET calibrado por Monteiro e Alucci (2008b), e índice de qualidade do ar, como controle, da Cetesb/Congonhas. Os resultados apontaram associação estatística entre as variáveis climáticas, a poluição e os internamentos hospitalares. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas para o grupo de crianças residentes em distritos com diferentes condições socioambientais.

Almeida (2013) estuda o conforto ambiental de uma residência semiaberta na cidade de Atibaia, São Paulo, construída em forma de varanda, com cobertura verde, realizando medições *in loco* das variáveis ambientais. Citando Monteiro e Alucci (2009d), coloca que as normas não avaliam adequadamente espaços semiabertos e, desta forma, considera o índice PET calibrado por

Monteiro e Alucci (2007b) para avaliar as condições de conforto. Realiza ainda ensaios em túnel de vento para verificação de alternativas.

Cunha e Oliveira (2015) avaliaram a influência da tipologia no conforto térmico em habitação de interesse social, por meio dos índices DI, WBGT, PMV e PET. Utilizam a faixa interpretativa, calibrada para o índice PET, proposta por Monteiro (2008a), classificando os ambientes térmicos como neutro para $18\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{PET} \leq 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, pouco quente para $26\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{PET} \leq 31\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pouco frio para $12\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{PET} < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Oliva (2017) verifica a relação entre conforto humano e métrica de cobertura arbórea (índice de floresta urbana – IFU) em quatro bairros da cidade de Piracicaba-SP, por meio de levantamentos de campo com questionários e aplicação dos índices de avaliação de conforto térmico UTCI e PET. Cita Monteiro e Alucci (2007b), entre outros, para argumentar acerca da influência da vegetação no clima. Utiliza a calibração de Monteiro (2008a) proposta para o índice PET. Salienta que o UTCI também deveria ter calibração realizada, pois os resultados seriam mais condizentes.

Lima *et al.* (2017) analisam a influência da geometria do cânion urbano no estresse térmico de pedestres em duas vias distintas da cidade de Umuarama, no Paraná, em situação de inverno e verão, por meio do índice PET. A escala utilizada foi a calibrada por Monteiro (2008a) para a cidade de São Paulo, por se tratar da cidade com características climáticas que mais assemelham, segundo os autores, à área de estudo, com escala PET calibrada.

Charalampopoulos *et al.* (2017) apresentam uma metodologia para avaliação do desempenho biometeorológico de espaços abertos, considerando dois novos índices usando como base o índice PET. PETH é a média horária do PET e A é o valor médio da classe de percepção térmica neutra. Considerando os valores de PET originais de Matzarakis e Mayer (1996), a faixa é de $18\text{ }^{\circ}\text{C} - 23\text{ }^{\circ}\text{C}$, então $A = 20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. O fator A é modificado em função das calibrações da escala PET (Monteiro e Alucci, 2006a; Lin e Matzarakis, 2008; Tseliou *et al.*, 2010; Cheng *et al.*, 2012). Valores positivos de PETL (PETH - A) indicam carga térmica por condições quentes e valores negativos carga térmica por condições frias, configurando-se como um índice preliminar da performance bioclimática.

A tabela a seguir apresenta campo de pesquisa e local dos trabalhos de Spangenberg *et al.* (2007, 2008), Abreu e Labaki (2010a, 2010b), Silva *et al.* (2011), Barlati e Bueno-Bartholomei (2011), Minella *et al.* (2011b, 2012), Abreu-Harbach *et al.* (2012a, 2012b, 2013, 2014, 2015), Rancura e Labaki (2012), Matheus e Labaki (2013), Soares (2013), Rossi e Krüger (2013), Silva e Ribeiro (2013), Almeida (2013), Cunha e Oliveira (2015), Oliva (2017), Lima *et al.* (2017) e Charalampopoulos *et al.* (2017).

Tabela 7-12: Referências de aplicação da calibração do PET

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
PB	Campina Grande (1)					
PR	Umuarama (1)	Curitiba (1)				
SP	Atibaia (1)	São Paulo (5)			São Paulo (1)	São Paulo (1)
	Campinas (5)	Atibaia (1)			Piracicaba (1)	
	São Paulo (2)					
	Presidente Prudente (1)					
Subtotal	11	7			2	1
Exterior						
Grécia				Atenas (1)		
Portugal			Pontes de Lima (1)			
Subtotal			1	1		
Total	11	7	1	1	2	1

7.5.2. Da calibração de outros índices

Latini *et al.* (2010) avaliam diversas superfícies de pisos e vegetações típicas de espaços abertos, em Ascoli Piceno, cidade histórica no centro da Itália, área típica mediterrânea, para examinar sua influência nas variações microclimáticas por meio dos modelos ENVI-met e Comfa. Para calibração desse modelo, os autores usaram os coeficientes de regressão, ainda que derivados de clima distinto, para minimizar possíveis erros das predições simuladas, usando Monteiro e Alucci (2006a).

Psefteli (2011) verifica a relação entre microclimas urbanos e as condições de conforto térmico na cidade de Tessalônica, na Grécia, considerando duas áreas distintas – uma pavimentada de concreto e uma praça gramada com muitas árvores. O autor faz revisão de índices de conforto com base em Monteiro e Alucci (2011b) e Prata-Shimomura *et al.* (2009b). Seleciona o índice PMV*, adaptado por Jendritzky *et al.* (1979) para espaços abertos, utilizando a calibração proposta por Monteiro e Alucci.

Batista (2012) realiza diversas previsões climatológicas para a região metropolitana de São Paulo, com base em vários cenários futuros, utilizando-se de diferentes índices de conforto

térmico. Referencia Monteiro e Alucci (2007a) para a seleção dos índices de adequação biometeorológica ID e TRv. Os resultados obtidos apontam para uma redução dos dias frios em regiões de médias e baixas latitudes, associado a um aumento na frequência de ocorrência de ondas de calor.

Sardo *et al.* (2013) analisam as variáveis microclimáticas da cidade de Rio do Sul, em Santa Catarina, por meio de índice de conforto térmico. Utilizam-se da calibração de Monteiro (2008a) para empregar o índice de temperatura e umidade, concluindo que, de acordo com a classificação original, em raras ocasiões chega-se próximo ao nível de cautela e, de acordo com a calibração, a cidade encontra-se na maior parte do tempo em condições de conforto.

Nematchoua *et al.* (2014) pesquisam o impacto de mudanças climáticas no conforto térmico em espaços abertos e na saúde em zona tropical quente e úmida – Duala, em Camarões. Os autores utilizam o modelo de Alucci e Monteiro (2004a) e aplicam o índice humidex, com o método de calibração proposto por Monteiro e Alucci (2006a), para discutir as possibilidades de reverter as situações que estão se instalando.

Konstantina (2015) trata da questão de requalificação de edifícios históricos na Grécia, considerando parâmetros de avaliação em espaços abertos. Para tanto, realiza simulações com o ENVI-met, utilizando o índice de voto médio estimado de Fanger (1970), adaptado por Jendritzky (1979) para ambientes externos, o PMV*, utilizando a calibração realizada por Monteiro e Alucci (2006a).

Nick e Nedel (2017) analisam o conforto térmico na cidade de Pelotas-RS, durante o verão nos últimos 30 anos, utilizando dados diários (9h, 15h e 21h) das variáveis meteorológicas temperatura e umidade relativa do ar. Utilizaram o índice de calor (HI) proposto por Steadman (1979) e as faixas interpretativas propostas por Monteiro e Alucci (2010c), para estimar as sensações térmicas nos três horários. Os resultados mostraram predominância da condição de neutralidade térmica durante as manhãs (76%) e noites (77%), ocorrendo sensação de pouco frio, mesmo sendo verão, principalmente à noite (18%). Durante as tardes, ocorreram sensações de pouco a muito calor (54%).

A tabela seguinte traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Latini *et al.* (2010), Psefteli (2011), Batista (2012), Sardo *et al.* (2013), Nematchoua *et al.* (2014), Konstantina (2015) e Nick e Nedel (2017).

Tabela 7-13: Referências de aplicação da calibração de outros índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
RS				Pelotas (1)		
SC				Rio do Sul (1)		
SP				São Paulo (1)		
Subtotal				3		
Exterior						
Camarões				Duala (1)		
Grécia	Tessalônica (1)	Tessalônica (1)				
Itália	Ascoli Piceno (1)					
Subtotal	2	1		1		
Total	2	1		4		

7.5.3. Do índice TEP

Gobo e Galvani (2012) avaliam as condições de conforto térmico para o Rio Grande do Sul por meio de um zoneamento a partir das médias mensais e sazonais de temperatura, da umidade relativa do ar e velocidade do vento. Referenciam Monteiro e Alucci (2007a) para a conceituação e análise de variáveis de conforto térmico humano e Monteiro e Alucci (2009a) para utilização das classes de TEP propostas para São Paulo, em virtude de o Rio Grande do Sul não possuir uma classificação das zonas de conforto, segundo os autores. Os resultados obtidos mostraram o predomínio das áreas de desconforto por frio nas regiões onde ocorre maior incidência de ventos e onde o relevo é mais elevado.

Prata-Shimomura *et al.* (2013) apresentam estudos de caso para as cidades de Santos e São Paulo utilizando modelos físicos, em túnel de vento, como instrumento para verificar a ventilação urbana e seu efeito no pedestre. Com base em Monteiro (2008a), consideram utilizar os índices HL, NWCTI ou PET. Optam por este último e fazem uso da calibração proposta por Monteiro (2008a), realizada, segundo os autores, para população aclimatada para condições similares às da área em estudo.

Johansson *et al.* (2013) simularam, em um dia de verão típico em São Paulo, o microclima de seis tecidos urbanos distintos, utilizando uma combinação do modelo de mesoescala BRAMS e o de microescala ENVI-met. A temperatura do ar e a umidade relativa simuladas foram bastante similares em todas as áreas, enquanto que a velocidade do vento e a temperatura radiante média

variaram muito entre as áreas e dentro delas. O índice temperatura equivalente percebida (TEP), proposto por Monteiro e Alucci (2011a), foi utilizado para avaliar o conforto humano durante o período das 11h às 15h. Esse período está fora da zona de conforto, com $TEP > 27,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Em áreas não sombreadas, chega-se a $TEP > 45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Shinzato (2014) quantifica o impacto da vegetação nos microclimas urbanos abaixo do dossel, em função das interações solo-vegetação-atmosfera, por meio de medições de campo no Parque Trianon, na cidade de São Paulo, e com a calibração entre dados medidos e simulados pelo modelo ENVI-met. De acordo com os resultados das simulações, variando-se as características do dossel, verificou-se uma redução máxima de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ na temperatura do ar e de $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ na temperatura superficial. Baseando-se em Monteiro (2008a), aplicou-se a TEP e verificou-se que se pode ter reduções de $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ na sensação térmica das pessoas.

Duarte (2015) avalia o impacto da vegetação no microclima da cidade de São Paulo. Realiza, inicialmente, levantamentos *in loco* para a quantificação de variáveis urbanísticas e ambientais e compara os resultados levantados nas diferentes situações. Realiza, ainda, levantamentos de dados de solo, vegetação e atmosfera para uso como dados de entrada no ENVI-met, modelando então as áreas de estudo reais e procedendo à simulação, visando à calibração entre dados medidos e simulados. Realiza, então, estudos paramétricos para selecionar as melhores estratégias para simulações de diferentes cenários. Para comparação de resultados, emprega os índices PET, segundo Höppe (1999), e TEP, segundo Monteiro e Alucci (2011a). Os resultados indicam, para o clima atual, em um parque urbano de 1 ha no nível do pedestre com vegetação arbórea de índice de área foliar (IAF) 4,6, com entorno com torres de 15 pavimentos, variação de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (TEP) e $13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (PET), quando comparados com o mesmo cenário sem vegetação. Em cenário climático futuro, para a segunda metade do século, a redução é de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (TEP) e $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (PET) e, quando se acrescentam árvores nas vias, a redução é de $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (TEP) e $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (PET).

Lucchese *et al.* (2016) apresentam resultados de pesquisa de campo de conforto térmico em uma praça pública de Campo Grande-MS, com clima quente e úmido, durante estações quente e fria, objetivando comparar a capacidade preditiva dos índices PET de Höppe (1999), UTCI de Jendritzky *et al.* (2012), TEP de Monteiro e Alucci (2010c), Y de Sangkertadi e Syafriny (2014) e PMV de Fanger (1970). Os índices selecionados não previram de forma eficiente a sensação térmica, sendo necessária calibração. O PET calibrado apresentou então faixa de conforto de $21\text{ }^{\circ}\text{C} - 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 63% de acertos preditivos.

Duarte (2016) discorre sobre o papel da vegetação em cidades tropicais de alta densidade, ressaltando o balanço de energia e propriedades físicas da vegetação e procedimentos para medições e modelagem de infraestrutura verde. Apresenta ainda estudo de caso em São Paulo,

em que avalia o impacto da vegetação nas condições de conforto térmico de espaços abertos por meio dos índices PET, de Höppe (1999), e TEP, de Monteiro e Alucci (2011a).

Batista (2017) analisa o risco de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias em população idosa da região metropolitana de São Paulo, considerando ainda projeção em cenários de mudanças climáticas. Referencia Monteiro (2008a) para a aplicação, entre outros, do índice TEP nos cenários em avaliação. Os resultados obtidos apontam para situações de condições climáticas mais extremas, de forma a oferecer riscos a populações vulneráveis.

Fante *et al.* (2017) realizam avaliação comparativa de seis diferentes metodologias para identificação de situações de conforto térmico aplicadas a cidade Presidente Prudente, em São Paulo. Contabilizaram o número de dias com situações confortáveis e desconfortáveis nos horários das 9h, 15h e 21h, entre os anos de 2005 a 2016, discutindo as vantagens e desvantagens da utilização de cada técnica. Com relação à temperatura equivalente percebida (TEP), de Monteiro (2008a), os autores indicam que o índice mostrou-se eficaz para esse tipo de análise sem subestimar ou superestimar situações de conforto.

A próxima tabela apresenta campo de pesquisa e local dos trabalhos de Gobo e Galvani (2012), Prata-Shimomura *et al.* (2013), Johansson *et al.* (2013), Shinzato (2014), Duarte (2015), Lucchese *et al.* (2016), Duarte (2016), Batista (2017) e Fante *et al.* (2017).

Tabela 7-14: Referências de aplicação do índice TEP

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
MS	Campo Grande (1)					
RS			Todo o Estado (1)			
SP	São Paulo (4) Santos (1)		Presidente Prudente (1)	São Paulo (1)		
Total	6		2	1		

7.6. Referências de verificação

Finalmente, consideram-se os trabalhos que realizam verificação ou comparação da calibração proposta para o índice de temperatura equivalente fisiológica (PET), da calibração proposta para outros índices e da aplicação do índice proposto de temperatura equivalente percebida (TEP).

7.6.1. Da calibração do índice PET

Dacanal *et al.* (2010) avaliaram o papel de fragmentos florestais urbanos no conforto térmico, monitorando cinco locais em Campinas. Os autores apontam que revisões de índices de conforto térmico em espaços abertos constam em Monteiro e Alucci (2006a, 2007a, 2007b). Os índices PMV e PET foram selecionados e calculados para comparação com os votos coletados nas entrevistas. Foram calculadas as frequências de votos relacionadas a cada categoria de sensação térmica para os índices PMV, PET e votos coletados. Os percentuais de votos para cada categoria variam entre os índices, verificando-se que: 72,4% da população afirmaram estar confortáveis; 39,8% estavam dentro da faixa de conforto estimada pelo PMV entre -0,5 e +0,5; 63,3% estavam nessa condição considerando-se a faixa da PET entre 18 °C e 23 °C (Höppe, 1999); e 70,3% encontravam-se na faixa entre 18 °C e 26 °C, calibrada por Monteiro e Alucci (2007a) para a cidade de São Paulo, confirmando a adequação dessa proposição.

Fontes e Brussantin (2011) apresentam um estudo de caso em um espaço público arborizado, na cidade de Bauru, em São Paulo, analisando os limites do conforto térmico real, por meio de questionários, e calculado, utilizando o índice PET e comparando os resultados com calibrações feitas para outras regiões do Estado, como Campinas, por Dacanal *et al.* (2010), e São Paulo, por Monteiro e Alucci (2007c). Os resultados encontrados evidenciam diferenças significativas entre o conforto real e calculado, encontrando faixas de neutralidade com valores acima dos encontrados nos trabalhos mencionados.

Labaki *et al.* (2012) apresentam avaliação de conforto térmico em ruas de pedestres nas cidades de Campinas, Bauru e Presidente Prudente, no interior do Estado de São Paulo, por meio de monitoramento e entrevistas estruturadas, para identificar a sensação térmica e variáveis pessoais. A análise dos resultados permitiu identificar diferenças entre a sensação térmica real e o conforto calculado pelo PET. Os limites de conforto térmico variaram entre as cidades: 20 °C – 29 °C para Campinas, 21 °C – 30 °C para Bauru e 14 °C – 24 °C para Presidente Prudente. Entretanto, a sensação de neutralidade térmica para 59,5% do total da amostra (308 de 519 indivíduos) foi de 18 °C a 26 °C. Esses resultados são compatíveis com os limites propostos por Monteiro e Alucci (2007a) para a cidade de São Paulo. Análise semelhante sobre espaços verdes públicos nas mesmas cidades do Estado de São Paulo, apresentada em Fontes *et al.* (2010), permitiu identificar 70% dos indivíduos em neutralidade térmica dentro desses mesmos limites. Labaki *et al.* colocam ainda que as pesquisas desenvolvidas por Monteiro e Alucci (2006a, 2007b) calibram vários modelos preditivos de conforto e/ou estresse térmico, para análise da adequação térmica de espaços abertos na cidade de São Paulo. Esses estudos têm servido de parâmetro de comparação com outros desenvolvidos no Estado de São Paulo, como as pesquisas de

Shimakawa e Bueno-Bartholomei (2009), Brusantin e Fontes (2009), Fontes *et al.* (2010), Dacanal *et al.* (2010), que visaram analisar e comparar a sensação térmica real e a calculada por meio do índice PET.

Hirashima *et al.* (2016) apresentam os resultados de pesquisa de conforto térmico em duas praças de Belo Horizonte, por meio de levantamento de campo no verão e no inverno e realização de entrevistas. Considerando a base empírica levantada, os autores calibram o índice PET. Consideram, entre outros, Monteiro (2008a) para comparação dos resultados, encontrando neste trabalho para São Paulo faixa de neutralidade extremamente próxima a de Belo Horizonte, respectivamente 18 °C – 26 °C e 19 °C – 27 °C.

Rossi *et al.* (2017) apresentam calibração do índice PET para as cidades de Curitiba e do Rio de Janeiro. Citam o trabalho de calibração para a cidade de São Paulo de Monteiro e Alucci (2006a) e colocam que os resultados mostram que as populações estudadas têm percepções térmicas distintas entre si e em relação às faixas de sensação térmica para o índice PET.

A tabela a seguir traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Dacanal *et al.* (2010), Fontes e Brussantin (2011), Labaki *et al.* (2012), Hirashima *et al.* (2016) e Rossi *et al.* (2017).

Tabela 7-15: Referências de verificação da calibração do PET

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Brasil						
MG	Belo Horizonte (1)					
SP	Bauru (1)	São Paulo (1)				
	Campinas (1)					
	Bauru, Campinas Presidente Prudente (1)					
Outros		Curitiba, Rio de Janeiro (1)				
Total	4	2				

7.6.2. Da calibração de outros índices

Pantavou *et al.* (2014b) avaliaram a relação da temperatura da pele, de cinco sujeitos em Atenas, com parâmetros meteorológicos, utilizando o modelo MENEX. Aplicaram ainda dois índices, HL e TS, para comparar com os votos térmicos reais. Mencionam, entre outras, a pesquisa de Monteiro e Alucci (2006a) dado seu caráter empírico. Apontam ainda que os resultados

encontrados, indicando melhores correlações com o índice HL, são consistentes com os de Monteiro e Alucci (2008a).

Jamaludin *et al.* (2014a, 2014b, 2015, 2016) aplicaram pesquisa de satisfação e percepção térmica em campus localizado em Kuala Lumpur, na Malásia. Foram realizados estudos verificando abordagens de ventilação natural considerando diferentes arranjos de pátios internos em três edificações de alojamento estudantil de épocas distintas. Referenciam Monteiro (2014) ao citar resultados comparativos positivos de melhor sensação térmica embaixo de copas de árvores do que a céu aberto, utilizando comparativamente a calibração de diferentes índices.

Zhao *et al.* (2016a) apresentam levantamentos de campo em espaços abertos de um campus em Guangzhou, na China, durante o verão. Referenciam Monteiro e Alucci (2008a) para seleção do índice a ser empregado para avaliação térmica e para comparação com a base empírica dos autores, entre outras bases. A avaliação com o índice SET* indicou que o limite superior de neutralidade é de 28,5 °C, valor consideravelmente maior que em outros locais. Usando regressão linear, os autores propõem o índice ASV* com a base empírica de Guangzhou.

A tabela seguinte apresenta campo de pesquisa e local dos trabalhos de Pantavou *et al.* (2014b), Jamaludin *et al.* (2014a, 2014b, 2015, 2016), Zhao *et al.* (2016a).

Tabela 7-16: Referências de verificação da calibração de outros índices

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Exterior						
China	Guangzhou (1)					
Grécia				Atenas (1)		
Malásia	Kuala Lumpur (4)					
Total	5			1		

7.6.3. Do índice TEP

Thitisawat *et al.* (2011) e Caldieron *et al.* (2013) apresentam levantamentos conduzidos nas estações de verão e outono em quatro espaços públicos abertos na área do centro de Fort Lauderdale, cidade na região subtropical do sul da Flórida, coletando os votos de sensação e parâmetros microclimáticos. Foram avaliados quatro modelos existentes: PMV de Fanger (1970) e PMV' de Humphreys e Nicol (2002), baseados em modelos de balanço térmico, e ASV de Nikolopoulou (2004) e Tsp de Monteiro e Alucci (2009b), propostos com análise de regressão e

com base em condições climáticas, respectivamente, menos e mais similares (Atenas e São Paulo) às do caso em estudo. Com base nos modelos, foram propostas ainda calibrações para oferecer previsões melhoradas.

Sangkertadi e Syafriny (2012) apresentam levantamentos campo para proposição de equações de regressão de percepção de conforto térmico para atividades ao ar livre em Manado, Indonésia, com clima quente e úmido. Consideram a temperatura do ar e radiante média e umidade relativa, em situações em que a velocidade do ar é de cerca de 1 m/s. A partir de questionários e medições de campo, foram desenvolvidas três equações de regressão, para atividades sentado e de caminhadas normal e rápida. A comparação dos resultados das equações propostas e de outras equações empíricas com os resultados obtidos por meio dos questionários mostraram: 61% de acertos para a equação proposta para caminhada normal, 53% para o Tsp de Monteiro e Alucci (2009a), 47% para o ASV de Nikolopoulou *et al.* (2003), 5% para o TS de Givoni e Noguchi (2000) e 0% para o C de Nicol *et al.* (2006). Ainda que não seja comentado pelos autores, apresentam tabela indicando que esses quatro trabalhos foram, respectivamente, desenvolvidos em climas subtropical, temperado, frio e, novamente, frio.

Sangkertadi e Syafriny (2014) apresentam os resultados de pesquisa de conforto térmico em espaços abertos urbanos na cidade de Manado, Indonésia, em clima tropical úmido. A partir dos resultados de medições e questionários, obtiveram equações de regressão, que levam em conta cinco variáveis, para caminhada normal, caminhada rápida e em atividade moderada sentado, válidas para as pessoas que usam roupa típica tropical local (cerca de 0,5 a 0,7 clo). A saída das equações é a escala do nível de conforto térmico em cinco pontos. A validação das equações foi feita por meio de comparação com equações que se originaram em estudos de climas que não são tropicais úmidos: TS de Givoni e Noguchi (2002), ASV de Nikolopoulou e Lykoudis (2006), C de Nicol *et al.* (2006), TS' de Cheng e Ng (2008) e Tsp de Monteiro e Alucci (2009a). Os autores concluem que os resultados da equação de regressão Y são quase os mesmos dos de Tsp, explicando que essa é uma formulação baseada no clima subtropical, na qual, climatologicamente, não há diferenças tão grandes em comparação com a situação climática tropical úmida.

Zoras (2015) avalia a ambiência térmica de um espaço urbano aberto com alta ocupação, em Arta, na Grécia, por meio de simulação computacional baseada em dinâmica de fluidos e aplicando o índice Tsp, de Monteiro e Alucci (2009a), que, segundo o autor, é validado pela aplicação em vários estudos e é empregado nessa pesquisa em específico devido às similaridades climáticas em que foi desenvolvido. Como consideração final, propõe uma reabilitação em que as intervenções contribuirão para a melhoria do ambiente local.

Zoras *et al.* (2015) propõem um estudo de reabilitação bioclimática de um mercado em espaço aberto em Atenas, por meio de avaliação computacional baseada em simulação de dinâmica de fluidos. Para avaliação das condições biometeorológicas, selecionam o índice Tsp, de Monteiro e Alucci (2009a), por ser, segundo os autores, apropriado para espaços externos por ser validado pela avaliação de vários estudos contra dados experimentais reais.

Salata *et al.* (2016) consideram o conforto térmico em espaços abertos em Roma, que apresenta clima mediterrâneo, com pesquisa de campo durante um ano e aplicação de mais de mil questionários. Consideram diversos estudos com bases empíricas, entre eles Monteiro e Alucci (2009a), comparando suas equações e bases. Propõem, então, o índice mediterrâneo de conforto externo (MOCI – *Mediterranean Outdoor Comfort Index*).

Sangkertadi e Syafriny (2016) avaliam as condições de conforto térmico em espaços urbanos abertos em clima tropical úmido, na Indonésia, com enfoque no efeito da ação dos ventos e na temperatura radiante média. Os autores dizem que não há índice desenvolvido e validado para clima tropical úmido, que os desenvolvidos são para climas frios, temperados e subtropicais, como os propostos por: Huang (2007), Matzarakis *et al.* (2003), Nikolopoulou *et al.* (2008), Scudo e Dessi (2006), Spagnolo e de Dear (2003), Monteiro e Alucci (2009a), Nicol *et al.* (2006) e Cheng e Ng (2008). Assim, utilizam o modelo OTC e duas equações de regressão com variáveis de temperatura do ar, temperatura do globo, velocidade do vento, umidade e postura do corpo, para dois tipos de atividade: andar e sentar. A partir dos resultados, verificam que o vento reduz a sensação provocada pelo aumento da temperatura radiante média, quando a velocidade é elevada de 0,5 m/s para 2 m/s. No entanto, não desempenha papel significativo quando a velocidade é elevada de 2 m/s para 3,5 m/s.

Zhao *et al.* (2016a, 2016b) desenvolvem índice de conforto térmico em espaços abertos para o clima subtropical de Guangzhou, China, por meio de levantamentos empíricos e aplicação de questionários no campus da Universidade de Guangzhou. Os autores colocam que os impactos de fatores externos objetivos ambientais e métodos estatísticos são frequentemente usados para compensar a influência de fatores internos subjetivos pessoais de difícil mensuração. Assim, apresentam trabalhos de análises de regressão – Cheng *et al.* (2012), Monteiro e Alucci (2008a), Nikolopoulou (2004) e Givoni e Noguchi (2002), indicando que as sensações térmicas exibem variações significativas com base na localização dos experimentos. Desta forma, um índice de conforto térmico é proposto para a área de Guangzhou.

Castaldo *et al.* (2017) analisam novos materiais com potencial para manter ambientes menos aquecidos e que possuam a mesma aparência de materiais históricos. Realizam estudo experimental e simulação computacional, comparando os resultados de bases empíricas e

índices propostos por Monteiro e Alucci (2009a) para São Paulo, Zhao *et al.* (2016a) para Guangzhou e Salata *et al.* (2016) para Roma. Considerando o mês mais quente, encontram valores de 21,5 °C; 24,4 °C e 28,8 °C, respectivamente, para populações adaptadas às condições das cidades consideradas. Concluem apontando para a necessidade de projetar espaços abertos baseados nas especificidades das pessoas que vivem na localidade.

A tabela a seguir traz campo de pesquisa e local dos trabalhos de Thitisawat *et al.* (2011), Caldieron *et al.* (2013), Sangkertadi e Syafriny (2012, 2014, 2016), Zoras (2015), Zoras *et al.* (2015), Salata *et al.* (2016), Zhao *et al.* (2016a, 2016b) e Castaldo *et al.* (2017).

Tabela 7-17: Referências de verificação do índice TEP

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública
Exterior						
China		Guangzhou (2)				
EUA	Flórida (2)					
Grécia		Atenas (1)				
		Arta (1)				
Indonésia	Manado (3)					
Itália	Roma (1)	Roma (1)				
Total	6	5				

7.7. Discussão

7.7.1. Referências nacionais e internacionais

Considerando-se o panorama brasileiro, os primeiros trabalhos que consideram especificamente o estudo da relação entre as condições ambientais microclimáticas e a percepção de sensação térmica espaços urbanos abertos remetem à virada do século.

Lois e Labaki (2001) realizam revisão teórica das pesquisas de conforto térmico em espaços externos, dando ênfase a seis diferentes índices de conforto. Concluem colocando que esperam contribuir para as pesquisas que estão se iniciando no Brasil sobre conforto térmico em espaços urbanos abertos. Costa e Araújo (2002) realizam, durante quatro dias de verão, a aplicação de 80 questionários em bairros de Natal-RN, medindo às 6h e às 13h, a temperatura, umidade e velocidade do ar. Para análise dos resultados, utilizam a temperatura equivalente fisiológica e a temperatura efetiva padrão, concluindo que a primeira apresentou resultados mais condizentes

com a realidade em questão. Costa e Araújo (2003) apresentam resultados específicos para o Bairro de Petrópolis, dando ênfase ao levantamento empírico. Concluem que, quando comparado a estações meteorológicas, o bairro é mais quente e menos ventilado, sendo que a maioria dos usuários sente-se desconfortável. Alucci e Monteiro (2004a) apresentam resultados de investigação teórica acerca das condições de estresse térmico de usuários, para diferentes situações ambientais. Para avaliação, são utilizados os índices Sw_{req} , HL e SP. Os autores concluem apresentando as situações-limite teoricamente aceitáveis, em termos fisiológicos e não de conforto, para diversas cidades brasileiras.

Considerando os trabalhos apresentados, ressalta-se o trabalho de Lois e Labaki (2001), por ser a primeira revisão bibliográfica localizada em língua portuguesa, e a pesquisa de Costa e Araújo (2002), por ser o primeiro trabalho empírico brasileiro focado na relação entre variáveis microclimáticas e respostas subjetivas de conforto.

Em 2004, iniciam-se as publicações do autor na área de conforto térmico em espaços abertos, em específico, dos trabalhos de Monteiro e Alucci (2005a e 2005b), acerca de ampla revisão histórica e estado da arte de modelos preditivos de conforto térmico em espaços abertos; Monteiro e Alucci (2006), acerca da calibração de 22 modelos preditivos, entre eles o PET, calibração bastante utilizada conforme visto anteriormente; e a tese de doutorado (Monteiro, 2008), com a proposição de modelagem e os índices de conforto TEP e Tsp, divulgados em Monteiro e Alucci (2008a; 2009a).

Nesse interim, temos uma série de trabalhos enfocando conforto térmico em espaços abertos, em específico na questão da percepção térmica.

Araújo e Caram (2004), com base nos dados de Costa (2003), apresentam estudo para o Bairro da Ribeira, em Natal-RN. São consideradas as variáveis temperatura, umidade e velocidade do ar. Não se apresenta avaliação conjunta por meio de algum índice, mas nas considerações finais aponta-se que o trabalho está em andamento. Costa e Araújo (2004) relatam novos resultados de seus trabalhos (2002, 2003), apresentando, com base nos estudos realizados no Bairro de Petrópolis, em Natal, valores referenciais de voto médio estimado, temperatura equivalente fisiológica e temperatura efetiva padrão e, ainda, indicação de faixa de conforto ($24,2^{\circ}\text{C}$ – $30,4^{\circ}\text{C}$; 67% – 89%). Silva e Corbella (2004) apresentam também trabalho em andamento através de estudo de caso realizado em Copacabana, no Rio de Janeiro, com coleta de variáveis ambientais e aplicação de “enquetes sensoriais”. Concluem os autores que “talvez o aspecto mais importante diga respeito às enquetes sensoriais, sobretudo em função da heterogeneidade dos usuários locais”, indicando a necessidade de desenvolvimento dos procedimentos utilizados para tal fim. Torres e Barbirato (2004) divulgam resultados de pesquisa realizada em três áreas

externas de conjuntos habitacionais de Maceió-AL. Foram levantadas variáveis ambientais e aplicados sessenta questionários. Os autores indicam a área que apresentou melhores resultados, ressaltando o fato de que a mesma é a menos frequentada, apontando para a problemática da falta de diversidade de atividades ofertadas.

Katzschner (2005) utiliza dados obtidos para Salvador-BA e João Pessoa-PB e, por meio da utilização da temperatura equivalente fisiológica, discute resultados anteriormente divulgados, apontando para um abrandamento das condições de conforto, em contraposição às análises anteriores. Ananian *et al.* (2005) realizam estudo para espaço externo em Bauru-SP, com levantamento de variáveis ambientais e aplicação do índice PMV, não sendo realizada nenhuma ressalva quanto às limitações deste. Borges e Labaki (2006), através de medições e entrevistas, estudam três espaços externos de Campinas-SP, comparando o voto médio estimado e as sensações e preferências dos usuários dessas áreas. Concluem que há diversidade térmica em relação às três áreas analisadas, indicando a existência de microclimas diferenciados e variações de efeito psicológico nas sensações térmicas. Costa e Araújo (2006) apresentam novos resultados de sua pesquisa (2004), com faixas-limite distintas para verão (27,3 °C – 31,3 °C; 65% – 81%) e inverno (23,2 °C – 29,4 °C; 70% – 92%), baseando-se em medições microclimáticas e 171 entrevistas realizadas no bairro de Petrópolis, em Natal-RN. Concluem que a definição de faixas-limite por análise estatística e pesquisa de campo por meio de entrevistas é uma metodologia possível, embora deva ser suficiente e cuidadosamente abrangente em virtude da multiplicidade de variáveis envolvidas.

Pezzuto e Labaki (2007) avaliam o conforto térmico em áreas abertas de fluxos de pedestres na região central da cidade de Campinas-SP. A pesquisa foi realizada durante o período de verão e inverno, com a aplicação de 778 questionários, em cinco pontos com características tipológicas diferenciadas. Concluem que, no verão, não há diferença de resultado em relação aos pontos avaliados e que, no inverno, o ponto próximo a um parque apresenta resultados mais satisfatórios. Moreno *et al.* (2007) propõem uma zona de conforto para clima tropical de altitude, elaborada a partir de dados coletados em medições em passeio público (verão) e áreas livres (outono). Foram consideradas as variáveis temperatura de bulbo seco, umidade relativa e velocidade do ar, tendo sido aplicados 108 questionários de sensação térmica e de conforto no bairro de São José, em Campinas.

Conforme se verifica, a proposta de calibração de índices, de Monteiro e Alucci (2006a), e a proposição do TEP e Tsp, de Monteiro (2008a), foram as primeiras propostas nacionais, respectivamente, de calibração de índices para utilização no país e de proposição de índices para as condições climáticas e urbanas locais específicas.

Desta forma, conforme se verificou nos subitens anteriores, houve quantidade significativa de publicações de trabalhos nacionais com referências teóricas, metodológicas, de aplicação e de verificação aos trabalhos do autor.

Foram observadas 27 publicações de pesquisas nacionais fazendo referências teóricas, sendo cinco à revisão bibliográfica: Minella *et al.* (2009, 2011a), Costa *et al.* (2011), Debiazi e Souza (2015) e Fontenelle *et al.* (2015); 11 à seleção de índices: Dumke (2007), Alucci (2007), Barros *et al.* (2010), Santos (2010), Souza *et al.* (2012), Gobo (2013), Azevedo *et al.* (2015), Krüger e Drach (2016, 2017a, 2017b) e Lima e Jardim (2017); e 11 a questões conceituais: Maragno (2010), Correia e Romero (2011), Antonelli (2012), Alves (2014), Gobo e Galvani (2014), Gobo *et al.* (2015), Zanlorenzi e Silva Filho (2016), David (2016), Zorzi (2016), Alves *et al.* (2017) e Toparlar *et al.* (2017).

Foram verificadas 16 publicações de pesquisas nacionais realizando referências metodológicas, sendo, sete aos levantamentos de campo: Rossi *et al.* (2011), Silva *et al.* (2012), Paulert (2012), Vasconcelos (2013), Sebastião e Fontes (2013), Ramaldes (2015) e Gobo e Galvani (2016); duas às verificações comparativas de índices: Gonçalves *et al.* (2012) e Rossi *et al.* (2012); três às calibrações de índices: Pezzuto (2007) e Krüger *et al.* (2012; 2017); e quatro às proposições de índices: Krüger e Rossi (2011), Souza e Nery (2012), Rossi *et al.* (2013) e Gobo (2017).

Foram, ainda, encontradas 32 publicações de pesquisas nacionais realizando referências de aplicação de calibrações propostas e do índice TEP, sendo 21 da calibração do PET: Spangenberg *et al.* (2007, 2008), Abreu e Labaki (2010a, 2010b), Silva *et al.* (2011), Barlati e Bueno-Bartholomei (2011), Minella *et al.* (2011b, 2012), Abreu-Harbich *et al.* (2012a, 2012b, 2013, 2014, 2015), Rancura e Labaki (2012), Matheus e Labaki (2013), Rossi e Krüger (2013), Silva e Ribeiro (2013), Almeida (2013), Cunha e Oliveira (2015), Oliva (2017) e Lima *et al.* (2017); três da calibração de outros índices: Batista (2012), Sardo *et al.* (2013) e Nick e Nedel (2017); e nove de aplicação do índice TEP: Gobo e Galvani (2012), Prata-Shimomura *et al.* (2013), Johansson *et al.* (2013), Shinzato (2014), Duarte (2015), Lucchese *et al.* (2016), Duarte (2016), Batista (2017) e Fante *et al.* (2017).

Por fim, foram localizadas seis publicações de pesquisas nacionais realizando referências de verificação de calibrações propostas pelo autor para o índice PET: Dacanal *et al.* (2010), Fontes e Brussantin (2011), Labaki *et al.* (2012, 2013), Hirashima *et al.* (2016) e Rossi *et al.* (2017).

Considerando esses 86 trabalhos nacionais com referências teóricas (27), metodológicas (16), de aplicação (32) e de verificação (11) aos trabalhos do autor, a tabela a seguir apresenta a distribuição por campos de pesquisa e por localidade das pesquisas realizadas.

Tabela 7-18: Publicações de pesquisas nacionais que referenciam trabalhos do autor

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública	Total
BRASIL							
Centro-Oeste							5
DF	Varjão (1)						1
MT	Cuiabá (1)	Cuiabá (1)					2
MS	Campo Grande (1)			Campo Grande (1)			2
Nordeste							4
PB	Campina Grande (1)	João Pessoa (1)	João Pessoa (1)				3
Outros				Mossoró-RN, Serra Talhada-PE, Petrolina-PE, Juazeiro-BA (1)			1
Sudeste							52
ES	Vitória (1)						1
MG	Belo Horizonte (2)		Belo Horizonte (1)				3
RJ	Rio de Janeiro (2)	Rio de Janeiro (2)					4
SP	Atibaia (1) Bauru (3) Campinas (8) Presidente Prudente (2) Santos (1) São Paulo (13)	Atibaia (1) São Paulo (6) São Carlos (1)	Ourinhos (1) Presidente Prudente (1) São Paulo (3)	São Paulo (2)	Piracicaba (2) São Paulo (1)	São Paulo (1)	47
Sul							20
PR	Umuarama (1)	Curitiba (8) Ponta Grossa (1)	Curitiba (1)				11
RS	Porto Alegre (1)		Todo o Estado (4) Santa Maria (2)	Pelotas (1)			8
SC				Rio do Sul (1)			1
Outros							2
		Curitiba-PR, Rio de Janeiro-RJ (2)					
TOTAL	39	23	14	6	3	1	86

Conforme se verifica na tabela, dos 86 trabalhos internacionais, 52 (60%) foram desenvolvidos na Região Sudeste, 20 (24%), na Região Sul e nove (10%) nas regiões Centro-Oeste e Nordeste – dois trabalhos foram desenvolvidos em mais de uma região simultaneamente. Dos 52 trabalhos da Região Sudeste, 47 (90%) concentram-se no Estado de São Paulo. Desses 47, 13 (27%) foram realizados na capital e oito (17%), em Campinas.

A concentração maior ou menor de trabalhos nas regiões e cidades mencionadas parece ser condizente tanto com os centros de pesquisa existentes, quanto com o fato das condições climáticas serem mais ou menos próximas às do local em que as atividades empíricas de pesquisa do autor vêm sendo desenvolvidas.

Com relação aos campos de pesquisa, inicialmente apresentados neste capítulo como Arquitetura e Urbanismo, Engenharia, Geografia, Meteorologia, Agronomia e Saúde Pública, verifica-se que, para o grupo de 86 trabalhos de pesquisa nacional, tem-se 39 (45%) em Arquitetura e Urbanismo, seguidos de 23 (27%) em Engenharia. Nesta, foram encontrados trabalhos em Engenharia Civil (14), de Produção (4), Mecânica (2), Ambiental (2) e de Energia (1). Foram localizados, de maneira significativa, ainda, 14 (16%) trabalhos advindos da Geografia e oito (9%) da Meteorologia. Outros três (3%) trabalhos são provenientes da Agronomia e um (1%) da Saúde Pública.

Considerando os trabalhos de pesquisas internacionais com referências teóricas, metodológicas, de aplicação e de verificação aos trabalhos do autor, tem-se o que se segue.

Foram encontradas 17 publicações de pesquisas internacionais fazendo referências teóricas, sendo cinco à revisão bibliográfica: Alves (2012), Estrela (2013), Alznafer (2014) e Venhari *et al.* (2017); seis à seleção de índices: Fahmy (2010), DeVau (2011), Callejas *et al.* (2013), Tsitoura *et al.* (2014), Orosa *et al.* (2014b) e Giannopoulou (2015); e sete a questões conceituais: Orosa *et al.* (2014b), Fabbri (2015), Pantavou e Mavrakis (2015), Tavares (2015), Winansih *et al.* (2016), Johansson (2016) e Tse e Jones (2017).

Foram verificadas 18 publicações de pesquisas internacionais realizando referências metodológicas, sendo uma aos levantamentos de campo: Nikolopoulou (2011); sete às verificações comparativas de índices: Ruiz e Correa (2009; 2010; 2014), Pantavou *et al.* (2013; 2014a), Golasi *et al.* (2016) e Tebbani e Bouchahm (2016); oito às calibrações de índices: Takebayashi e Moriyama (2009), Tseliou *et al.* (2010), Hirashima *et al.* (2011), Tsiros *et al.* (2012), Cohen *et al.* (2013), Pantavou e Lykoudis (2014) e Sangkertadi e Syafriny (2016); e quatro às proposições de índices: Latini *et al.* (2010), Psefteli (2011), Nematchoua *et al.* (2014) e Konstantina (2015).

Foram, ainda, observadas seis publicações de pesquisas internacionais realizando referências de aplicação de calibrações propostas a índices, sendo duas do PET: Charalampopoulos *et al.* (2017) e Soares (2013); e quatro de outros índices: Latini *et al.* (2010), Psefteli (2011), Nematchoua *et al.* (2014), Konstantina (2015) e Nick e Nedel (2017).

Finalmente, foram localizadas 18 publicações de pesquisas nacionais realizando referências de verificação para calibrações propostas pelo autor e para o índice TEP, sendo seis para índices em geral: Jamaludin *et al.* (2014a, 2014b, 2015, 2016), Pantavou *et al.* (2014b) e Zhao *et al.* (2016a); e 12 verificações para o índice TEP: Thitisawat *et al.* (2011), Caldieron *et al.* (2013), Sangkertadi e Syafriny (2012; 2014, 2016), Zoras (2015), Zoras *et al.* (2015), Salata *et al.* (2016), Zhao *et al.* (2016a, 2016b) e Castaldo *et al.* (2017).

Considerando esses 59 trabalhos internacionais com referências teóricas (17), metodológicas (18), de aplicação (6) e de verificação (18) aos trabalhos do autor, algumas observações podem ser feitas, comparando-se com os resultados dos 86 trabalhos nacionais localizados, com referências teóricas (27), metodológicas (16), de aplicação (32) e de verificação (11).

Primeiro, verifica-se que, proporcionalmente, há uma concentração maior em trabalhos de referência metodológica e de verificação no âmbito internacional. Nas referências metodológicas, o foco está na verificação comparativa e na calibração de índices; nas referências de verificação, o foco está principalmente no índice TEP, mas também na calibração proposta para índices.

Nos trabalhos nacionais, a maior concentração se dá, ao contrário do âmbito internacional, nas referências teóricas e de aplicação. Nas referências teóricas, a ênfase recai na seleção de índices e em questões conceituais; nas referências de aplicação, principalmente na calibração do PET, mas também na aplicação do índice TEP.

O caráter maior de referência teórica e aplicação do material do autor em nível nacional e de referência metodológica e verificação de resultados em nível internacional também pode ser observado pelas duas questões seguintes. Há especialmente poucos trabalhos internacionais realizando referências de aplicação e, igualmente, poucos trabalhos nacionais realizando referências de verificação. E, notadamente, os trabalhos nacionais que se concentram em questões metodológicas, acabam por focar em levantamentos de campo, de caráter eminentemente mais prático, enquanto que a ênfase dos internacionais, conforme visto, recai nas verificações comparativas e nas calibrações de índices.

Na sequência, a tabela apresenta a distribuição por campos de pesquisa e por localidade das pesquisas realizadas, considerando a totalidade dos trabalhos levantados.

Tabela 7-19: Publicações de pesquisas do exterior que referenciam trabalhos do autor

	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia	Geografia	Meteorologia	Agronomia	Saúde Pública	Total
EXTERIOR							
África							
Argélia	Annaba (1)						1
Camarões				Duala (1)			1
Egito	Cairo (1)						1
América							
Argentina				Mendonça (5)			5
EUA	Flórida (3)						3
Ásia							
Arábia Saudita	Riyadh (1)						1
China	Guangzhou (1)	Guangzhou (2)					3
Indonésia	Malang (1) Manado (3)						4
Irã				Ardabil, Ghazvin, Hamedan, Kermanshah, Sanandaj, Tabriz (1)			1
Israel			Tel Aviv (1)				1
Japão	Kobe (1)						1
Malásia	Kuala Lumpur (4)						4
Europa							
Espanha				Galícia (1)			1
Grécia	Atenas(1) Tessalônica (1)	Arta (1) Atenas (1) Creta (1) Tessalônica (1)	Atenas (3)	Atenas (4) Kalamata (1)	Atenas (1)		15
Holanda	Delft (1) Eindhoven (1)						2
Itália	Ascoli Piceno (1) Roma (2)	Roma (2)					5
Portugal		Porto (2) Bragança, Évora, Lisboa (1)	Pontes de Lima (1)				4
Reino Unido	Bath (1) Cardiff (1)	Glasgow (1)					3
Outros	Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge, Sheffield (2)						2
Oceania							
Nova Zelândia	Christchurch (1)						1
SUBTOTAL	28	12	5	13	1		59
Brasil	39	23	14	6	3	1	86
TOTAL	67	35	19	19	4	1	145

Verificando-se a tabela, pode-se observar que dos 59 trabalhos, 32 (54%) foram desenvolvidos na Europa; 15 (25%), na Ásia; oito (14%), na América, três (5%) na África; e um (2%), na Oceania. Dos 32 trabalhos europeus, 15 (47%) foram realizados na Grécia, notadamente em diferentes campos de pesquisa: dois em Arquitetura e Urbanismo, quatro em Engenharia, três em Geografia, seis em Meteorologia e um em Agronomia.

Ainda com relação aos campos de pesquisa, observando-se o grupo de 59 trabalhos de pesquisa internacional, tem-se 28 (47%) em Arquitetura e Urbanismo, seguidos de 13 (22%) em Meteorologia. Observa-se aqui praticamente a mesma porcentagem de trabalhos em Arquitetura e Urbanismo do que no conjunto nacional, mas comparativamente porcentagem consideravelmente maior em Meteorologia, uma vez que no conjunto nacional predominavam, depois de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia e Geografia. Verificam-se aqui, ainda, que 12 (20%) trabalhos vieram exatamente da Engenharia e cinco (8%), da Geografia. Por fim, um (2%) trabalho veio da Agronomia.

Considerando a totalidade de 145 trabalhos que referenciam as publicações do autor, verifica-se que 67 (46%) são da Arquitetura e Urbanismo; 35 (24%), da Engenharia; 19 (13%), da Geografia; também 19 (13%), da Meteorologia; quatro (3%), da Agronomia; e um (1%), da Saúde Pública.

7.7.2. Proposições de calibração do índice de temperatura equivalente fisiológica

Os trabalhos de pesquisa que referenciam as calibrações de índices propostas pelo autor mostraram que o foco recai sobre o índice de temperatura equivalente fisiológica (PET). Considerando os 51 trabalhos sobre aplicação e verificação de calibração de índices, observa-se que 38 (75%) são sobre a calibração proposta para o índice PET e 13 (25%) sobre as calibrações dos demais.

Esses outros índices são considerados no Brasil por: Batista (2012), Sardo *et al.* (2013) e Nick e Nedel (2017); e internacionalmente por Latini *et al.* (2010), Psefteli (2011), Nematchoua *et al.* (2014), Pantavou *et al.* (2014b), Jamaludin *et al.* (2014a, 2014b, 2015, 2016), Konstantina (2015) e Zhao *et al.* (2016a).

Os índices que foram aplicados e verificados nesses trabalhos foram os seguintes: ET*, nova temperatura efetiva, de Missenard (1933); RT, temperatura resultante de Missenard (1948a; 1948b); THI, índice de temperatura e umidade de Thom (1957); ID, índice de desconforto de Thom e Bosen (1959); SET*, temperatura efetiva padrão de Gagge *et al.* (1967); HD, índice humidex de Masterton e Richardson (1979); PMV, voto médio estimado do modelo climático de

Michel de Jendritzky *et al.* (1979); S, saldo energético do modelo Comfa de Brown e Gillespie (1986); e HL, carga térmica do modelo MENEX de Blazejczyk (1996).

Em relação aos 38 trabalhos que referenciam a calibração proposta para o índice PET, 32 são de aplicação e seis de verificação. De todos os 32, somente dois (6%) são internacionais: Soares (2013) e Charalampopoulos *et al.* (2017), respectivamente de Portugal e Grécia. Considerando os demais 30 realizados no Brasil, 25 (83%) foram realizados no Estado de São Paulo; dois (7%), no Paraná; e os três demais no Mato Grosso do Sul, Paraíba e Rio Grande do Sul.

Com relação aos trabalhos de verificação da calibração, Rossi *et al.* (2017), em Curitiba e Rio de Janeiro, demonstram faixas de sensação térmica distintas para ambas as cidades. Hirashima *et al.* (2016), em Belo Horizonte, localizaram faixa de neutralidade de 19 °C – 27 °C, muito próxima à calibração proposta pelo autor para São Paulo: 18 °C – 26 °C.

Fontes e Brussantin (2011), em Bauru, encontraram valores de neutralidade ligeiramente acima dos propostos pelo autor. Já Shimakawa e Bueno-Bartholomei (2009), em Presidente Prudente, e Dacanal *et al.* (2010), em Campinas, encontraram mais de 70% de pessoas na faixa de neutralidade da proposição do autor.

Labaki *et al.* (2012) encontraram faixas de sensação térmica distintas para Campinas, Bauru e Presidente Prudente, mas observam que 60% de toda a amostra também está na faixa de neutralidade proposta. Citam ainda que resultados apresentados por Fontes *et al.* (2010) para as mesmas cidades, mas considerando espaços verdes públicos, verificaram 70% da amostra em neutralidade térmica dentro da mesma faixa, corroborando também os resultados do autor.

Assim, à medida que se afasta para situações climáticas distintas, como as das cidades de Curitiba ou Rio de Janeiro, a calibração diminui significativamente sua correção preditiva, mas para o interior do Estado de São Paulo, mesmo com condições climáticas mais rigorosas, parece que a proposta de calibração tende a ter correção preditiva ainda significativa.

A tabela a seguir apresenta as faixas interpretativas propostas pelo autor para calibração do índice PET e, comparativamente, as faixas das demais proposições nacionais localizadas.

Na referida tabela, T_{ma} é a temperatura média anual (°C) e A_a é a amplitude anual (K), ou seja, a amplitude considerando as temperaturas média mensal do mês mais quente e do mês mais frio.

Ainda na tabela, considerando a classificação de Köppen-Geiger, segundo Climate-Data (2017): Af = clima equatorial úmido, Aw = clima tropical com chuvas no verão, Cwa = clima subtropical / clima tropical de altitude, Cfb = clima temperado marítimo úmido.

Tabela 7-20: Proposições de calibração do índice PET no Brasil

referências	cidade	Köppen-Geiger	T _{ma} (°C)	A _a (K)	PET (°C)									
					frio					calor				
					extremo	muito	moderado	pouco	neutralidade	pouco	moderado	muito	extremo	
Monteiro e Alucci (2006a)	São Paulo, SP	Cwa	19,3	6,3	-	<4	4~12	12~18	18~26	26~31	31~43	>43	-	
Souza (2010)	Salvador, BA	Af	25,2	3,3	-	-	-	<22	22~28	~	28~31	31~39	>39	
Rossi (2012)	Curitiba, PR	Cfb	17,1	7,6	-	-	-	<18	18~23	>23	-	-	-	
Hirashima (2014)	Belo Horizonte, MG	Cwa	20,5	5,8	-	-	<12	12~16	16~30	30~31	31~36	>36	-	
Silva e Alvarez (2015)	Vitória, ES	Aw	24,8	5,2	<18	18~20	-	20~22	22~30	30~34	-	34~46	>46	
Lucchese <i>et al.</i> (2016)	Campo Grande, MS	Aw	23,4	4,5	<11	11~15	-	15~21	21~27	27~32	-	>32	-	
Rossi <i>et al.</i> (2017)	Rio de Janeiro, RJ	Aw	23,2	5,5	-	-	-	-	<22	22~36	36~49	>49	-	

T_{ma} = temperatura média anual (°C); A_a = amplitude anual (K)

Verificando a tabela, a cidade de Curitiba apresenta clima mais frio que o de São Paulo e, conseqüentemente, faixa de neutralidade com valores mais baixos. Belo Horizonte, com clima ligeiramente mais quente, apresenta uma faixa mais larga. Trabalho posterior de Hirashima *et al.* (2016) verificou uma faixa de neutralidade para Belo Horizonte de 19 °C – 27 °C conforme já colocado. A cidade do Rio de Janeiro, ainda que mais quente, apresenta a faixa de neutralidade mais baixa de toda a tabela. Campo Grande e Vitória, subsequentemente mais quentes e com menor amplitude, apresentam faixas de neutralidades com valores mais elevados. Salvador, ligeiramente mais quente e com amplitude consideravelmente menor, apresenta faixa ligeiramente mais restrita que Vitória.

A tabela a seguir apresenta comparativamente as faixas de neutralidade, considerando-se de forma crescente a temperatura média anual das cidades.

Tabela 7-21: Faixas de neutralidade do índice PET no Brasil

referências	cidade	Köppen-Geiger	T _{ma} (°C)	A _a (K)	PET (°C)
Rossi (2012)	Curitiba, PR	Cfb	17,1	7,6	18 ~ 23
Monteiro e Alucci (2006a)	São Paulo, SP	Cwa	19,3	6,3	18 ~ 26
Hirashima <i>et al.</i> (2016)	Belo Horizonte, MG	Cwa	20,5	5,8	19 ~ 27
Lucchese <i>et al.</i> (2016)	Campo Grande, MS	Aw	23,4	4,5	21 ~ 27
Silva e Alvarez (2015)	Vitória, ES	Aw	24,8	5,2	22 ~ 30
Souza (2010)	Salvador, BA	Af	25,2	3,3	22 ~ 28

T_{ma} = temperatura média anual (°C); A_a = amplitude anual (K)

Considerando-se que o índice PET foi originalmente proposto por Mayer e Höppe (1987) e reapresentado por Höppe (1999), tendo sido essa publicação a mais citada da International Journal of Biometeorology de todos os tempos, ressalta-se que o índice faz parte da norma VDI (2008), estando em pauta desde o seu primeiro manuscrito em 1996 e, em definitivo, já em sua primeira versão (VDI, 1998). Assim, o referido índice não é amplamente utilizado apenas no Brasil, mas sim mundialmente. A tabela a seguir apresenta, comparativamente, a proposta de interpretação original do índice, a proposta de calibração do autor e outras propostas localizadas internacionalmente.

Tabela 7-22: Proposições de calibração do índice PET no mundo

referências	cidade	Köppen Geiger	T _{ma} (°C)	A _a (K)	PET (°C)									
					frio					calor				
					extremo	muito	moderado	pouco	neutralidade	pouco	moderado	muito	extremo	
Matzarakis e Mayer (1996)	Europa Central ⁽¹⁾	-	-	-	<4	4~8	8~13	13~18	18~23	23~29	29~35	35~41	>41	
Monteiro e Alucci (2006a)	São Paulo, SP	Cwa	19,3	6,3	-	<4	4~12	12~18	18~26	26~31	31~43	>43	-	
Lin e Matzarakis (2008)	Yuchih, Taiwan	Cwa	20,0	9,5	<14	14~18	18~22	22~26	26~30	30~34	34~38	38~42	>42	
Yahia e Johansson (2009)	Damasco, Síria	BSk	16,9	19,3	-	-	-	<21	21~31	>31	-	-	-	
Katzschner (2010)	Kassel/ Friburgo, Alemanha	Cfb	9,8	17,9	-	<8	8~13	13~38	18~28	28~34	34~38	>38	-	
Tseliou <i>et al.</i> (2010)	Europa ⁽²⁾	-	-	-	<4	-	4~16	-	16~26	-	26~41	-	>41	
Mauhoud (2011)	Cairo, Egito	BWh	21,3	14,5	-	-	-	<21	21~30	>30	-	-	-	
Cheng <i>et al.</i> (2012)	Hong Kong, China	Cwa	22,6	13,0	-	-	<12	12~19	19~29	25~36	36~43	>43	-	
Cohen <i>et al.</i> (2013)	Tel Aviv, Israel	Csa	20,2	13,5	<8	8~12	12~15	12~19	19~26	26~28	28~34	34~40	>40	
Tsiros <i>et al.</i> (2012)	Atenas, Grécia	Csa	18,1	18,4					<31	31~37	37~43	>43		
Lai <i>et al.</i> (2014)	Tianjin, China	Cwa	12,4	30,2	-	-	-	<11	11~24	24~30	30~40	>40	-	
Salata <i>et al.</i> (2016)	Roma, Itália	Csa	15,7	16,7	-	<5	5~13	13~21	21~29	29~37	37~45	>45	-	
Liu <i>et al.</i> (2016)	Changsha, China	Cfa	17,7	15,4	<-8	-8~-1	-1~7	7~15	15~22	22~30	30~38	38~46	>46	
Krüger <i>et al.</i> (2017)	Glasgow, Reino Unido	Cfb	8,5	11,5	-	-	<1	1~10	10~18	18~27	>27	-	-	

T_{ma} = temperatura média anual (°C); A_a = amplitude anual (K); (1) proposição original; (2) proposição com base no Projeto RUROS, de Nikolopoulou (2004), incluindo a base de dados das cidades: Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge e Sheffield.

Na tabela, considerando a classificação Köppen-Geiger, segundo Climate-Data (2017), têm-se: BWh = clima árido quente, BSk = clima semiárido frio, Csa = clima temperado mediterrâneo, verões quentes (chuvas no inverno), Cwa = clima subtropical / clima tropical de altitude, Cfa = clima subtropical húmido, Cfb = clima temperado marítimo úmido.

Observa-se que a definição original da temperatura equivalente fisiológica, segundo Höppe (1999), é a de uma temperatura equivalente à temperatura do ar na qual, em uma situação típica em espaço fechado, o balanço térmico do corpo humano é mantido, com temperaturas do centro do corpo e da pele iguais às da situação em questão em espaço aberto. A grande vantagem da temperatura equivalente seria prescindir de escalas de interpretação. De qualquer forma, conforme visto na tabela, Matzarakis e Mayer (1996), nove anos após a proposição original de Mayer e Höppe (1987), sugerem uma escala para interpretação de seus valores.

Segundo o levantamento bibliográfico realizado no capítulo segundo, não se localizou nenhuma proposta de calibração anterior à do autor, tampouco menção por fonte secundária. Na sequência a essa publicação, conforme verificado neste capítulo, outros trabalhos de calibração foram surgindo e, cada vez mais significativamente, sendo realizados, comparados e verificados.

A tabela a seguir apresenta comparativamente as faixas de neutralidade, assim como foi feito para o caso brasileiro, considerando-se de forma crescente a temperatura média anual das cidades. Foram mantidas as faixas de neutralidade original e a proposta para a Europa apenas para referência.

Tabela 7-23: Faixas de neutralidade do índice PET no mundo

referências	cidade	Köppen Geiger	T _{ma} (°C)	A _a (K)	PET (°C)
Matzarakis e Mayer (1996)	Europa Central ⁽¹⁾	-	-	-	18 ~ 23
Tseliou <i>et al.</i> (2010)	Europa ⁽²⁾	-	-	-	16 ~ 26
Krüger <i>et al.</i> (2017)	Glasgow, Reino Unido	Cfb	8,5	11,5	10 ~ 18
Katzschner (2010)	Kassel/Friburgo, Alemanha	Cfb	9,8	17,9	18 ~ 28
Lai <i>et al.</i> (2014)	Tianjin, China	Cwa	12,4	30,2	11 ~ 24
Salata <i>et al.</i> (2016)	Roma, Itália	Csa	15,7	16,7	21 ~ 29
Yahia e Johansson (2009)	Damasco, Síria	BSk	16,9	19,3	21 ~ 31
Liu <i>et al.</i> (2016)	Changsha, China	Cfa	17,7	15,4	15 ~ 22
Monteiro e Alucci (2006a)	São Paulo, SP	Cwa	19,3	6,3	18 ~ 26
Lin e Matzarakis (2008)	Yuchih, Taiwan	Cwa	20,0	9,5	26 ~ 30
Cohen <i>et al.</i> (2013)	Tel Aviv, Israel	Csa	20,2	13,5	19 ~ 26
Mauhoud (2011)	Cairo, Egito	BWh	21,3	14,5	21 - 30
Cheng <i>et al.</i> (2012)	Hong Kong, China	Cwa	22,6	13,0	19 ~ 29

T_{ma} = temperatura média anual (°C); A_a = amplitude anual (K); (1) proposição original; (2) proposição com base no Projeto RUROS, de Nikolopoulou (2004), incluindo a base de dados das cidades: Atenas, Tessalônica, Milão, Friburgo, Kassel, Cambridge e Sheffield.

Conforme se observa na tabela, os valores das faixas de neutralidade variam de forma acentuada, não se estabelecendo uma relação clara, a princípio, somente em função da variação de temperatura média anual ou da amplitude. Se considerarmos a proposta do autor, verifica-se faixas similares, com valor limite díspar em até 2 °C em uma das extremidades – o que leva a um deslocamento da temperatura de neutralidade de até 1 °C, nas situações seguintes: Tel Aviv ($T_{ma} = 20,2$ °C, $A_a = 13,5$ K, $PET_n = 19$ °C ~ 26 °C), calibrado por Cohen *et al.* (2013); Kassel/Friburgo ($T_{ma} = 9,8$ °C, $A_a = 17,9$ K, $PET_n = 18$ °C ~ 28 °C) calibrado por Katzschnher (2010); calibração proposta para Europa ($PET_n = 16$ °C ~ 26 °C), por Tseliou *et al.* (2010), com base nos dados de Nikolopoulou (2004); e, para referência comparativa, a calibração para São Paulo ($T_{ma} = 19,3$ °C, $A_a = 6,3$ K, $PET_n = 18$ °C ~ 26 °C).

7.7.3. Proposições de equações baseadas em análise de regressão

Assim como se verificou grande quantidade de trabalhos com referências à aplicação ou verificação da calibração proposta pelo autor para o índice PET, guardadas as devidas proporções, foram localizadas referências significativas à aplicação e verificação do índice de temperatura equivalente percebida (TEP).

Dos 20 trabalhos localizados, nove (45%) são em relação às referências de aplicação do TEP, sendo todos nacionais: Gobo e Galvani (2012), Prata-Shimomura *et al.* (2013), Johansson *et al.* (2013), Shinzato (2014), Duarte (2015, 2016), Lucchese *et al.* (2016), Batista (2017) e Fante *et al.* (2017). Os outros 11 (55%), são relacionados às referências de verificação do TEP, sendo todos internacionais: Thitisawat *et al.* (2011), Caldieron *et al.* (2013), Sangkertadi e Syafriny (2012, 2014, 2016), Zoras (2015), Zoras *et al.* (2015), Salata *et al.* (2016), Zhao *et al.* (2016a, 2016b) e Castaldo *et al.* (2017).

Desses trabalhos, ressalta-se que parte utilizou o índice de percepção de sensação térmica (*Thermal Sensação Perception* – Tsp) também proposto pelo autor, com valores estatísticos iguais ao TEP, mas com escala qualitativa, em vez de escala equivalente de temperatura. A utilização do Tsp facilita a comparação de resultados com outros índices qualitativos, enquanto a utilização do TEP é mais facilmente confrontada com outros índices de temperatura equivalente.

Os resultados encontrados pelos trabalhos de verificação de Thitisawat *et al.* (2011) e Caldieron *et al.* (2013) indicaram que o Tsp, quando confrontado com PMV de Fanger (1970) e PMV' de Humphreys e Nicol (2002) e ASV de Nikolopoulou (2004), apresenta previsões significativas para Fort Lauderdale, cidade na região subtropical do sul da Flórida, provavelmente pela base climática mais similar.

Sangkertadi e Syafriny (2012) comparam, para a cidade de Manado, com clima quente e úmido na Indonésia, o Tsp, o ASV de Nikolopoulou *et al.* (2003), o TS de Givoni e Noguchi (2000) e o C de Nicol *et al.* (2006), desenvolvidos respectivamente para os climas subtropical, temperado, frio e frio. Os resultados indicam maior percentual de acertos do Tsp (53%). Novamente, ainda que os autores não mencionem, a questão da maior semelhança climática parece estar envolvida.

Sangkertadi e Syafriny (2014, 2016), novamente para a cidade de Manado, comparam o TS de Givoni e Noguchi (2002), o ASV de Nikolopoulou e Lykoudis (2006), o C de Nicol *et al.* (2006), o TS' de Cheng e Ng (2008) e o Tsp. Concluem que os resultados da equação de regressão Y, proposta pelos autores, são quase os mesmos dos do Tsp, explicando, agora sim neste trabalho, que a formulação desse índice baseia-se baseia em clima subtropical, não sendo tão díspar da situação climática tropical úmida. O índice Y será considerado subsequentemente.

Zoras (2015) e Zoras *et al.* (2015) não realizam propriamente verificação, aplicando o Tsp para estudo de caso em Atenas, de clima mediterrâneo. Considerando, porém, a justificativa que colocam, apresentando os trabalhos que já aplicaram o índice e as similaridades entre o clima da base empírica e da cidade em estudo, classificou-se assim esses trabalhos devido à contribuição para o reconhecimento da utilização mais ampla da proposta do autor.

Salata *et al.* (2016) consideram diversos índices empíricos, comparando-os com o estudo empírico em Roma, de clima mediterrâneo. Propõem o já apresentado MOCI, que será também considerado subsequentemente. Não se posicionam quanto a resultados dos diversos índices, mas pelos valores dos coeficientes apresentados, nota-se maiores similaridades com o Tsp, novamente devido, provavelmente, a maiores similaridades climáticas.

Zhao *et al.* (2016a, 2016b) propõem o índice de conforto ASV* para Guangzhou, cidade de clima subtropical na China, conforme também será visto subsequentemente. Comparam então os resultados com o TS de Givoni e Noguchi (2002), TS' de Cheng *et al.* (2012), ASV de Nikolopoulou (2004) e Tsp. Encontraram todos os resultados bastante díspares.

Castaldo *et al.* (2017) comparam os resultados das bases empíricas do Tsp para São Paulo, ASV* de Zhao *et al.* (2016a) para Guangzhou, e MOCI de Salata *et al.* (2016) para Roma. Encontraram também valores um tanto díspares para as três cidades.

Na sequência, compara-se a equação de Tsp com as de outras modelagens de análise de regressão, visando verificação comparativa. Existem, conforme já colocado, valores díspares, porém também se verificam coeficientes com a mesma ordem de grandeza para as mesmas variáveis em diferentes equações. A tabela a seguir apresenta as equações localizadas.

Tabela 7-24: Proposições de equações baseadas em análise de regressão

fonte	cidade, país	Köppen Geiger	Tma (°C)	Aa (K)	índice	equação	escala	r	n
Givoni <i>et al.</i> (2003)	Yokohama, Japão	Cfa	15,6	21,6	TS	$=1,2+0,1115 \cdot t_{ar}+0,0019 \cdot I_g-0,3185 \cdot v_{ar}$	1-7	0,87	1134
	Tel Aviv, Israel	Csa	20,2	13,5	CV	$= -2,3+0,22 \cdot t_{ar}+0,0033 \cdot I_g-0,05 \cdot v_{ar}$	1-7	-	100
Nikolopoulou (2004)	Atenas, Grécia	Csa	18,1	18,4	ASV	$= -0,412+0,034 \cdot t_{ar}+0,0001 \cdot I_g+0,001 \cdot ur-0,086 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,27	1503
	Milão, Itália	Cfa	13,1	21,9	ASV	$= -0,92+0,049 \cdot t_{ar}+0,0002 \cdot I_g+0,002 \cdot ur+0,006 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,44	1173
	Kassel, Alemanha	Cfb	9,8	17,9	ASV	$= -0,876+0,043 \cdot t_{ar}+0,0005 \cdot I_g+0,001 \cdot ur-0,077 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,48	824
	Tessalônica, Grécia	Bsk	15,9	21,3	ASV	$= -2,197+0,036 \cdot t_{ar}+0,0013 \cdot I_g+0,011 \cdot ur-0,038 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,51	1813
	Cambridge, Reino Unido	Cfb	9,7	13,5	ASV	$= -1,74+0,113 \cdot t_{ar}+0,0005 \cdot I_g-0,003 \cdot ur-0,0077 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,57	948
	Sheffield, Reino Unido	Cfb	9,6	12,4	ASV	$= -0,855+0,07 \cdot t_{ar}+0,0012 \cdot I_g-0,003 \cdot ur-0,057 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,58	1008
	Friburgo, Alemanha	Cfb	8,1	17,9	ASV	$= -0,69-0,068 \cdot t_{ar}+0,0006 \cdot I_g+0,002 \cdot ur-0,107 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,68	1920
	Combinado para Europa	-	-	-	ASV	$= -2,079+0,049 \cdot t_a+0,001 \cdot I_g+0,014 \cdot ur-0,051 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,78	9189
Nicol <i>et al.</i> (2006)	Manchester e Lewes, RU	Cfb	10,5	13,5	C	$= 1,761+0,132 \cdot t_{ar}+0,00108 \cdot I_g-0,432 \cdot v_{ar}^{0,5}$	1-7	0,69	485
Monteiro (2008)	São Paulo, Brasil	Cfb	19,3	6,3	Tsp	$= -3,557+0,0632 \cdot t_{ar}+0,0677 \cdot t_{rm}+0,0105 \cdot ur-0,304 \cdot v_{ar}$	-3~+3	0,93	1750
Metje <i>et al.</i> (2008)	Birmingham, Reino Unido	Cfb	9,2	12,5	CV'	$= 3,2464+0,0665 \cdot t_{ar}+0,0011 \cdot I_g-0,0079 \cdot ur-0,2256 \cdot v_{ar}$	1-7	0,5	451
Rossi e Krüeger (2011)	Curitiba	Cfb	17,1	7,6	TS''	$= -2,31+0,13 \cdot t_{ar}+0,0007 \cdot I_g-0,27 \cdot v_{ar}$	1-7	0,67	1654
Cheng <i>et al.</i> (2012)	Hong Kong, China	Cwa	22,6	13,0	TS'	$= -4,77+0,1185 \cdot t_{ar}+0,0025 \cdot I_g+0,1155 \cdot ur-0,6019 \cdot v_{ar}$	1-7	0,91	2700
Lai <i>et al.</i> (2014)	Tianjin, China	Cwa	12,4	30,2	TSV	$= 1,382+0,0643 \cdot t_{ar}+0,00076 \cdot I_g+0,00376 \cdot ur-0,161 \cdot v_{ar}$	-3~+3	0,89	1565
Sangkertadi e Syafriy (2014)	Manado, Indonésia	Af	26,6	1,1	Y	$= -3,4+0,04 \cdot t_{ar}+0,08 \cdot t_g-0,01 \cdot ur-0,36 \cdot v_{ar}+0,96 \cdot A_{du}$	-2~5	0,70	300
Ruiz e Correa (2015)	Mendonça, Argentina	BWk	16,4	15,9	IZA	$= -0,9796+0,0621 \cdot t_{ar}+0,0079 \cdot ur-0,3257 \cdot v_{ar}$	-2~+2	0,85	622
Zhao <i>et al.</i> (2016a)	Guangzhou, China	Cfa	22,2	14,9	ASV*	$= -8,527+0,245 \cdot t_{ar}+0,059 \cdot t_{rm}+0,013 \cdot ur-0,457 \cdot v_{ar}$	-3~+3	0,60	1582
Salata <i>et al.</i> (2016)	Roma, Itália	Csa	15,7	16,7	MOCI	$= -4,068+0,058 \cdot t_{ar}+0,083 \cdot t_{rm}+0,005 \cdot ur-0,272 \cdot v_{ar}+0,264 \cdot I_{cl}$	-3~+3	-	941
Gobo (2017)	Santa Maria, Brasil	Cfa	19,3	10,4	IS _{SM}	$= -2,6425+0,1523 \cdot t_{ar}-0,001 \cdot ur-0,43 \cdot v_{ar}$	-3 ~+3	0,93	864

Na tabela, considerando a classificação Köppen-Geiger, segundo Climate-Data (2017), têm-se: Af = clima equatorial úmido, BSk = clima semiárido frio, BWk = clima árido frio, Csa = clima temperado mediterrâneo, verões quentes (chuvas no inverno), Cwa = clima subtropical / clima tropical de altitude, Cfa = clima subtropical húmido, Cfb = clima temperado marítimo úmido.

Conforme se verifica, foram localizados 13 trabalhos com a proposição de 21 equações. A proposta do autor, conforme argumentado, trazia a característica diferencial, entre as equações de regressão, de considerar as condições, não com dados de estação meteorológica, mas em

espaços urbanos abertos, utilizando-se da temperatura radiante média e da velocidade do ar no nível do pedestre, focando em projeto e intervenções do ambiente construído, objeto comum da área de Arquitetura e Urbanismo e Engenharias.

Ademais, dada a expansão da utilização de índices de temperatura equivalente, propôs-se, considerando-se o índice de percepção de sensação térmica (Tsp), o índice de temperatura equivalente percebida (TEP). Se, por um lado, a verificação da aplicação do índice é feita de maneira comparativa exclusivamente utilizando-se o Tsp, a consideração dos trabalhos que referenciam a produção do autor mostra que a aplicação geral se dá largamente por meio do índice TEP, que parece ser, conforme argumentam os defensores de temperaturas equivalentes, mais intuitivo e com valores que possibilitam uma ordem de grandeza mais tangível.

Ressalta-se ainda na tabela que, das oito propostas de regressão publicadas após a proposição do Tsp e TEP, seis delas referenciam os trabalhos do autor (nessas seis, inclusas as cinco mais recentes), conforme também verificado ao longo deste capítulo e da discussão em curso: Rossi e Krüeger (2011), Sangkertadi e Syafriny (2014), Ruiz e Correa (2015), Zhao *et al.* (2016a), Salata *et al.* (2016) e Gobo (2017).

Deve ser lembrado que o fato de ter sido referenciado pelos autores faz com que eles sejam quase que automaticamente localizados. De qualquer forma, acredita-se que a revisão realizada no capítulo segundo tenha sido minimamente abrangente para abarcar a produção mais relevante na área, considerando, grosso modo, quase todos os trabalhos que estejam citando e sendo citados pelos autores do meio.

7.8. Impacto no ensino

A disciplina AUT5823 – Conforto Ambiental Urbano foi ministrada pela primeira vez no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP em 2003, ministrada pelas professoras Marcia Alucci e Denise Duarte. Na ocasião, o autor cursou a disciplina como aluno especial, definindo o tema de sua futura pesquisa de mestrado, que se tornaria doutorado direto.

Nos anos subsequentes, a referida disciplina foi oferecida por dez oportunidades. O autor participou em duas delas como convidado, apresentando as atividades de pesquisa em índices de conforto térmico em espaços abertos; em três como professor convidado, ministrando aula de índices e participando dos levantamentos de campo e discussões para realização dos trabalhos e aplicação do índice TEP na avaliação dos resultados; e em três como professor responsável, juntamente com a professora Denise Duarte.

A disciplina, que passou a se chamar AUT5823 – Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos, para desambiguação, enfatizando o foco nos espaços abertos, contempla em seu conteúdo índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos; acesso ao sol em áreas urbanas; ventilação urbana; acústica urbana; efeitos da geometria, das superfícies e da vegetação no ambiente urbano; balanço de energia; escalas climáticas; e teorias sobre clima urbano. Além do conteúdo teórico, há o do desenvolvimento prático de levantamentos de campo por meio de procedimentos de instrumentação e medição, tratamento de dados e análise de resultados.

Ressalta-se a contribuição das pesquisas desenvolvidas ao longo da trajetória do autor para não apenas os conteúdos de ordem prática, como os procedimentos de medição e aplicação de questionários e aplicação do índice TEP para avaliação da adequação dos espaços urbanos abertos, mas também dos conteúdos teóricos para embasamento e discussão, possibilitando uma visão crítica acerca da tecnologia do ambiente construído.

Na graduação, as contribuições mais diretas da produção científica do autor se dão nas disciplinas obrigatórias AUT0276 – Desempenho Térmico, Arquitetura e Urbanismo e AUT280 – Desempenho Ambiental, Arquitetura e Urbanismo, e nas optativas AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos e AUT0227 – Edifício Ambiental: Arquitetura e Desempenho Térmico de Edificações.

Algumas contribuições de ordem prática no cotidiano das disciplinas sedimentaram-se em contribuições didáticas na nova edição de Frota e Schiffer (2018), utilizado como referência básica na disciplina AUT0276, também como referência na AUT0280 e, ainda, em muitas escolas de Arquitetura e Urbanismo pelo país. Após várias edições e diversas reimpressões, nova edição com substancial revisão e ampliação de conteúdo é lançada em 2018.

Em termos de contribuições do autor, no primeiro capítulo da publicação, em que constavam três índices de conforto para consideração das condições ambientais em espaços internos – Carta Bioclimática, de Olgyay (1963); Temperatura Efetiva, de Houghten e Yaglou (1923) ou Temperatura Efetiva Corrigida, de Vernon e Warner (1932); e Índice de Conforto Equatorial, de Webb (1959) – foram apresentados outros três: voto médio previsto, de Fanger (1970), por sua importância histórica e por sua aplicabilidade em ambientes condicionados artificialmente; temperatura operativa, Winslow *et al.* (1937), por ser a base para entendimento da norma a ser apresentada subsequentemente; e o modelo adaptativo, de Humphreys (1975), que depois daria origem aos trabalhos de Dear *et al.* (1997), que por sua vez originaria a base para o método alternativo da norma ASHRAE-55 (2004, 2010, 2013) – o método principal baseia-se, exatamente, no modelo citado de Fanger.

Desta forma, atualizou-se a publicação com a possibilidade de orientação do leitor para a utilização desses modelos, de Fanger e adaptativo, na aplicação da avaliação das condições de conforto em ambientes climatizados artificialmente e naturalmente ventilados, respectivamente. A publicação em si foca em procedimentos sem condicionamento artificial e, desta forma, os exercícios práticos do capítulo seis foram atualizados para considerar seus resultados, além de em temperatura efetiva, também pelo modelo adaptativo. Na prática, o autor e colegas ministrantes da disciplina AUT0276 vêm introduzindo o referido modelo desde 2012 e passaram a utilizá-lo como referência para avaliação de conforto desde 2014.

Contudo, a contribuição maior se deu com o conteúdo de conforto em espaços abertos urbanos, no capítulo terceiro da referida publicação. Originalmente, ela não contemplava aspectos relacionados ao dimensionamento do impacto das condições microclimáticas externas no usuário em espaços urbanos abertos.

Os alunos da disciplina AUT0276 já demandavam conteúdo nesse sentido, contudo, devido à carga horária limitada e escopo da disciplina, pouco é tratado sobre o tema. Por outro lado, a disciplina AUT0280, que proporciona a integração da sequência de disciplinas de conforto, a AUT0227, optativa que possui sua ênfase na caracterização quali-quantitativa do desempenho térmico, e a AUT0225, optativa que foca especificamente em espaços urbanos abertos, beneficiaram-se de novos conteúdos voltados para a avaliação desses espaços.

Desta forma, na sequência, apresenta-se o conteúdo considerado ao longo desta pesquisa que, durante o segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017, foi tratado para uma adequada exposição didática, de forma a contribuir para o capítulo terceiro de Frotta e Schiffer (2018). Subsequentemente, apresenta-se também exemplos de exercícios comparativos, muito simples, que são apresentados no capítulo sexto da referida publicação.

7.8.1. Conforto urbano

A maioria dos trabalhos de modelagem teórica e experimental de conforto objetiva aplicações para ambientes fechados, uma vez que as condições microclimáticas internas são mais controladas e passíveis de intervenções com usuais sistemas passivos e ativos de condicionamento térmico.

Já nos espaços urbanos abertos, as variáveis microclimáticas também são passíveis de condicionamento, mas o controle é substancialmente menor, devido à ausência, parcial ou total, de confinamento.

Essa ausência de confinamento leva a certas especificidades nas trocas de calor do corpo humano: necessidade de consideração do ganho de radiação de onda curta, importância da ação do vento conjugada com a incerteza de sua ação e impossibilidade de intervenções de controle mais efetivo, baixo controle das variáveis temperatura e umidade do ar devido ao transporte de massa e energia proporcionado por ação dos ventos, e diferentes anseios de conforto térmico devido à heterogeneidade de grupos sociais e diferentes atividades comumente realizadas nos diversos ambientes.

Devem ser citadas outras dificuldades: a questão da aclimação das pessoas, as diferentes rotinas e os tempos de exposição diversos, que acabam por gerar a necessidade de estudos experimentais mais complexos que em ambientes fechados, uma vez que se tem menor controle das variáveis.

7.8.2. Modelos para aplicação meteorológica

Os primeiros índices, baseados em resultados originados de dados de estações meteorológicas, visavam gerar alertas para a população sob o risco de estresse térmico em situações extremas.

Siple e Passel (1945), na década de 1940, desenvolveram o Índice de Temperatura e Resfriamento pelo Vento (*Wind Chill Temperature Index* - WCTI), a partir dos dados obtidos com experiências na Antártida. O equipamento utilizado consistia de cilindros plásticos preenchidos com água, expostos ao vento em diferentes temperaturas. Observou-se então o tempo necessário para congelar a água. Desta forma, chegou-se a um índice em que, com os valores de temperatura do ar e velocidade do vento, pode-se obter o tempo que uma pessoa pode ficar exposta a um ambiente externo sem risco de congelamento de extremidades.

O Serviço Meteorológico do Canadá utilizou durante décadas esses índices para alertar a população sobre situações de perigo. Atualmente, o Novo Índice de Temperatura e Resfriamento pelo Vento (*New Wind Chill Temperature Index* – NWCTI, de Bluestein e Oszewski, 2002) é amplamente utilizado na América do Norte e Reino Unido.

No final da década de 1970, Masterton e Richardson (1979) propõem o Humidex (*Humidity Index*) e Winterling (1979) propõe o índice de calor (*Heat Index*), índices que fornecem uma temperatura equivalente em função dos valores da temperatura e da temperatura de orvalho ou da umidade relativa do ar. Os índices são utilizados, respectivamente, no Canadá e Estados Unidos, para alertar sobre possíveis perigos relativos a estresse térmico por calor. A situação de golpe térmico

é caracterizada pela interrupção da sudação, com elevação da temperatura corpórea. Os consequentes sintomas são pele quente e seca, podendo levar a delírios, convulsões e morte.

Serviços de previsão meteorológica, assim como dados divulgados pela mídia em geral, até hoje, usualmente se referem a sensação térmica utilizando uma temperatura equivalente na qual é combinada um outro fator à temperatura, como é o caso dos índices apresentados anteriormente.

No começo do século XXI, baseado em estudos da década de 1990, Myers *et al.* (2004), propõem o índice *RealFeel*, que apresenta uma temperatura equivalente de sensação térmica considerando, além da temperatura do ar, dois parâmetros relacionados às condições climáticas selecionados entre velocidade do vento, intensidade da radiação solar, temperatura de ponto de orvalho, pressão atmosférica e precipitação. Essa foi a primeira temperatura de sensação a abarcar diferentes fatores para se determinar simultaneamente previsões meteorológicas em situações quentes e frias.

Na sequência, são apresentados estudos específicos para ambientes urbanos.

7.8.3. Modelo climático de Michel

Os primeiros estudos em espaços urbanos visando índices de conforto térmico foram desenvolvidos, em fins da década de 1970, por Jendritzky *et al.* (1979), propondo o modelo climático de Michel (*Klima Michel Model* – KMM).

Trata-se de uma adaptação do modelo proposto por Fanger (1970), originalmente para ambientes internos e condicionados artificialmente, por meio de um modelo de radiação que computa os fluxos de radiação de onda longa e curta, considerando-os no valor de temperatura radiante média. Com relação às variáveis relacionadas ao indivíduo, realizou-se uma padronização, de onde vem o nome do modelo. Michel é um nome alemão típico e comum, fazendo referência ao que os autores chamam de alemão médio para efeito de estudos: sexo masculino, 35 anos, 1,75 m, 75 kg, andando a 4 km/h em superfície plana, com metabolismo de 172,5 W. Com relação ao tipo de roupa, consideram-se seletivamente valores entre 0,5 e 1,75 clo (1 clo = 0,155 m².°C/W), referente respectivamente à resistência térmica das roupas de verão e inverno para os alemães.

A partir dessas assunções, determinam-se os valores do voto médio estimado (PMV) de acordo com a metodologia proposta por Fanger.

Assim como o modelo de Fanger apresenta a especificidade de proporcionar bons resultados para situações ambientais próximas à zona de conforto térmico, o modelo climático de Michel parece proporcionar melhores resultados para condições climáticas e características físicas e de vestimentas típicas de determinada população.

7.8.4. Temperatura equivalente fisiológica

Höppe (1999) propõe o modelo de Munique (*Munich Energy-Balance Model for Individuals – MEMI*), baseando-se em vários parâmetros do balanço térmico do corpo humano proposto originalmente por Gagge *et al.* (1967), modelo mais complexo e anterior ao proposto por Fanger.

O autor propõe também a temperatura equivalente fisiológica (*Physiological Equivalent Temperature – PET*), definindo-a como a temperatura de uma dada situação equivalente à temperatura do ar na qual, em uma situação típica interna, o balanço térmico do corpo humano é mantido, com temperaturas do centro do corpo e da pele iguais às da situação em questão.

Para o clima de referência interno, são feitas as seguintes suposições: temperatura radiante média igual à temperatura do ar: $t_{rm} = t_{ar}$; velocidade do ar: $v_{ar} = 0,1$ m/s; pressão parcial de vapor de água do ar: $p_v = 12$ hPa; (aproximadamente equivalente à umidade relativa de 50% a $t_{ar} = 20$ °C).

Para os parâmetros do indivíduo no ambiente interno de referência, consideram-se: metabolismo de atividade leve (80 W) mais metabolismo basal (34 W): $M = 114$ W; resistência térmica da roupa: $I_{cl} = 0,9$ clo.

Assim, para calcular a temperatura equivalente fisiológica (PET), devem-se proceder às seguintes etapas:

- cálculo das condições térmicas do corpo, temperatura da pele e temperatura do centro do corpo, por meio dos sistemas de equações do modelo MEMI, para uma dada combinação de parâmetros meteorológicos e pessoais;
- inserção dos valores encontrados de temperatura da pele (t_{sk}) e temperatura do centro do corpo (t_c) no modelo MEMI, resolvendo-se o sistema de equações para achar a temperatura do ar, assumindo-se $t_{rm} = t_{ar}$; $v_{ar} = 0,1$ m/s; $p_v = 12$ hPa; $M = 114$ W; $I_{cl} = 0,9$ clo;
- a temperatura do ar encontrada é a temperatura equivalente fisiológica.

Considerando-se que o modelo leva a um sistema de equações e incógnitas, a sua usabilidade fica comprometida sem recursos computacionais, os quais podem ser achados de forma gratuita na internet.

O modelo de Munique e o índice de temperatura equivalente fisiológica têm sido utilizados largamente em pesquisas nas duas primeiras décadas do presente século, sobretudo na Europa continental e, também com destaque, em território brasileiro.

Contudo, de forma análoga à do modelo anterior, as características físicas e de vestimentas adotadas parece proporcionar melhores resultados para determinadas populações. O valor de referência para pressão parcial de vapor e o modo como a umidade é calculada também levam a situações de discrepância para temperaturas e umidades simultaneamente altas.

Trabalhos de pesquisa visando calibração dos resultados apresentados pelo índice vêm proporcionando uma melhor interpretação para a sensação térmica em realidades climáticas brasileiras.

Na sequência, apresenta-se a proposta de calibração para a interpretação do índice de Temperatura Equivalente Fisiológica (PET) realizada por Monteiro e Alucci (2010a), gerada a partir da correlação de dados da cidade de São Paulo, obtidos por monitoramento de variáveis microclimáticas e por aplicação de 1591 questionários em situações urbanas reais durante verão e inverno.

Tabela 7-25: Calibração da temperatura equivalente fisiológica (PET)

PET (°C)	Sensação
> 43,0	muito calor
34,1 ~ 43,0	calor
26,1 ~ 34,0	pouco calor
18,0 ~ 26,0	neutralidade
12,0 ~ 17,9	pouco frio
6,0 ~ 11,9	frio
< 6,0	muito frio

7.8.5. Temperatura equivalente percebida

Desde o início deste século, pesquisas em espaços urbanos abertos são realizadas por meio de correlação de múltiplas variáveis e regressões, como pode ser verificado nos estudos de caráter laboratorial realizados no Japão por Givoni e Noguchi (2002) e em estudos de campo, com monitoramento em estações meteorológicas, realizados na Europa por Nikolopoulou *et al.* (2004), gerando equações bastante simples e de fácil utilização.

No Brasil, Monteiro (2008a; 2011a) propõe a temperatura equivalente percebida (TEP), com pesquisas de campo realizadas com monitoramento microclimático *in loco*, baseando-se nas respostas subjetivas obtidas por meio da aplicação de 1750 questionários, ao longo do verão e inverno de três anos consecutivos.

A proposição está apoiada em estudos analíticos complementares aos dados levantados empiricamente. Observou-se ainda a tendência histórica em se adotarem temperaturas equivalentes no lugar de escalas interpretativas.

Visando à aplicação em espaços abertos, índices de temperatura equivalente apresentam algumas vantagens. Não precisam, em princípio, de escalas interpretativas, uma vez que fazem referência a uma situação equivalente de comparação. Por não precisarem de escala interpretativa, podem ser utilizados individualmente como valores de referência para sensação térmica, uma vez que consideram as diferentes variáveis ambientais e apresentam interpretação de caráter indutivo.

Para a proposição de uma equação que fornece valores de temperatura equivalente, assumiram-se as seguintes condições para o ambiente de referência: temperatura radiante média igual à temperatura do ar: $t_{rm} = t_{ar}$; velocidade do ar aproximadamente igual a zero: $v_{ar} = 0,1$ m/s; umidade relativa igual a cinquenta por cento: $ur = 50\%$.

Desta forma, correlacionando-se as variáveis ambientais de todas as situações microclimáticas levantadas, as características de atividades realizadas e vestimentas comumente utilizadas respectivamente no verão e no inverno, e o valor de percepção de sensação térmica verificado em cada uma das situações urbanas e microclimáticas, a seguinte equação é proposta por Monteiro (2008a, 2011a).

$$E7-1 \quad TEP = -3,777 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar}$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s.

Em resumo, a temperatura equivalente percebida (TEP) de um dado ambiente pode ser sucintamente definida como uma escala de sensação térmica que apresenta valores numericamente iguais aos da temperatura do ar de um ambiente de referência ($t_{ar} = t_{rm}$, ur = 50% e $v_{ar} = 0$) em que se verifica o mesmo valor médio de percepção de sensação térmica que no ambiente em questão.

Ressalta-se que a equação já considera a aclimação das pessoas, as atividades médias comumente realizadas em espaços abertos urbanos e a adaptação individual em termos de vestimentas de acordo com as condições climáticas de verão e inverno.

Calcular a temperatura equivalente percebida é extremamente fácil, porém, é necessário ter o valor das quatro variáveis microclimáticas para o ambiente em questão. Para obter esses valores, é necessário adquiri-los por meio de medições *in loco*, no caso de avaliação de ambientes existentes, ou estimá-los, no caso de avaliação de ambientes que estão em projeto.

7.8.6. Temperatura equivalente percebida aplicada *in loco*

Para medição *in loco*, uma alternativa é levar um conjunto de sensores que possa verificar, direta ou indiretamente, as quatro grandezas necessárias para a obtenção da temperatura equivalente percebida.

Para a obtenção da temperatura radiante média em espaços abertos, em geral é comum utilizar o termômetro de globo cinza, para depois calcular a temperatura radiante média (tendo sido devidamente realizadas as leituras de temperatura e velocidade do ar).

Contudo, como as pessoas já estão, em geral, aclimatadas às situações em que se encontram e, também em situações em geral, a umidade relativa varia, mas a umidade absoluta é mais ou menos constante ao longo de um período, observa-se que o coeficiente da umidade relativa apresenta pequeno peso na equação do índice. Desta forma, as trocas secas são as que determinam em grande medida o resultado final.

Assim, para facilidade de levantamentos de campo, basta a utilização de um termômetro de globo cinza para uma favorável predição da Temperatura Equivalente Percebida. Para um globo cinza padrão de 15 cm, a correção a ser aplicada, com melhor correlação de resultados, segue-se, conforme equação seguinte.

$$E7-2 \quad TEP = t_g - 0,7$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

t_g = temperatura de globo cinza, em °C.

Levando-se em conta a utilização de um termômetro de mercúrio, a leitura visual e, ainda, a possível não padronização do globo, pode-se por simplificação adotar que os valores obtidos *in loco* com a simples utilização do termômetro de globo cinza, sem qualquer correção, fornecem uma boa ordem de grandeza para estimar a temperatura equivalente percebida (TEP).

7.8.7. Temperatura equivalente percebida aplicada ao projeto

Para desenvolver possibilidades de intervenção projetual no ambiente urbano visando adequado desempenho térmico em termos de conforto, é preciso estimar as quatro variáveis microclimáticas para o ambiente em questão, para então calcular a temperatura equivalente percebida.

Devido à carência de dados microclimáticos específicos e à complexidade das trocas térmicas que se dão nos espaços abertos urbanos, realizar essa estimativa requer uma série de aproximações e cálculos por vezes extensos, que se tornam pouco práticos de serem realizados sem auxílio computacional.

Na sequência, apresenta-se uma simplificação para a utilização de dados de estação meteorológica, comumente os únicos disponíveis para referência projetual, para informar possíveis intervenções projetuais em termos de sensação térmica dos usuários com base nos resultados de temperatura equivalente percebida, proposta por Monteiro (2018).

$$E7-3 \quad TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

onde:

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

I_g = radiação solar global, em W/m²;

v_{10} = velocidade do ar a 10 m do solo, em m/s.

Para a equação acima, utilizam-se, assim, como dados de entrada os obtidos de estações meteorológicas conforme diretrizes da Organização Meteorológica Mundial, considerando-se, além da temperatura e umidade relativa do ar, a velocidade do vento a 10 m de altura do solo em condições de campo aberto e a radiação solar global incidente sobre o plano horizontal.

Vale ressaltar que os valores de temperatura e umidade do ar, ainda que passíveis de alterações devido às condições microclimáticas locais, oferecem uma boa ordem de grandeza em situações em que a estação meteorológica estiver situada em área representativa da condição avaliada.

Com relação aos dados de vento (velocidade do ar a 10 m de altura), as simplificações realizadas adotam condições de entorno típicas de meio urbano (BS 5925, 1991; ISO 7726, 1998). Contudo, reitera-se que se trata de uma aproximação e que, quanto maior a densidade construtiva, maiores são as reduções e imprevisibilidades. Desta forma, para situações de clima quente, cenários mais conservadores podem ser testados utilizando-se valores mais baixos de velocidade do ar, ou até mesmo avaliando-se momentos em que a mesma esteja próxima de zero.

Já com relação à radiação solar global, essa foi computada assumindo-se o seu efeito no aumento da temperatura radiante média em relação à temperatura do ar, conforme verificado por Monteiro (2018). Vale lembrar que essas relações não são diretas e, portanto, resultam em simplificação apenas para dar ordem de grandeza do efeito da radiação solar na sensação térmica do usuário em ambientes externos.

Uma vez que em situações de exposição ao sol o ganho por radiação solar é bem mais contundente do que das trocas radiantes com as superfícies do entorno, considera-se essa simplificação adequada para efeitos comparativos em situações diurnas, em que a maior parte das atividades em espaços abertos urbanos ocorrem. Para a avaliação de situações noturnas, ou mesmo para a comparação de diferentes cenários diurnos de ambientes externos sem incidência de radiação solar, seria necessário verificar as trocas com as superfícies do entorno.

Tendo sido realizadas essas colocações, a temperatura equivalente percebida pode ser utilizada para avaliar situações microclimáticas distintas e verificar a proposição de cenários comparativos.

Nesses, é possível vislumbrar diferentes soluções de barreiras ao sol e ao vento, para que se possa controlar a incidência dos mesmos em diferentes períodos do dia e do ano.

Dessa forma, possibilita-se obter de forma simplificada a ordem de grandeza do impacto da incidência de radiação solar e da ação dos ventos na sensação térmica dos usuários de espaços urbanos abertos.

7.8.8. Avaliação da temperatura equivalente percebida

Ainda que a vantagem de temperaturas equivalentes seja a possibilidade de interpretação intuitiva de seus valores, é também interessante a existência de escalas interpretativas, uma vez que a interpretação intuitiva só é possível após a exposição a vários ambientes e o conhecimento de suas respectivas temperaturas equivalentes.

Deste modo, apresentam-se na tabela a seguir as faixas para interpretação do índice de temperatura equivalente percebida, em função da sensação térmica.

Tabela 7-26: Temperatura equivalente percebida (TEP)

TEP	Sensação
> 42,4	muito calor
34,9 ~ 42,4	calor
27,3 ~ 34,8	pouco calor
19,6 ~ 27,2	neutralidade
12,0 ~ 19,5	pouco frio
4,4 ~ 11,9	frio
< 4,4	muito frio

Conforme pode ser verificado na tabela apresentada, o valor central da faixa de sensação térmica neutra é 23,4 °C, ou seja, quando a temperatura equivalente percebida (TEP) assume esse valor, tem-se uma situação teórica de maior neutralidade e uma maior porcentagem de pessoas satisfeitas com o ambiente em questão.

7.8.9. Aplicação prática

Considerando um estudo preditivo das condições de conforto térmico em espaços urbanos abertos para a cidade de São Paulo, para o desenvolvimento de possíveis intervenções projetuais, pode-se propor cenários para o reconhecimento dos limites teóricos dentro dos quais as intervenções podem atuar em termos microclimáticos, considerando-se a variação dos diversos parâmetros envolvidos.

Pode-se estabelecer, então, alguns cenários de interesse para intervenção projetual, de forma a dimensionar o possível impacto de diferentes soluções em espaços abertos.

Assim, ir-se-á demonstrar aqui quatro cenários distintos, ressaltando que uma variedade de situações intermédias, ou mesmo mais extremas dependendo do tipo de clima, podem ser propostas em função do objetivo do projeto em desenvolvimento.

- cenário 1: solstício de inverno, às 6h da manhã: a céu aberto e com vento;
- cenário 2: solstício de inverno, às 6h da manhã: a céu aberto e sem vento;
- cenário 3: solstício de verão, às 14h: a céu aberto e sem vento;
- cenário 4: solstício de verão, às 14h: a sombra e com vento.

Para a cidade de São Paulo, de acordo com a Tabela 7 do Anexo 18, Tabela 7 do Anexo 23 e Anexo 24 de Frota e Shiffer (2018), têm-se os dados a seguir, adaptados para maior comodidade.

Tabela 7-27: Dados de temperaturas e umidade do ar para a cidade de São Paulo

Estado	Cidade	Lat.	Long.	Alt.	Mês	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
São Paulo	São Paulo	23°37'	23°37'	802m	março	21,0	25,7	17,7	29,9	14,0	79	114
					junho	15,6	20,8	11,9	25,2	7,8	80	28
					setembro	19,0	25,1	15,0	31,9	9,4	71	46
					dezembro	20,4	24,6	17,4	30,7	13,8	80	180

Transcrição de parte da Tabela 7, Anexo 23, de Frota e Shiffer (2018). Fonte dos dados: INMET (1992).

Legenda:

- (1) — Média aritmética mensal da temperatura, em °C.
- (2) — Média mensal das temperaturas máximas diárias, em °C.
- (3) — Média mensal das temperaturas mínimas diárias, em °C.
- (4) — Temperatura máxima observada no mês (média), em °C.
- (5) — Temperatura mínima observada no mês (média), em °C.
- (6) — Média aritmética mensal da umidade relativa, em %.
- (7) — Total mensal da chuva caída (precipitação), em mm.

Tabela 7-28: Dados de radiação solar incidente (W/m^2), sobre plano horizontal, latitude $23^\circ 30'$ Sul.

	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
dezembro	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81
março/setembro	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0
junho	—	21	182	395	573	675	716	675	573	395	182	21	—

Transcrição de parte da Tabela 7, Anexo 18, de Frota e Shiffer (2018).

Fonte dos dados: Gonçalves (1955).

Tabela 7-29: Dados de predominância de direção e velocidade do vento para a cidade de São Paulo

	primeira predominância	segunda predominância
	dir (°) / v (m/s)	dir (°) / v (m/s)
março	150 / 4,5	120 / 3,0
junho	060 / 2,5	090 / 3,0
setembro	150 / 2,5	150 / 4,0
dezembro	150 / 4,5	120 / 3,5
ano	150 / 4,0	120 / 3,5

Transcrição de parte do Anexo 24, de Frota e Shiffer (2018).

Fonte dos dados: INMET (1992).

Dessa forma, organizando-se os cenários propostos com os dados dessas três tabelas, têm-se os seguintes resultados.

Cenário 1: Solstício de inverno, às 6h da manhã: a céu aberto e com vento.

$t_{ar} = 7,8 \text{ }^\circ\text{C}$ – coluna (5) da primeira tabela;

$ur = 80\%$ – coluna (6) da primeira tabela;

$I_g = 0 \text{ W/m}^2$ – coluna (1) da segunda tabela;

$v_{10} = 2,5 \text{ m/s}$ – coluna (1) da terceira tabela.

$$\text{TEP} = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

$$\text{TEP} = 7,8 - 3,777 + 0,0802 \cdot 80 + 0,0137 \cdot 0 - 0,8322 \cdot 2,5$$

$$\text{TEP} = 8,4 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (sensação térmica de frio)}$$

Cenário 2: Solstício de inverno, às 6h da manhã: a céu aberto e sem vento.

$t_{ar} = 7,8 \text{ °C}$ – coluna (5) da primeira tabela;

$ur = 80\%$ – coluna (6) da primeira tabela;

$I_g = 0 \text{ W/m}^2$ – coluna (1) da segunda tabela;

$v_{10} = 0 \text{ m/s}$ – sem vento.

$$TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

$$TEP = 7,8 - 3,777 + 0,0802 \cdot 80 + 0,0137 \cdot 0 - 0,8322 \cdot 0$$

$$TEP = 10,4 \text{ °C (sensação térmica de frio)}$$

Cenário 3: Solstício de verão, às 14h: a céu aberto e sem vento.

$t_{ar} = 30,7 \text{ °C}$ – coluna (4) da primeira tabela;

$ur = 80\%$ – coluna (6) da primeira tabela;

$I_g = 990 \text{ W/m}^2$ – coluna (9) da segunda tabela;

$v_{10} = 0 \text{ m/s}$ – sem vento.

$$TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

$$TEP = 30,7 - 3,777 + 0,0802 \cdot 80 + 0,0137 \cdot 990 - 0,8322 \cdot 0$$

$$TEP = 46,9 \text{ °C (sensação térmica de muito calor)}$$

Cenário 4: Solstício de verão, às 14h: à sombra e com vento.

$t_{ar} = 30,7 \text{ °C}$ – coluna (4) da primeira tabela;

$UR = 80\%$ – coluna (6) da primeira tabela;

$I_g = 0 \text{ W/m}^2$ – à sombra;

$v_{10} = 4,5 \text{ m/s}$ – coluna (1) da terceira tabela.

$$TEP = t_{ar} - 3,777 + 0,0802 \cdot ur + 0,0137 \cdot I_g - 0,8322 \cdot v_{10}$$

$$TEP = 30,7 - 3,777 + 0,0802 \cdot 80 + 0,0137 \cdot 0 - 0,8322 \cdot 4,5$$

$$TEP = 29,6 \text{ °C (sensação térmica de pouco calor)}$$

De forma sucinta e comparativa, apresenta-se a tabela seguinte, com os quatro cenários, os dados de entrada e os resultados dos valores de temperatura equivalente percebida, com respectiva sensação térmica, para cada uma das situações em consideração.

Tabela 7-30: Resultados comparativos dos cenários avaliados

	cenários			
	1	2	3	4
época	inverno	inverno	verão	verão
horário	6h	6h	14h	14h
condições	céu aberto	céu aberto	céu aberto	à sombra
	com vento	sem vento	sem vento	com vento
t_{ar}	7,8 °C	7,8 °C	30,7 °C	30,7 °C
ur	80%	80%	80%	80%
I_g	0 W/m ²	0 W/m ²	990 W/m ²	0 W/m ²
v₁₀	2,5 m/s	0 m/s	0 m/s	4,5 m/s
TEP	8,4 °C	10,4 °C	46,9 °C	29,6 °C
sensação	frio	frio	muito calor	pouco calor

Conforme pode-se observar, nos cenários comparativos de inverno, em horários sem radiação solar, uma intervenção projetual que propicie barreira aos ventos, ainda que mantenha os resultados dentro da faixa de frio, melhora a sensação térmica em 2 °C. Nos cenários comparativos de verão, propiciando simultaneamente o sombreamento total e adequada ação dos ventos (lembrando-se sempre da incerteza de ação destes), seria possível passar de uma situação de sensação térmica de muito calor para de pouco calor.

Enfatiza-se que se trata de exercício de sensibilização e por isso tamanhas simplificações. Conforme apresentado no capítulo anterior, seria de interesse realizar o mesmo exercício com valores mais próximos observados na realidade, considerando, por exemplo, para ser ainda conservador em situações urbanas, os seguintes valores para simulação de cenários.

Poderia ser adotado o valor aproximado de 200 W/m² de radiação em horário próximo ao pico em sombra plena (considerando difusa, refletida, emitida por superfícies do entorno) para cálculos de situações ambientais quentes típicas de verão; e adotado 20% do valor da velocidade do vento, mesmo com projeto de barreira de vento (considerando imprevisibilidades e fluxo local de ar), para cálculo de situações ambientais frias típicas de inverno. Finalmente, para manter o aspecto conservador das simulações, poderiam ser mantidos os valores nulos de radiação, para sombra plena em situações ambientais frias típicas de inverno, e valores nulos de velocidade do vento, para cenários com barreiras em situações ambientais quentes típicas de verão, conforme se realizou no exercício.

Situações intermediárias podem e devem ser testadas imaginando-se sombreamentos não totais, outras permeabilidades ao vento, outros horários ao longo do dia, outras épocas do ano, entre outros. Conforme também foi apontado no capítulo anterior, para cenários de bloqueio de radiação por sombreamento, dependendo da configuração urbana em avaliação, pode ser aplicado um fator que normalmente varia entre 0,2 e 0,8. Igualmente, para avaliação de situações com bloqueio de velocidade do vento, pode ser aplicado um fator entre 0,2 e 0,8, dependendo do bloqueio considerado.

Por fim, por se tratar de exercício de sensibilização para ordem de grandeza de resultados, visando possibilidades de intervenções projetuais, atividades consecutivas podem e devem envolver avaliações de ambientes específicos realizadas de acordo com o exposto nos itens acerca da temperatura equivalente percebida e temperatura equivalente percebida aplicada *in loco*, ou, ainda, conforme o projeto for sendo desenvolvido, por meio de aplicações computacionais que considerem adequadamente questões de forma e materialidade.

7.9. Resumo propositivo

As tabelas a seguir apresentam um resumo do apresentado e discutido acerca da inserção no estado da arte e impacto no ensino.

A primeira tabela apresenta as equações dos índices de percepção de sensação térmica (T_{sp}), que possibilita resultados em termos de voto de sensação térmica na escala de -3 a 3; temperatura equivalente percebida (TEP), com as variáveis temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do ar do local em avaliação; temperatura equivalente percebida adaptativa (TEP_A), com variáveis que consideram ainda a adaptação climática e comportamental: temperatura média mensal, taxa metabólica e resistência térmica da roupa; temperatura equivalente percebida (TEP_M), considerando dados de estação meteorológica: temperatura do ar, radiação solar global, umidade relativa do ar e velocidade do ar a 10 m do solo; e temperatura equivalente de globo (TEG), para avaliações *in loco*.

A segunda tabela traz as faixas interpretativas de percepção de T_{sp} , TEP , TEP_A , TEP_M e TEG e a calibração proposta para a temperatura equivalente fisiológica (PET), conforme visto, índice mais utilizado nas pesquisas, e, ainda, a calibração proposta para o índice termoclimático universal ($UTCI$), proposição em desenvolvimento desde 1999 pela Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB, 2006) e desde então pela Cost Action 730 (2009), com resultados e índice apresentados por Jendritzky *et al.* (2009), conforme já apresentados nos capítulos segundo e quarto, embora não amplamente utilizados pela comunidade científica.

Tabela 7-31: Equações para Tsp, TEP, TEP_A, TEP_M e TEG

índice	equação	escala
Tsp	$= -3,557 + 0,0632 \cdot t_{ar} + 0,0677 \cdot t_{rm} + 0,0105 \cdot ur - 0,304 \cdot v_{ar}$	-3~+3
TEP	$= -3,777 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar}$	°C
TEP _A	$= -29,877 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot ur - 2,322 \cdot v_{ar} - 0,1742 \cdot t_{mm} + 5,118 \cdot M + 38,023 \cdot I_{cl}$	°C
TEP _M	$= -3,777 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,0137 \cdot I_g + 0,0802 \cdot ur - 0,8322 \cdot v_{ar}$	°C
TEG	$= t_g - 0,7$	°C

Tsp = percepção de sensação térmica, adimensional;

TEP = temperatura equivalente percebida, em °C;

TEP_A = temperatura equivalente percebida adaptativa, em °C;

TEP_M = temperatura equivalente percebida, com dados de estação meteorológica, em °C;

TEG = temperatura equivalente de globo, em °C;

t_{ar} = temperatura do ar, em °C;

t_{rm} = temperatura radiante média, em °C;

ur = umidade relativa do ar, em %;

v_{ar} = velocidade do ar, em m/s;

t_{mm} = temperatura média mensal, em °C (valor de referência = 19,3 °C);

M = taxa metabólica, em W/m² (valor de referência = 1,3 met);

I_{cl} = resistência térmica da roupa, em clo (valor de referência = 0,6 clo);

I_g = radiação solar global, em W/m²;

v₁₀ = velocidade do ar a 10m do solo, em m/s;

t_g = temperatura de globo, em °C.

Tabela 7-32: Faixas de Tsp, TEP, TEP_A, TEP_M e TEG e calibração para PET e UTCI

sensação	Tsp	TEP, TEP _A , TEP _M , TEG (°C)	PET (°C)	UTCI (°C)
muito calor	< -2,5	> 42,4	> 43,0	> 38,0
calor	-2,5 ~ -1,5	34,9 ~ 42,4	34,1 ~ 43,0	31,1 ~ 38,0
pouco calor	-1,5 ~ -0,5	27,3 ~ 34,8	26,1 ~ 34,0	26,1 ~ 31,0
neutralidade	-0,5 ~ 0,5	19,6 ~ 27,2	18,0 ~ 26,0	19,0 ~ 26,0
pouco frio	0,5 ~ 1,5	12,0 ~ 19,5	12,0 ~ 17,9	13,0 ~ 18,9
frio	1,5 ~ 2,5	4,4 ~ 11,9	6,0 ~ 11,9	6,0 ~ 12,9
muito frio	> 2,5	< 4,4	< 6,0	< 6,0

7.10. Considerações finais

Este capítulo apresentou a inserção da pesquisa e dos trabalhos correlatos, publicados ao longo da trajetória do autor, no atual estado da arte das pesquisas realizadas em conforto térmico em espaços abertos e, ainda, em áreas afins interdisciplinares.

Considerou-se, também, o impacto da pesquisa e da produção de conhecimento no ensino de Arquitetura e Urbanismo. Buscou-se contextualizar a utilização dos conteúdos teóricos e práticos, localizando as possíveis aplicações dos índices propostos de percepção de sensação térmica de temperatura equivalente percebida e de seus derivados – temperatura equivalente percebida adaptativa, temperatura equivalente percebida considerando dados de estação meteorológica e temperatura equivalente de globo (TEG), e ainda, as possibilidades de aplicação de calibrações de outros índices.

Conforme já mencionado, ao longo do desenvolvimento de um projeto arquitetônico-paisagístico, ou na intervenção de espaço existente, surge a necessidade de aplicações computacionais que considerem questões de forma e materialidade. Essas questões fogem ao escopo restrito desta pesquisa, que foca na relação entre as variáveis microclimáticas e pessoais e a sensação térmica. Contudo, compreender o processo como um todo é essencial para a determinação do tipo de informação a ser fornecido para outras escalas de abordagem.

Assim, para consideração da questão da forma e materialidade de forma expedita, é possível calcular a temperatura radiante média em espaços urbanos abertos por meio de aplicativos computacionais bastantes simples, considerados no capítulo segundo, como o OTC, de Comfable (2015), RayMan, de Matzarakis (2015), e Solweig, de Lindberg (2015).

Há, ainda, a possibilidade de se considerar todas as variáveis ambientais quantificáveis para espaços urbanos abertos por meio de simulações por aplicativos específicos como o ENVI-met, de Bruse (2014), que conta com a facilidade de sua interface de uso e modelo baseado na interação entre superfícies, vegetação e atmosfera.

Ou, ainda, por meio de outros aplicativos computacionais não específicos, também baseados em dinâmica dos fluidos, mas que permitem modelagens topográficas e detalhamento mais adequado na parte arquitetônica e paisagística, proporcionando ainda modelos de cálculos mais robustos, mas a custo da necessidade de consideração específica de modelos de radiação e, se necessário conforme o caso, de modelos de vegetação e solo. A escolha por aplicativo específico ou não específico decorre, claramente, das vantagens que cada um traz e das necessidades específicas do caso em avaliação.

7.11. Referências bibliográficas

- ABREU, L. V. DE; LABAKI, L. C. O efeito da disposição de indivíduos arbóreos da espécie *Caesalpinia Peltophoroides* (sibipiruna) no microclima. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, Canela. *Anais...* Canela: 2010a.
- ABREU, L. V. DE; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *Ambiente Construído*, 10, 4, p. 103-117, 2010b.
- ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Different Trees and configuration as microclimate control strategy in Tropics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATES, 8, Dublin. *Anais...* Dublin: 2012a.
- ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Conforto térmico em cânions urbanos idealizados para Campinas, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: 2012b.
- ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning*, 138, p. 99-109, 2015.
- ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Informações climáticas para melhoria do clima urbano: caso de Santos e Campinas, São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
- ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate as a factor in urban and architectural planning in tropical climates – The case of Campinas, Brazil. *Urban Ecosystems*, 17, 2, p. 489–500, 2014.
- ALMEIDA, C. M. *Conforto ambiental em uma residência semiaberta com cobertura verde*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- ALUCCI, M. P. *TAO: uma metodologia para implantação de edificação. Ênfase no desempenho térmico, acústico, luminoso e eficiência energética*. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A software application for building implantation and orientation: emphasis on the acoustic, luminous and thermal performance and energy efficiency. In: CUPUM 2009 - 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PANNING AND

- URBAN MANAGEMENT, 2009, Hong Kong. CUPUM 2009 - Conference *Proceedings: CUPUM 20th Anniversary*. Hong Kong: University of Hong Kong, 1. p. 3.3, 2009.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Assessing urban thermal comfort in hot climates and designing shading systems. *Complessità e sostenibilità: il territorio e l'architettura*, 07/08, p. 8, 2008a.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A model for assessing the effects of shading systems on outdoor thermal comfort. In: COBEE - THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, Dalian. *Proceedings of The First International Conference on Building Energy and Environment*. Dalian: Tianjin Univ./ Purdue Univ., p. T03_59, 2008b.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Outdoor thermal comfort in the tropics: a computational model to assess urban spaces and design membrane shading systems. In: CUPUM - 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PLANING AND URBAN MANAGEMENT, 2007, Iguassu Falls. *Proceedings of 10th International Conference on Computers in Urban Planing and Urban Management*. Iguassu Falls: USP/UNESP, p. 134, 2007.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Climate and thermal stress in outdoor spaces. In: PLEA 2004 - THE 21TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2004, Eindhoven. *Built Environments and Environmental Buildings*. Eindhoven: Technische Universiteit, 2. p. 843-848, 2004a.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Estresse térmico dos usuários em espaços externos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *NUTAU 2004 - Demandas sociais, inovações tecnológicas e a cidade*. São Paulo: FUPAM, 2004b.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; BRANDAO, R.; MARCONDES, M.; COSTOLA, D.; MIANA, A. Avaliação do conforto térmico e luminoso de espaços urbanos cobertos por membranas têxteis. In: Pluris 2006 - Planeamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 2006, Braga. *Planeamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável*. Braga: Universidade do Minho, 2006a.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; BRANDAO, R.; MIANA, A.; MARCONDES, M.; Costola, D.; Chubaci, J. F. A computational application to assess thermal and luminous comfort under tensioned membrane structures. In: THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2006, Geneva. *PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva: PLEA, 2006b.
- ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; MIANA, A.; BRANDAO, R.; MARCONDES, M.; COSTOLA, D.; CHUBACI, J. F. Coberturas têxteis e conforto térmico e luminoso. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE

CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.

ALVES, C. A. *Resiliência das Edificações às mudanças climáticas na Região metropolitana de São Paulo - Estudo de caso: Desempenho térmico de Edifícios Residenciais para idosos*. 169p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ALVES, C. A.; GHOSN, A. A. B.; LORENZETTI, N.; PINHA, A. P.; PROENÇA, M. A.; SILVA, P. W. S. Estudo do desempenho térmico do saguão do edifício “Vila Penteado”. In: EURO ELECS, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: 2017.

ALVES, R. R. *Métodos de avaliação do conforto térmico humano*. 124p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade de São Paulo. 2012.

ALZNAFER, B. M. S. *The impact of neighbourhood geometries on outdoor thermal comfort and energy consumption from urban dwellings: a case study of the Riyadh city, the kingdom of Saudi Arabia*. 344p. PhD Thesis. Cardiff University, Cardiff, 2014.

ANANIAN, P.; FONTES, M. S. G. C.; SILVA, B. Avaliação quanto ao desempenho térmico de equipamento urbano no calçadão de Bauru. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* Antac, 2005.

ANTONELLI, B. A. *Verificação da adequabilidade do modelo normalizado de conforto térmico, utilizando a taxa metabólica determinada pelas sensações térmicas reais de usuários de ambientes industriais*. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

ARAÚJO, B.; CARAM, R. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. In: X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. *Anais...* ANTAC, 2004.

ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2013.

ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2010 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2010.

- ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2004.
- AZEVEDO, P. V. DE; BEZERRA, P. T. DA C.; LEITÃO, M. DE M. V. B. R.; SANTOS, C. A. C. DOS. Characterization of human thermal comfort in urban areas of Brazilian semiarid. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30, 4, p. 371-380, 2015.
- BARLATI, A. B.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Calçadão de Presidente Prudente - SP: o conforto térmico em espaços públicos abertos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios. *Anais...* Búzios: 2011.
- BARROS, M. P. DE; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R. DE. O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor. *Ambiente Construído*, 10, 2, p. 147-156, 2010.
- BATISTA, R. J. R. *Análise do risco de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias na população idosa da RMSP e sua projeção considerando o cenário RCP8.5 de mudanças climáticas*. 135p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- BATISTA, R. J. R. *Climatologia e previsão climatológica, via modelo RegCM3, de índices de conforto térmico para a região metropolitana de São Paulo*. 115p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 28, p. 27-58, 1996.
- BLAZEJCZYK, K.; KUCHCIK, M.; MILEWSKI, P.; SZMYD, J. Assessment of urban thermal stress by UTCI - experimental and modelling studies: an example from Poland. *Die Erde*, 145, p. 16-33, 2014.
- BLUESTEIN, M.; OSCZEWSKI, R. Wind chill and the development of frostbite in the face. Preprints, *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology*, Kansas City, MO: American Meteorology Society, p. 168-171, 2002.
- BORGES, M.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: preferência dos usuários e índices de conforto. In: IV CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE CONFORT Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICACIONES, Ciudad de México, 2005. *Memorias...* UAM, 2006.

- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. Estimating outdoor thermal comfort using a cylindrical radiation thermometer and an energy budget model. *International Journal of Biometeorology*, 30, p. 43-52, 1986.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- BRUSANTIN, G. N.; FONTES, M. S. G. C. Conforto Térmico em Espaços Públicos de Permanência: uma experiência na cidade de Bauru-SP. In: ENCONTRO NACIONAL, 10.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., Natal, 2009. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, p. 441-449, 2009.
- BRUSE, M. Using ENVI-met BioMet, 2014. http://www.envi-met.info/public/files/docs/Quickstart_biomet.pdf. Acesso em 01/08/2017.
- BSI (BRITISH STANDARDS INSTITUTION). BS 5925. Code of practice for ventilation principles and designing for natural ventilation. BSI, 1991.
- CALDIERON, J. M.; THITISAWAT, M.; POLAKIT, K.; MANGONE, G. Statistical model evaluation and calibrations for outdoor comfort assessment in South Florida. *Advances in Building Energy Research*, 7, 2, p. 170-185, 2013.
- CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Mapeamento da sensação térmica em ambiente urbano a céu aberto em clima tropical continental. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
- CASTALDO, L.; ROSSO, F.; GOLASI, I.; PISELLI, C.; SALATA, F.; PISELLO, A. L.; FERRERO, M.; COTANA, F.; VOLLARO, A. DE L. Thermal comfort in the historical urban canyon: the effect of innovative materials. *Energy Procedia*, 134, p. 151-160, 2017.
- CHARALAMPOPOULOS, I.; TSIROS, I.; CHRONOPOULOU-SERELI, A.; MATZARAKIS, A. A methodology for the evaluation of the human-bioclimatic performance of open spaces. *Theoretical and Applied Climatology*, 128, 3, p. 811-820, 2017.
- CHENG, V.; NG, E. Wind for comfort in high-density cities. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. *Proceedings...* PLEA, 2008.
- CHENG, V.; NG, E.; CHAN, C.; GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 56, 1, p. 43-56, 2012.
- CLIMATE-DATA. *Dados climáticos para cidades mundiais*. Oedheim: Climate-Data, 2017. <http://pt.climate-data.org>. Acesso em 18/11/2017.

- COHEN, P.; POTCHTER, O.; MATZARAKIS, A. Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, 37, 1, p. 1-10, 2013.
- COMFABLE. *OTC model*, 2015. <http://comfable.com/otc-model-1-3-0/>. Acesso em 02/06/2017.
- CORREIA, L. D. A.; ROMERO, M. A. B. Análise ambiental integrada em habitação de interesse social: estudo de caso na Vila Varjão-DF. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Vitória. *Anais...* Vitória: 2011.
- COST (EUROPEAN COOPERATION IN SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH). *Action 730*. Brussels, COST, 2009. <http://www.cost.esf.org/>. Acesso em 01/02/2016.
- COSTA, A. *A influência da forma de ocupação do solo urbano no microclima: uma fração do bairro de Petrópolis em Natal-RN*. Dissertação de mestrado. Natal: UFRN, 2003.
- COSTA, A.; ARAÚJO, V. A perspectiva do usuário sobre o conforto térmico em espaços abertos. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *Anais...* Nutau, 2004.
- COSTA, A.; ARAÚJO, V. Contribuição para a definição de faixas-limite de conforto térmico para ambientes externos. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. *Anais...* ANTAC, 2006.
- COSTA, A.; ARAÚJO, V. Em busca da sustentabilidade para espaços urbanos. In: IV Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002, São Paulo. *Anais...* Nutau, 2002.
- COSTA, A.; ARAÚJO, V. Estudo do conforto térmico em ambientes externos: o caso de Petrópolis em Natal/RN. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba. *Anais...* ANTAC, 2003.
- COSTA, E. Q. DA; BAPTISTA, J. DOS S.; DIOGO, M. T.; MAGALHÃES, A. B. Ambiente térmico quente e o seu impacto na produtividade e sinistralidade. In: SHO - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HYGIENE, Guimarães. *Anais...* Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais, 2011.
- COSTOLA, D.; MONTEIRO, L. M.; PRATA, A.; GONCALVES, J. Displacement ventilation air conditioning in high MRT environment in hot climates. In: ROOMVENT 2007 CONFERENCE, 2007, Helsinki. *Proceedings of Roomvent 2007 Conference*. Helsinki, 2007.
- CUNHA, G. C.; OLIVEIRA, D. L. Influência da tipologia no conforto térmico em habitação de interesse social. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA - CONTECC, Fortaleza. *Anais...* 2015.

- DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. DA. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. *Ambiente Construído*, 10, 2, p. 115-132, 2010.
- DAVID, P. L. D. *Avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2016.
- DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference*. Final Report, ASHRAE RP-884, Macquire University, 1997.
- DEBIAZI, P. R.; SOUZA, L. C. L. Role of Vegetation in Modifying Thermal Conditions with Varying Sky View Factors. *The International Journal of the Constructed Environment*, 7, p. 31-41, 2015.
- DEVAU, M. *Strategies to Address the Climatic Barriers to Walkable, Transit-Oriented Communities in Florida*. Master's Thesis. Georgia Institute of Technology, 2011.
- DUARTE, D. H. S. D. Vegetation and climate-sensitive public places. In: EMMANUEL, R. (ed.) *Urban Climate Challenges in the Tropics. Rethinking, Planning and Design Opportunities*. New Jersey: Imperial College Press, 2016.
- DUARTE, D. H. S. *O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar*. 2015. Tese (Livre Docência em Desempenho Térmico, Acústico e Luminoso e Eficiência Energética de Edificações). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- DUARTE, D. H. S.; MONTEIRO, L. M. Architecture, Urban Design, Planning and Urban Climate - Interdisciplinary collaboration experiences in teaching and research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 32, Los Angeles. *Anais...* Los Angeles, 2016.
- DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Desenho urbano e conforto térmico: avaliação dos espaços abertos da Barra Funda, em São Paulo, por meio de levantamentos de campo e simulação preditiva. In: IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: ANTAC, p. 600-609, 2007a.
- DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Urban design and thermal comfort: assesments of urban spaces in Barra Funda, a brownfield site in Sao Paulo, by means of site measurements and predictive simulations. In: 7TH CONFERENCE ON COASTAL ATMOSPHERIC AND OCEANIC PREDICTION AND PROCESSES JOIN WITH THE 7TH SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT, 2007, San Diego. *Proceedings...* San Diego: AMS, p. 2.7-126712, 2007b.

- DUMKE, E. *Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade - uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)*. 419p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- EPSTEIN, Y.; MORAN D. S. Thermal comfort and heat stress indices. *Industrial Health*, 44, p. 388-398, 2006.
- ESTRELA, T. F. C. *Avaliação de ambientes térmicos quentes*. 94p. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico de Coimbra, ISEC, Coimbra, 2013.
- FABBRI, K. The Indices of Feeling---Predicted Mean Vote PMV and Percentage People Dissatisfied PPD. In: *Indoor Thermal Comfort Perception: A Questionnaire Approach Focusing on Children*. Cham: Springer International Publishing, p. 75-125, 2015.
- FAHMY, M. *Interactive Urban Form Design of Local Climate Scale in Hot Semi-Arid Zone*, PhD thesis. School of Architecture, University of Sheffield, Sheffield, 2010.
- FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
- FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, 34, p. 533-536, 2002.
- FANTE, K. P.; DUBREUIL, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Avaliação comparativa entre metodologias de identificação de situações de conforto térmico humano aplicado ao contexto tropical, Presidente Prudente/Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 21. 2017.
- FONTENELLE, M. R.; LORENTE, S.; BASTOS, L. E. G. The Impact of Urbanization on Air Flow Pattern: The Case of Rio de Janeiro. *International Journal of Green Energy*, 12, 9, p. 908–916, 2015.
- FONTES, M. S. G. C.; BRUSSANTIN, G. Limites de conforto térmico em um espaço público de permanência arborizado. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Búzios. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011.
- FONTES, M. S. G. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; DACANAL, C.; LABAKI, L.; NIKOLOPOULOU, M. Thermal Comfort in Open Public Spaces: studies in green areas in cities of the Sao Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 3., Rhodes, 2010. *Proceedings...* Rhodes, 2010.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. B. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 2018.

- GAGGE, A. P.; FOBELT, A. P.; BERGLUND, L. G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, p. 709-731, 1986.
- GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
- GHOSH, C. B.; CANDIDO, C.; MILFARTH, R. K.; MICHALSKI, R.; MONTEIRO, L. M.; PRATA, A. Indoor spaces environmental evaluation for office buildings at CUASO - Applicability of BOSSA Time Lapse. In: WORLD SUSTAINABLE DEVELOPMENT SERIES, 2017, São Paulo. *World Sustainable Development Series*. Berlin: Springer, 2017.
- GIANOPOULOU, K. *Urban heat island phenomena associated with weather and climatic parameters*. Athens, 2015.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues and Problems in Outdoor Comfort Research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 562-565. London: James & James, 2000.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* 2002.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M.; SAARONI, H.; POCHTER, O.; YAACOV, Y.; FELLER, N. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35, p. 77-86, 2003.
- GOBO, J. P. A. *Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional*. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- GOBO, J. P. A. *Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano*. 184p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Referencial técnico e teórico-metodológico aplicado a estudos de conforto humano em ambientes externos. *Revista de Geografia (Recife)*, 33, 4, p. 132-157, 2016.
- GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Zoneamento do conforto térmico humano para o Rio Grande do Sul: uma análise a partir do estudo de anos- padrão. In: VI CONGRESO IBEROAMERICANO DE ESTUDIOS TERRITORIALES Y AMBIENTALES, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 2014.
- GOBO, J. P. A.; GALVANI, E.; WOLLMANN, C. A.; CELUPPI, M. C. Estudo de zoneamento do conforto térmico humano para o Rio Grande do Sul: a inserção de anos-padrão como proposta metodológica. *Ciência e Natura*, 37, 4, p. 451-470, 2015.

- GOBO, J. P. DE A.; GALVANI, E. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (TEv) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. *Revista Geonorte*, ed. especial 2, 1, 5, p. 403-413, 2012.
- GOBO, J. P.; ALVES, R. R.; SIVEIRA, T. S.; ONCA, D. S.; MONTEIRO, L. M. A influência do vento regional na sensação térmica de pedestres em espaços urbanos abertos: estudo de caso do vento norte em Santa Maria-RS. *Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise*, 40, p. 110-129, 2017.
- GOLASI, I.; SALATA, F.; DE LIETO VOLLARO, E.; COPPI, M.; VOLLARO, A. de L. Thermal perception in the mediterranean area: Comparing the mediterranean outdoor comfort index (MOCI) to other outdoor thermal comfort indices. *Energies*, 9, 7, p. 1-16, 2016.
- GONÇALVES, H. *O sol nos edifícios*. Rio de Janeiro, Lemos, 1955.
- GONCALVES, J.; DUARTE, D.; MONTEIRO, L. M.; MARCONDES, M. Environmental Design in Contemporary Brazilian Architecture: The Research Centre of the National Petroleum Company, CENPES, in Rio de Janeiro. In: EISSA, M. (Org.). *Energy Efficiency - The Innovative Ways for Smart Energy, the Future Towards Modern Utilities*, p. 34-61, 2012.
- GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M.; MARCONDES, M. Towards an Environmental Approach. In: GONÇALVES, J. (Org.). *The Environmental Performance of Tall Buildings*. 1 ed. Londres: Earthscan, 1, p. 143-236, 2010.
- GONÇALVES, J.; MULFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M.; MOURA, C.; PRATA, A. R.; MIANNA, A. C.; CAVALCANTE, R. Adensamento urbano e desempenho ambiental no centro da cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios, 2011. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011a.
- GONÇALVES, J.; MULFARTH, R. C.; MONTEIRO, L. M.; MOURA, C.; PRATA, A. R.; MIANA, A. C. The environmental performance of high-density urban living. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 27, Louvain-la-Neuve, Belgium. *Proceedings..* Louvain-la-Neuve, Presses unide Louvain, 2011b.
- HIRASHIMA, S. Q. S. *Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2014.
- HIRASHIMA, S. Q. S.; ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil. In: ENCAC/ELACAC, Brasília, p. 246-255, 2013. *Anais...* ANTAC, 2013.

- HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S.; FERREIRA, D. G. Calibração do índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte -MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios. *Anais...* Búzios: 2011.
- HIRASHIMA, S.; ASSIS, E.; NIKOLOPOULOU, M. Daytime thermal comfort in urban spaces: A field study in Brazil. *Building and Environment*, 107, p. 245-253, 2016.
- HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 71-75, 1999.
- HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. Determining lines of equal comfort. *ASHVE Transactions*, 29, 1923.
- HUANG, J. Prediction of air temperature for thermal comfort of people in outdoor environments. *International Journal of Biometeorology*, 51, 5, p. 375–382, 2007.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, UK, 1975.
- HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 667-684, 2002.
- INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). *Normais climatológicas – períodos de 1931/60 e 1961/90*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1992.
- ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report 2006 of ISB Commission 6 on the Development of a Universal Thermal Climate Index UTCI*. Geneva, ISB Comission 6, 2006.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 7726. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 7933. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Geneva: ISO, 2004.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 7933. Hot environments: analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate. Geneva: ISO, 1989.

- JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M. Preferences of Student Residents Towards Sustainability with the Concept of Bioclimatic Design. *Planning Malaysia Journal*, 14, 5, p. 145-156, 2016.
- JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M. The Dynamics of Daylighting at a Residential College Building with the Internal Courtyard Arrangement. *International Journal of Architectural Research*, 9, 3, p. 148-156, 2015.
- JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; ROSEMARY, A.; ARIFFIN, M.; KEUMALA, N. A study on different natural ventilation approaches at a residential college building with the internal courtyard arrangement. *Energy & Buildings*, 72, p. 340-352, 2014a.
- JAMALUDIN, A. A.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M.; HUSSEIN, H. Landscape and sustainability: Three residential college buildings in the tropics. *Open House International*, 39, 1, p. 92-106, 2014b.
- JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R.; HAVENITH, G. UTCI - why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56, 3, p. 421-428, 2012.
- JENDRITZKY, G.; GRÄTZ, A.; FRIEDRICH, M. The assessment of human thermal climates in cities. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 65-72, 2000.
- JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*. Final Report COST Action 730, Freiburg, 2009.
- JENDRITZKY, G.; SCHIRMER, H.; MENZ, G.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methode zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). *Beiträge Akad Raumforschung Landesplanung Hannover*, 114, p. 7-69, 1990.
- JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. Klimatologische Probleme - ein einfaches Verfahren zur Vorhersage der Wärmebelastung. *Zeitschrift für angewandte Bäder und Klimaheilkunde*, 26, 1, p. 37-43, 1979.
- JOHANSSON, E. Urban thermal comfort in the tropics. In: EMMANUEL, R. (Ed.). *Urban Climate Challenges in the Tropics*. [s.l.] Imperial College Press, p. 163-204, 2016.
- JOHANSSON, E.; SPANGENBERG, J.; GOUVÊA, M. L.; FREITAS, E. D. Scale-integrated atmospheric simulations to assess thermal comfort in different urban tissues in the warm humid summer of São Paulo, Brazil. *Urban Climate*, 6, p. 24-43, 2013.

- KATZSCHNER, A. Calibration of thermal comfort in different climates for urban planning concerns. *Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs*, 20; Universität Freiburg, 2010.
- KATZSCHNER, L. The contribution of urban climate studies to a new urbanity. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* ANTAC, 2005.
- KONSTANTINA, A. *Retrofitting historical buildings: potential and perspectives*. 92p. Dissertação (Mestrado). School of Science & Technology, International Hellenic University, Thessaloniki, Grécia, 2015.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; WATRIN, V.; SKUBS, D.; PINA, S. A. M. G. Verandahs and Self-Built Houses: The Case of Campinas, Brazil. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., Santiago, Chile, 2003. *Anais...* Santiago: PLEA, 2003.
- KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Impactos do uso de climatização artificial na percepção térmica em espaços abertos no centro do Rio de Janeiro. *Ambiente Construído*, 16, 2, p. 133-148, 2016.
- KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Quantificação dos impactos da climatização artificial na sensação térmica de transeuntes em termos de alterações no microclima. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9, 1, p. 301-312, 2017a.
- KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Interferências do fator cor da pele na percepção térmica de transeuntes. *Ambiente Construído*, 17, 1, p. 83-96, 2017b.
- KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C.; EMMANUEL, R.; CORBELL, O. D. Estudo de conforto em espaços abertos em região de clima temperado: o caso de Glasgow, Reino Unido. *Ambiente Construído*, 12, 1, p. 7-25, 2012.
- KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A. Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. *Building and Environment*, 46, 3, p. 690-697, 2011.
- KRÜGER, E.; ROSSI, F.; DRACH, P. Calibration of the physiological equivalent temperature index for three different climatic regions. *International Journal of Biometeorology*, 61, 7, p. 1323-1336, 2017.
- LABAKI, L. C.; FONTES, M. S. G. C.; BARTHOLOMEI, C. L. B.; DACANAL, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. *Ambiente Construído*, Porto Alegre. 12, 1, p. 167-183, 2012.
- LAI, D.; GUO, D.; HOU, Y.; LIN, C.; CHEN, Q. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. *Building and Environment*, 77, p. 110-118, 2014.

- LATINI, G.; GRIFONI, R.; TASCINI, S. Thermal comfort and microclimates in open spaces. In: BUILDING XI CONFERENCE, *Paper 79*, Florida. *Proceedings...* 2010.
- LEME, C.; MONTEIRO, L. M. Os recentes microapartamentos paulistanos: reflexões sobre o desempenho termo-luminoso dessas tipologias. In: VI SICS - VI SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2017, Porto Alegre. *Anais do VI Seminário Internacional de Construções Sustentáveis*. Porto Alegre: Imed, 2017.
- LIMA, D. C. R.; LIMA, P. R.; CARAM, R. M. Influência da geometria do cânion urbano no nível de estresse térmico de pedestres. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, Balneário Camboriu. *Anais...* 2017.
- LIMA, I. M.; JARDIM, C. H. Conforto térmico em função das variações de temperatura e umidade relativa do ar no Bairro Castelo, Belo Horizonte-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA 17; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1, Campinas. *Anais...* Campinas: 2017.
- LIN, T. P., MATZARAKIS A. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology*, 52, 4, p. 281-290, 2008.
- LINDBERG, F. *SOLWEIG1D User Manual*. Version 2015, 2015 http://gvc.gu.se/digitalAssets/1536/1536039_solweig1d-user-manual.pdf. Acesso em 01/08/2017.
- LIU, W.; ZHANG, Y.; DENG, Q. The effects of urban microclimate on outdoor thermal sensation and neutral temperature in hot-summer and cold-winter climate. *Energy and Buildings*, 128, p. 190–197, 2016.
- LOIS, E.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. *Anais...* São Pedro: ANTAC, 2001.
- LUCCHESI, J. R.; MIKURI, L. P.; FREITAS, N. V. S. DE; ANDREASI, W. A. Application of selected indices on outdoor thermal comfort assessment in Midwest Brazil. *International Journal of Energy and Environment*, 7, 4, p. 291-302, 2016.
- LUIZ, L. L.; NOVAES, G.; MILFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M. Urban External Space in Brazilian Modernist Architecture under the focus of Pedestrian Environmental Comfort. In: THE 33TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2017, Edinburgh. *Proceedings..* Edinburgh: PLEA. 1. p. 1195-1202, 2017.

- LUZ, B.; ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A luminous efficiency predictive model of light-pipes. In: CLIMA 2010 - 10TH REHVA WORLD CONGRESS, 2010, Antalya. *Sustainable Energy Use in Buildings*. Antalya: REHVA, 2010a.
- LUZ, B.; MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo preditivo de eficiência de dutos de luz (EDL). In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010b.
- LUZ, B.; MONTEIRO, L. M. Empirical and software verification of a simplified predictive model of luminous efficiency of light-pipes. In: PLEA 2014 - THE 30TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2014, Ahmedabad. *Proceedings of The 30th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 2, p. 113-120. Ahmedabad: PLEA, 2014.
- MAHMOUD, A. H. A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. *Building and Environment*, 46, 12, p. 2641–2656, 2011.
- MARAGNO, G. V. *Sombras profundas - dimensión estética y repercusión ambiental del diseño de la varanda en la arquitectura brasileña*. 294p. Tese (Doutorado). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2010.
- MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. *Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity*. Environment Canada, CLI 1-79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service, 1979.
- MATHEUS, C.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em uma residência em forma de varanda com cobertura verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais.. Brasília*, 2013.
- MATZARAKIS, A. Developments and applications of thermal indices in urban structures by RayMan and SkyHelios model. In: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. *Proceedings...* Toulouse, 2015.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO newsletter*, 18, p.7-10, 1996.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; RUTZ, F. Radiation and Thermal Comfort, *Proceeding of 6th Hellenic Conference in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, 2003.
- MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38, p. 43-49, 1987.

- METJE, N.; STERLING, M.; BAKER, C. J. Pedestrian comfort using clothing values and body temperatures. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, 4, p. 412–435, 2008.
- MINELLA, F. C. O.; HONJO, S.; KRUGER, E. L. Estratégias de melhoria do ambiente térmico diurno em situação de verão de uma fração urbana da cidade de São Paulo. *Ambiente Construído*, 12, 4, p. 139-158, 2012.
- MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. *Ambiente Construído*, 11, 1, p. 123-143, 2011a.
- MINELLA, F. O.; HONJO, S.; KRÜGER, E. Comparações microclimáticas de duas regiões distintas de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios. *Anais...* Búzios: 2011b.
- MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, Natal. *Anais...* Natal: 2009.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 1. *Chaleur et Industrie*, 276, p. 159-172, 1948a.
- MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 2. *Chaleur et Industrie*, 277, p. 189-198, 1948b.
- MISSENARD, A. Température effective d'une atmosphere. Généralisation température résultante d'un milieu. In: *Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation*. Paris: Librerie de l'Enseignement Technique, p. 131-185, 1933.
- MONTEIRO, L. M. Conforto urbano. In: FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, no prelo, 2018.
- MONTEIRO, L. M. New issues on thermal comfort: lessons from Brazilian Architecture. In: MIECF 2016 - MACAO INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CO-OPERATIONAL FORUM AND EXHIBITION, 2016. MIECF 2016 - *Macao International Environmental Co-operational Forum and Exhibition*. Macau: MIECF, 2016.
- MONTEIRO, L. M. Arquitetura da Adaptação. In: GONÇALVES, J.; BODE, K. (org.). *Edifício Ambiental*. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 1, p. 27-56, 2015a.

- MONTEIRO, L. M. Thermal Adaptive Opportunities on Outdoor Spaces. In: 5TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON CIVIL ENGINEERING, 2015, Atenas. *Proceedings of The 5th Annual International Conference on Civil Engineering*. Atenas: ATINER, 2015b.
- MONTEIRO, L. M. El impacto de la vegetación en el confort térmico en los espacios urbanos. *Boletín ArqSustentable*, 6, p. 43-50, 2014.
- MONTEIRO, L. M. Assessing outdoor thermal comfort conditions: methods and management tools. In: SB13 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE BUILDING, 2013, Oulu. *Proceedings of International Conference on Sustainable Building*. Oulu: SB, 2013a.
- MONTEIRO, L. M. Environmental urban design: comparative performance assessments in central areas of Sao Paulo, Brazil. In: HIGUERAS, E.; CARDENAS, L. (Org.). *La Ciudad Solar*. 1 ed. Madrid: Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1, p. 22-29, 2013b.
- MONTEIRO, L. M. Performance of semi-indoor and semi-outdoor spaces. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013c.
- MONTEIRO, L. M. Thermal comfort adaptive model for the subtropics. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013d.
- MONTEIRO, L. M. Thermal comfort index for sustainable urban spaces. In: CESB 13 - SUSTAINABLE BUILDING AND REFURBISHMENT FOR NEXT GENERATION, 2013, Praga. *Proceedings of CESB 13 - Sustainable Building and Refurbishment for Next Generation*. Praga: CTU, 2013e.
- MONTEIRO, L. M. *Verificação comparativa da predição de sensação térmica por meio de simulações computacionais e de levantamentos empíricos em espaços urbanos da cidade de São Paulo*. 318p. Relatório (Pós-Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011a.
- MONTEIRO, L. M. Renovation of façades: environmental and energy issues. In: COST ACTION C25 FINAL CONFERENCE ON SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTIONS, 2011, Innsbruck. *Sustainability of Constructions*. Innsbruck: University of Innsbruck/COST, 2011b.
- MONTEIRO, L. M. Assessment of solar shading systems for building envelopes. In: NSB 2011 - 9TH NORDIC SYMPOSIUM ON BUILDING PHYSICS, 2011, Tampere. *Articles from the 9th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries*. Tampere: TUT. p. 298, 2011c.

- MONTEIRO, L. M. Verificação comparativa de soluções alternativas a fachadas envidraçadas em edifícios de escritórios. In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010.
- MONTEIRO, L. M. Recursos projetuais para sustentabilidade e bem estar. *CADesign*. São Paulo, 14, 2009.
- MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008a.
- MONTEIRO, L. M. Software auxilia busca pela eficiência energética e conforto ambiental. *Sistemas Prediais*, 2, p. 43-44, 2008b.
- MONTEIRO, L. M. Estratégias passivas para redução de carga térmica em edificação vertical. In: ECOBUILDING - FÓRUM INTERNACIONAL DE ARQUITETURA E TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2008, São Paulo. *Anais do Fórum Internacional de Arquitetura e Tecnologias para a Construção Sustentável*. São Paulo, 2008c.
- MONTEIRO, L. M. Dimensionamento de sistema de ventilação natural para edificação não convencional. In: ECOBUILDING - FÓRUM INTERNACIONAL DE ARQUITETURA E TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2008, São Paulo. *Anais do Fórum Internacional de Arquitetura e Tecnologias para a Construção Sustentável*. São Paulo, 2008d.
- MONTEIRO, L. M. Conforto térmico: conceitos, estudos de casos e desafios futuros. In: ENCONTRO ANUAL DE ARQUITETOS DO RIO GRANDE DO SUL, 2007, Porto Alegre. *Anais do Encontro Anual de Arquitetos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2007.
- MONTEIRO, L. M. Review of numerical modelling of outdoor thermal comfort. In: SB05 - THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE IN TOKYO, 2005, Tokyo. *The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo*. Tokyo: The University of Tokyo, 2005a.
- MONTEIRO, L. M. An office building retrofit: comparative study of passive solutions for reducing thermal load. In: PLEA 2005 - THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2005, Zouk Mosbeh. *Environmental Sustainability: The Challenge of Awareness in Developing Societies*. Zouk Mosbeh: Notre Dame University, 2005b.
- MONTEIRO, L. M. Building refurbishment and heat load passive reduction. In: CISBAT 2005 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2005, Lausanne. *Renewables in a Changing Climate: Innovation in Building Envelopes and Environmental*

Systems. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2005c.

MONTEIRO, L. M. Estudo comparativo de soluções passivas para redução de carga térmica em edifício de escritórios em São Paulo. In: COTEDI 2005 - CONGRESO LATINOAMERICANO SOBRE CONFORT Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS EDIFICACIONES, 2005, Cidade do México. *Confort y Comportamiento Térmico de las Edificaciones*. Cidade do México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2005d.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. Online)*, 4, p. 12, 2013.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos. *Ambiente Construído (Online)*, 12, p. 61-79, 2012a.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor central areas of Sao Paulo, Brazil: possibilities of thermal comfort. In: THE 28TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2012, Lima. *Proceedings of The 28th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 2012b.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos simplificados para consideração de grandezas físicas térmicas em espaços abertos. In: ENTAC2012 - XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. *Anais do XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Juiz de Fora: ANTAC, 2012c.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto termoacústico em espaços urbanos abertos. In: ENTAC2012 - XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. *Anais do XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Juiz de Fora: ANTAC, 2012d.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposal of an outdoor thermal comfort index: empirical verification in the subtropical climate. In: PLEA 2011 - THE 27TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2011, Louvain-la-Neuve. *Proceedings of PLEA 2011*. Louvain-la-Neuve: PLEA, 1. p. 462, 2011a.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico urbano: temperatura equivalente de globo. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2011, Búzios. *Anais do XI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VII Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Búzios: ANTAC, p. 4, 2011b.

- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Membranas têxteis e conforto ambiental. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2011, Vitória. *O que é, de fato, sustentável?*. Vitória: ANTAC, 2011c.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Territorios y espacios urbanos sustentables: confort ambiental en espacios abiertos. *Boletín ArqSustentable*, 3, p. 1, 2011d.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos. *Ambiente Construído (Online)*, 10, p. 79-101, 2010a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposal of an outdoor thermal comfort index for subtropical urban areas. In: PALENC 2010 - PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 2010, Vilamoura. *PALENC 2010 Conference Proceedings*. Rhodes: Heliotopos, 2010b.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: IV CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 2010, Faro. *Actas do 4 Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, sustentável*. Faro: Universidade de Algarve. 1. p. 578, 2010c.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. User behavior prediction in function of urban outdoor thermal comfort. In: BECC 2010 - BEHAVIOR, ENERGY AND CLIMATE CHANGE CONFERENCE, 2010, Sacramento. *Behaviour, Energy and Climate Change*. Sacramento: CIEE University of California; PEEC Stanford University; ACEEE, 2010d.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. An outdoor thermal comfort index for the subtropics. In: PLEA 2009 - THE 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2009, Quebec. *Architecture Energy and the Occupant's Perspective*. Quebec: Les Presses de l'Université Laval, 2. p. 1.2.9, 2009a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort index for the assessment of urban spaces in subtropical climates. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. B14-6, 2009b.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em ambientes semi-confinados: proposição de modelo adaptativo. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 1, p. 1-19, 2009c.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE

CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais do X Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VI Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Natal: ANTAC, 2009d.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e do isolamento térmico da roupa. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais do X Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VI Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Natal: ANTAC, 2009e.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort modelling in Sao Paulo, Brazil. In: PLEA2008 - THE 25TH PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE INTERNATIONAL CONFERENCE, 2008, Dublin. *Towards Zero Energy Building*. Dublin: PLEA2008, 2008a.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos preditivos de estresse termo-fisiológico: estudo empírico comparativo em ambientes externos. In: ENTAC2008 - XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. *Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Fortaleza: ANTAC, 2008b.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos: panorama brasileiro e especificidades climáticas. In: ENTAC2008 - XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. *Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Fortaleza: ANTAC, 2008c.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de temperatura operativa neutra para avaliação de espaços semi-confinados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008, São Paulo. *O espaço sustentável: inovações em edifícios e cidades*. São Paulo: FAUUSP, 2008d.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort in high mrt environments. In: COBEE - THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, Dalian. *Proceedings of The First International Conference on Building Energy and Environment*. Dalian: Tianjin Univ./ Purdue Univ., p. T03_58, 2008e.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comparação empírica de avaliações preditivas de estresse termofisiológico em espaços urbanos. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-629, 2008f.

- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposição de índice de conforto térmico em espaços abertos baseado em temperatura equivalente. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-631, 2008g.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. *Ambiente Construído*, 7, 3, p. 43-58, 2007a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos. In: ENCAC/ELACAC 2007 - IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais do IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Ouro Preto: ANTAC, p. 1231-1240, 2007b.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos. In: ENCAC/ELACAC 2007 - IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais do IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Ouro Preto: ANTAC, p. 1221-1230, 2007c.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Avaliação das condições térmicas de espaços semi-confinados por meio de verificação modelar comparativa e calibração empírica para a cidade de São Paulo. In: ENECS / ELECS 2007 - IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, Campo Grande. *Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*. Campo Grande: ANTAC, 2007d.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Transitional spaces in São Paulo, Brazil: mathematical modeling and empirical calibration for thermal comfort assessment. In: THE 10TH INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION CONFERENCE AND EXHIBITION, 2007, Beijing. *Proceedings of The 10th International Building Performance Simulation Association Conference and Exhibition*. Beijing: IBPSA, p. 737-744, 2007e.

- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort in transitional spaces. In: CISBAT 2007 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2007, Lausanne. *Renewables in a changing climate - Innovation in the Built Environment*. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2007f.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Calibration of outdoor thermal comfort models. In: PLEA2006 - THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2006, Geneva. PLEA2006 - *The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva: PLEA, 2006a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort: comparison of results of empirical field research and predictive models simulation. In: WINDSOR 2006 INTERNATIONAL CONFERENCE, 2006, Windsor. *Comfort and Energy Use in Buildings, Getting them Right*. Windsor: Nceub, 2006b.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Verificação comparativa experimental da aplicabilidade de diferentes modelos preditivos de conforto térmico em ambientes externos. In: ENTAC 2006 - XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. ENTAC 2006: *A construção do futuro*. ANTAC: Porto Alegre, p. 584-593, 2006c.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: revisão histórica. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005a.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: estado da arte. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005b.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos de quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005c.

- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort: numerical modelling approaches and new perspectives. In: PLEA 2005 - THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2005, Zouk Mosbeh. *Environmental Sustainability: The Challenge of Awareness in Developing Societies*. Zouk Mosbeh: Notre Dame University, 2005d.
- MONTEIRO, L. M.; MIANA, A. Iluminação natural e condicionamento térmico passivo: o impacto da arquitetura na eficiência energética. *Revista da Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica*, 1, p. 4-9, 2008.
- MONTEIRO, L. M.; PRATA-SHIMOMURA, A. Atividades de laboratório, de campo e de ateliê em Arquitetura e Urbanismo. In: 1º CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA USP, 2015, São Paulo. *Anais do 1º Congresso de Graduação da USP*, 2015.
- MONTEIRO, L. M.; OKAMOTO, J.; PRATA-SHIMOMURA, A. P Assessment of outdoor comfort conditions based on the application of a participative model in open urban spaces. In: SSUC SYMPOSIUM, São Paulo, 2017. *Proceedings...* São Paulo, 2017.
- MONTEIRO, L. M.; SATO, A.; GONCALVES, F. Vulnerable populations and climate change: thermal comfort in housing for the elderly. In: EEBP VII - 7TH INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL EFFECTS ON BUILDINGS AND PEOPLE, 2014, Cracóvia. *Proceedings of The 7th Internacional Symposium on Environmental Effects on Buildings and People*. Cracóvia: Pawe, 2014a.
- MONTEIRO, L. M.; NOVAES, G.; IWAI, D. N. Avaliação empírico-preditiva em espaços urbanos: correlações entre sensação térmica e sonora. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. *Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió: ANTAC, 2014b.
- MONTEIRO, L. M.; DINIZ, F. I.; ALUCCI, M. P. Desempenho termo-luminoso de chapas perfuradas e telas metálicas. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2011, Vitória. *O que é, de fato, sustentável?*. Vitória: ANTAC, 2011.
- MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort assessment and the revitalization of a dilapidated neighbourhood, in Rio de Janeiro, Brazil. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. P2-34, 2009.
- MONTEIRO, L. M.; DUARTE, D.; GONÇALVES, J.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico como condicionante do projeto arquitetônico-paisagístico: o caso dos espaços abertos do novo centro de pesquisa. *Ambiente Construído (Online)*, 8, p. 61-86, 2008a.

- MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Avaliação do conforto térmico em espaços abertos e a reurbanização de um bairro periférico. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-632, 2008b.
- MONTEIRO, L. M.; COSTOLA, D.; PRATA, A.; GONCALVES, J. Thermal comfort in high MRT environments: case study of a commercial single store glazed building. In: AIVC2008 - THE 29TH AIR INFILTRATION AND VENTILATION CENTRE CONFERENCE, 2008, Kyoto. *Advanced building ventilation and environmental technology for addressing climate change issues*. Kyoto: AIVC, 2008c.
- MORENO, M. M.; NOGUCHI, E.; LABAKI, L. C., Índice de Conforto Térmico para áreas externas em Clima Tropical De Altitude. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: ANTAC, 2007.
- MOURA, M. O. *O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico*. Dissertação de Mestrado. 318p. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFC, Fortaleza, 2008.
- MYERS, J.N.; STEINBERG, M.A.; SOBEL, J.; ABRAMS, E.; MYERS, E. *Method, system, and software for calculating a multi factor temperature index*. US Patent: 6.768.945. Google Patents, 2004.
- NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. Development of outdoor thermal index indicating universal and separate effects on human thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 55, 2, p. 19-227, 2011.
- NEMATCHOUA, M. K.; ROSHAN, G.; TCHINDA, R. Impact of Climate Change on Outdoor Thermal Comfort and Health in Tropical Wet and Hot Zone (Douala), Cameroon. *Iranian Journal of Health Sciences*, 2, 2, p. 25–36, 2014.
- NICK, L. M.; NEDEL, A. S. Climatologia do conforto térmico humano durante o verão para a cidade de Pelotas-RS, parte 1: índice de calor. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, AMBIÊNCIA, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: 2017.
- NICOL, F.; WILSON, E.; UEBERJAHN-TRITTA; A., NANAYAKKARA; L., Kessler; M. Comfort in outdoor spaces in Manchester and Lewes, UK. In: COMFORT AND ENERGY USE IN BUILDINGS: GETTING THEM RIGHT. *Conference proceedings*. Windsor: Network for comfort and energy use in buildings, 2006.

- NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
- NIKOLOPOULOU, M. Outdoor thermal comfort. *Frontiers in Bioscience*, 3, p. 1552-1568, 2011.
- NIKOLOPOULOU, M., LYKOUDIS, S., KIKIRA, M. Thermal comfort in urban spaces: field studies in Greece, *Proceedings of the fifth International Conference on Urban Climate*. Lodz, Poland, 2008.
- NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS S.; KIKIRA, M. Thermal comfort models for open urban spaces. In: PROJECT RUROS - REDISCOVERING THE URBAN REALM AND OPEN SPACES. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. CRES, 2004.
- NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S. Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41, 11, p. 1455-1470, 2006.
- NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S.; KIKIRA, M. Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
- NINCE, P. C. C.; MUSIS, C. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Usos dos Índices PET e UTCI na avaliação do conforto termal no campus da UFMT em Cuiabá - MT. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 9, p. 2026-2036, 2013.
- NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto acústico do pedestre em São Paulo. In: XII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2013, Brasília. *Anais do ENCAC/ELACAC 2013 - XII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VIII Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*. Brasília: ANTAC, 2013a.
- NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto urbano do pedestre: térmico e acústico. In: Encac/Elacac 2013 - XII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2013, Brasília. *Anais do XII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VIII Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*. Brasília: ANTAC, 2013b.
- NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto urbano em São Paulo. In: XIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IX ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2015, Campinas. *Anais do XIII Encontro Nacional*

sobre Conforto no Ambiente Construído e do IX Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído, 2015.

OGUNSOTE, O. O.; PRUCNAL-OGUNSOTE, B. Choice of a thermal index for architectural design with climate in Nigeria. *Habitat International*, 27, 1, p. 63-81, 2003.

OLGYAY, V. *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New Jersey: Princeton University Press, 1963.

OLIVA, G. T. *Relação do conforto humano com métricas de cobertura arbórea*. 99p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

OROSA, J. A.; ROSHAN, G.; NEGAHBAN, S. Climate change effect on outdoor ambiances in Iranian cities. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 3, p. 1889-1898, 2014a.

OROSA, J. A.; COSTA, Á. M.; RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Á.; ROSHAN, G. Effect of climate change on outdoor thermal comfort in humid climates. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12, 1, p. 46, 2014b.

PANTAVOU, K.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D.; THEOHARATOS, G. Empirical calibration of thermal indices in an urban outdoor Mediterranean environment. *Building and Environment*, 8, p. 283-292, 2014a.

PANTAVOU, K.; CHATZI, E.; THEOHARATOS, G. Case study of skin temperature and thermal perception in a hot outdoor environment. *International Journal of Biometeorology*, 58, 6, p. 1163-1173, 2014b.

PANTAVOU, K.; LYKODIS, S. Modeling thermal sensation in a Mediterranean climate – a comparison of linear and ordinal models. *International Journal of Biometeorology*, 58, 6, p. 1355-1368, 2014.

PANTAVOU, K.; MAVRAKIS, A. Thermal perception of teenagers in a cool outdoor environment: A case study. *Geofizika*, 32, 1, p. 79-92, 2015.

PANTAVOU, K.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D.; THEOHARATOS, G. Evaluating the performance of bioclimatic indices on quantifying thermal sensation for pedestrians. *Advances in Building Energy Research*, 7, 2, p. 170-185, 2013.

PAULERT, R. *Uso de elementos vazados na arquitetura: estudo de três obras educacionais contemporâneas*. 134p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

- PEZZUTO, C. C. *Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos: Estudo de caso em Campinas, SP*. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. Campinas, 2007.
- PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços urbanos abertos: avaliação em áreas de fluxo de pedestres. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* ANTAC, 2007.
- PRATA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A. Temperature of equivalent perception index applied to wind tunnel erosion technique pictures for the assessment of pedestrian thermal comfort. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. B15-4, 2009a.
- PRATA, A.; FROTA, A.; MONTEIRO, L. M. Comparative evaluation of thermal comfort indices: case study in the cost city of Santos, Brazil. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. A4-30, 2009b.
- PRATA-SHIMOMURA, A.; MONTEIRO, L. M. . O Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética e ferramentas computacionais para apoio ao ensino de Conforto Ambiental. In: 1º CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA USP, 2015, São Paulo. *Anais do 1º Congresso de Graduação da USP*, 2015.
- PRATA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A.; SARAIVA, J. G. Índices de conforto ambiental: estudo de caso na cidade de Santos - SP. In: Pluris2008 - 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-634, 2008a.
- PRATA, A.; MONTEIRO, L. M. FROTA, A. Ensaio de erosão em túnel de vento e aplicação do índice PET para a avaliação do conforto do pedestre. In: CLIV08 - 1ER CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA DEL VIENTO, 2008, Montevideo. *1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento*. Montevideo: Universidad de la República / Asociación Latinoamericana de Ingeniería del Viento, 2008b.
- PRATA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A. PET and TEP indexes: applicability to the evaluation of thermal comfort in external environments. In: PALENC 2010 - PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 2010, Rhodes. *PALENC 2010 Conference Proceedings...* Rhodes: Heliotopos, 2010.

- PRATA, A.; MONTEIRO, L. M. Ensaio de erosão em túnel de vento e aplicação do índice PET para a avaliação do conforto do pedestre. In: CLIV08 - 1ER CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA DEL VIENTO, 2008, Montevideo. *1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento*. Montevideo: Universidad de la República / Asociación Latinoamericana de Ingeniería del Viento, 2008.
- PRATA-SHIMOMURA, A.; MONTEIRO, L. M.; OKAMOTO JUNIOR, J. Opine – participative model for evaluation of comfort conditions in open urban spaces. In: THE 33TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2017, Edinburgh. *Proceedings...* Edinburgh: PLEA, 1. p. 1251-1258, 2017.
- PRATA-SHIMOMURA, A. R.; FROTA, A. B.; CELANI, G. Modelos físicos na análise de ventilação urbana: o uso do túnel de vento. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, 3, 2, 2013.
- PSEFTELI, A. *Urban microclimate and thermal comfort evaluation*. 105p. Dissertação (Mestrado). School of Science & Technology, International Hellenic University, Thessaloniki, Grécia, 2011.
- RAMALDES, R. A. C. *Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Transeunte: Estudo de Caso em Via Com Canteiro Central em Vitória, ES*. 108p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
- RANCURA, R.; LABAKI, L. C. Thermal Comfort in Open Spaces: Different Perception Between Workers and Users of a Street Market. In: 28TH CONFERENCE, OPPORTUNITIES, LIMITS & NEEDS TOWARDS AN ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE ARCHITECTURE, Lima. *Anais...* Lima: 2012.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Comparação entre sensação térmica real e o índice PET para Curitiba/PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília, 2013. *Anais...* 2013.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; BRÖDE, P. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. *Ambiente Construído*, 12, 1, p. 41-59, 2012.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; GUIMARÃES, I. A. Modelo preditivo de sensação térmica em espaços abertos em Curitiba, PR. *RA'É GA - O Espaço Geográfico em Análise*, 29, p. 209-238, 2013.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; DRACH, P. Calibração do índice PET para Curitiba e Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14; ENCONTRO

- LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, Balneário Camboriu. *Anais...* Balneário Camboriu, 2017.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; NIKOLOPOULOU, M. A. Influência da Configuração Urbana no Microclima e na Sensação Térmica em Ruas de Pedestre de Curitiba, Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios, 2011. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011.
- RUIZ, M. A.; CORREA, E. Adaptive model for outdoor thermal comfort assessment in an Oasis city of arid climate. *Building and Environment*, 85, p. 40-51, 2015.
- RUIZ, M. A.; CORREA, E. Developing a Thermal Comfort Index for Vegetated Open Spaces in Cities of Arid Zones. *Energy Procedia*, 57, p. 3130-3139, 2014.
- RUÍZ, M. A.; CORREA, E. N. Confort térmico en espacios abiertos. Comparación de modelos y su aplicabilidad en ciudades de zonas áridas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, p. 71–78, 2009.
- RUIZ, M. A.; CORREA, E. N. Índices deductivos de confort térmico y su adaptación para espacios abiertos vegetados en zonas áridas. Casos de estudio: Cañones urbanos forestados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, p. 81-88, 2010.
- SALATA, F.; GOLASI, I.; VOLLARO, R. D. L.; VOLLARO, A. D. L. Outdoor thermal comfort in the Mediterranean area. A transversal study in Rome, Italy. *Building and Environment*, 96, p. 46-61, 2016.
- SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. Pair Influence of Wind Speed and Mean Radiant Temperature on Outdoor Thermal Comfort of Humid Tropical Environment. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 10, 2, p. 177-185, 2016.
- SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. New Equation for Estimating Outdoor Thermal Comfort in Humid-Tropical Environment. *European Journal of Sustainable Development*, 3, 4, p. 43-52, 2014.
- SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. Proposition of Regression Equations to Determine Outdoor Thermal Comfort in Tropical and Humid Environment. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 23, 2, 2012.
- SANTOS, F. A. C. Avaliação do impacto do isolamento no conforto térmico de um edifício. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010.

- SARDO, J.; PITZ, J. W.; HILLESHEIM, W. T.; PITZ, I. W.; NEVES, L. DE O. Análise do índice de sensação térmica para a cidade de Rio do Sul/SC. *Enciclopédia Biosfera*, 9, 17, p. 154-161, 2013.
- SATO, A.; MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, F. Resiliência às mudanças climáticas: conforto térmico de idosos em unidades residenciais. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, São Paulo. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2014.
- SCUDO, G.; DESSI, V. Thermal comfort in urban space renewal. In: PLEA2006 - THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. *Proceedings...* Geneva, Switzerland, 2006.
- SEBASTIÃO, S. P. O.; FONTES, M. S. G. DE C. Conforto térmico em espaços de permanência: estudo de caso em um ambiente universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
- SHIMAKAWA, A. H.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Aplicação dos Modelos Preditivos de Conforto PET e PMV em Presidente Prudente - SP: estudo de caso: Parque do Povo. In: ENCONTRO NACIONAL, 10., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, 2009, Natal. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2009. p. 543-552, 2009.
- SHINZATO, P. *Impacto da vegetação nos microclimas urbanos em função das interações solo-vegetação-atmosfera*. 205p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SILVA F. T., ALVAREZ C. E. An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 87, p. 59-71, 2015.
- SILVA, C; CORBELL, O. Conforto ambiental urbano – apropriação e análise de dados microclimáticos. In: X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. *Anais...* ANTAC, 2004.
- SILVA, E. N.; RIBEIRO, H. Ambiente atmosférico urbano e admissão hospitalar de crianças, na cidade de São Paulo, Brasil. *Salud Ambient*, 13, 1, p. 30-36, 2013.
- SILVA, I. M.; GONZALES, L. R.; FILHO, D. F. S. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 6, 4, p. 35-50, 2011.
- SILVA, P. S.; BENITES, H. S.; DUARTE, D.; MONTEIRO, L. M. Instrumentos urbanísticos para incremento de vegetação em áreas urbanas: análise comparada a partir da quota ambiental do município de São Paulo. In: SINGEORB - SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA, 2017, São Carlos. *Anais do Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana*. São Carlos: UFSCar - Universidade Federal de São Carlos, 2017.

- SILVA, T. DA; MONTEIRO, D. C. DA S.; SOUZA FILHO, J. F. DE; MOURA, M. DE O. Microclimas e avaliação do conforto térmico no bairro do centro em João Pessoa, Paraíba. *Revista Geonorte*, 2, 5, p. 401-410, 2012.
- SIPLE, P. A.; PASSEL C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 1, p.177-199, 1945.
- SKULBS, D. *Conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- SOARES, S. M. F. *A sustentabilidade energética nas unidades de turismo em espaço rural no noroeste de Portugal*. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade do Minho, Braga, 2013.
- SOUZA, S. H. M. *Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
- SOUZA, A. DE; FERNANDES, W. A.; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; ALBREZ, E. DO A. Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38, 6, p. 708-715, 2012.
- SOUZA, D. M. DE; NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. *GEOGRAFIA (LONDRINA)*, 21, 2, p. 65-83, 2012.
- SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. H. S. Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo. *Revista SBAU*, 3, 2, p. 1-9, Piracicaba, 2008.
- SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. The Impact of Urban Vegetation on Microclimate in Hot Humid São Paulo. In: *PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, Singapore. *Proceedings...* Singapore: PLEA International, 2007.
- SPAGNOLO, J. C.; DE DEAR, R. J. A human thermal climatology of subtropical Sydney. *International Journal of Climatology*, 23, p. 1383-1395, 2003.
- SPIGNARDI, M. C. M.; MONTEIRO, L. M. A influência das variáveis microclimáticas na decisão pelo uso da bicicleta em centros urbanos: uma revisão bibliográfica. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, no prelo, 2018.
- STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 861-873, 1979.

- TAKEBAYASHI, H.; MORIYAMA, M. Study on the urban heat island mitigation effect achieved by converting to grass-covered parking. *Solar Energy*, 83, p. 1211-1223, 2009.
- TAVARES, S. G. *Urban Comfort: Adaptive Capacity in Post-earthquake Christchurch*. 217p. Tese (Doutorado). Lincoln University, Christchurch, Nova Zelândia, 2015.
- TEBBANI, H.; BOUCHAHM, Y. Caractérisation du confort thermique dans les espaces extérieurs : Cas de la ville d'Annaba. *Nature & Technology*, 15, p. 14-25, 2016.
- THITISAWAT, M.; POLAKIT, K.; CALDIERON, J. M.; MANGONE, G. Physical and statistical assessment of outdoor comfort for South Florida region. In: INTERNATIONAL SUBTROPICAL CITIES CONFERENCE, 3, Brisbane. Proceedings... Brisbane: Queensland, 2011.
- THOM, E. C. A new concept of cooling degree days. *Air Conditioning, Heating and Ventilation*, 54, 6, p. 73-80, 1957.
- THOM, E. C.; BOSEN, J. F.; The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 2, p. 57-60, 1959.
- TOPARLAR, Y.; BLOCKEN, B.; MAIHEU, B.; HEIJST, G. J. F. VAN. A review on the CFD analysis of urban microclimate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, p. 1613-1640, 2017.
- TORRES, S.; BARBIRATO, G. Qualidade bioclimática de espaços públicos urbanos: um estudo de caso em conjuntos habitacionais de Maceió – AL. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *Anais...* NUTAU, 2004.
- TSE, J. M. Y.; JONES, P. Investigation of Adaptive Thermal Comfort in Building Transitional Spaces - Case Studies in Cardiff, UK. In: HONG KONG JOINT SYMPOSIUM. *Proceedings...* Hong Kong, 2017.
- TSELIOU, A.; TSIROS, I. X.; LYKODIS, S.; NIKOLOPOULOU, M. An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. *Building and Environment*, 45, 5, p. 1346-1352, 2010.
- TSIROS, I. X.; EFTHIMIADOU, A. P.; HOFFMAN, M. E.; TSELIOU, A. Summer Thermal Environment and Human Comfort in Public Outdoor Urban Spaces in a Mediterranean Climate (Athens). In: 28TH CONFERENCE, OPPORTUNITIES, LIMITS & NEEDS TOWARDS AN ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE ARCHITECTURE, Lima. *Proceedings...* Lima, 2012.
- TSITOURA, M.; TSOUTSOS, T.; DARAS, T. Evaluation of comfort conditions in urban open spaces. Application in the island of Crete. *Energy Conversion and Management*, 86, p. 250-258, 2014.

- VASCONCELOS, P. E. DE M. *Estudo da relação entre variáveis térmicas e o desempenho de estudantes da Academia de Polícia Militar do Estado da Paraíba*. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.
- VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3787, Part 2*. Environmental meteorology – Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level – Part I: Climate. Berlin: Beuth, 2008.
- VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3787, Part 2*. Environmental meteorology – Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air hygieny for urban and regional planning at regional level – Climate. Berlin: Beuth, 1998.
- VENHARI, A. A.; TENPIERIK, M.; HAKAK, A. M. Heat mitigation by greening the cities, a review study. *Environment, Earth and Ecology*, 1, 1, p. 5-32, 2017.
- VERNON, H. M.; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *The Journal of Hygiene*, 32, p. 431-462, 1932.
- WEBB, C. G. An analysis of some observations of thermal comfort in an equatorial climate. *British Journal of Industrial Medicine*, 16, p. 297-310, 1959.
- WINANSIH, E.; ANTARIKSA; SURJONO; LEKSONO, A. S. Thermal comfort at the street corridor around public places, Case Study Alun-Alun Malang City. *Journal of Islamic Architecture*, 3, 4, p. 177-182, 2016.
- WINSLOW, C. E. A.; HERRINGTON, L. P.; GAGGE, A. P. Relations between atmospheric conditions, physiological reactions and sensations of pleasantness. *American Journal of Hygiene*, 26, 1, p. 103-115, 1937.
- WINTERLING, G. A. Humiture-revised and adapted for the summer season in Jacksonville, Florida. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 60, p. 329-330, 1979.
- WOLFRAM, B. R.; MONTEIRO, L. M. Avaliação da influência da arborização no conforto térmico do pedestre em meio urbano: estudo de caso em espaços abertos do Bairro da Luz, São Paulo-SP. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2011, Búzios. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011. p. 16.
- XI, T.; LI, Q.; MOCHIDA, A.; MENG, Q. Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment*, 52, p. 162-170, 2012.

- YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16, p. 302-16, 1957.
- YAHIA, M. W.; JOHANSSON, E. Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *International Journal of Biometeorology*, 57, 4, p. 615–630, 2013.
- ZANLORENZI, H. C. P.; SILVA FILHO, D. F. DA. Microclima nos espaços urbanos abertos: um estudo comparativo de medições em campo aberto x registros de estação meteorológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- ZHAO, L.; ZHOU, X.; LI, L.; HE, S.; CHEN, R. Study on outdoor thermal comfort on a campus in a subtropical urban area in summer. *Sustainable Cities and Society*, 22, p. 164-170, 2016a.
- ZHAO, L.; LI, L.; ZHOU, X.; WEI, C. Study on summer outdoor thermal comfort of Guangzhou Campus. *Building Science*, 8, p. 93-98, 2016b.
- ZORAS, S. Urban environment thermal improvement by the bioclimatic simulation of a populated open urban space in Greece. *International Journal of Ambient Energy*, 36, 4, p. 156-169, 2015.
- ZORAS, S.; DIMOUDI, A.; EVAGELOPOULOS, V.; LYSSOUDIS, S.; DIMOUDI, S.; TAMIOLAKI, A. M.; STATHIS, V.; POLYZAKIS, A.; DELIGIORGI, E. Bioclimatic rehabilitation of an open market place by a computational fluid dynamics simulation assessment. *Future Cities and Environment*, 1, 6, 2015.
- ZORZI, L. DE M. DE. *A influência dos parques verdes no conforto térmico urbano: estudo de caso em Porto Alegre - RS*. 160p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

8. Considerações finais

8.1. Revisita à introdução

Conforme colocado na apresentação deste trabalho, o edital do concurso de títulos e provas visando a obtenção do título de Livre-Docente, junto ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo solicita tese original ou texto que sistematize criticamente a obra do candidato ou parte dela. Desta forma, optou-se por uma tese original, mas também acumulativa, representativa da trajetória do autor, objetivando abarcar as duas possibilidades em uma só solução.

Considerando a abordagem das questões de conforto térmico nos espaços urbanos abertos em três etapas, por meio, primeiro, do reconhecimento das condições microclimáticas consideradas termicamente confortáveis, em seguida, pelo reconhecimento dos mecanismos pelos quais forma e matéria afetam o microclima e, finalmente, pelo cruzamento desses conhecimentos para a efetiva realização da proposta de intervenção, os trabalhos desta pesquisa concentraram-se no escopo da primeira etapa mencionada.

O objeto da pesquisa foram as relações entre variáveis microclimáticas urbanas (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica) e variáveis subjetivas (percepção e preferência de sensações térmicas), mediadas por variáveis pessoais (vestimentas e atividade física). A hipótese foi que um índice estabelecido por pesquisa laboratorial e validado por pesquisa de campo em espaços urbanos abertos proporciona comparativamente melhores resultados para predição da sensação térmica do que outros índices não específicos. O objetivo foi verificar comparativamente índices de conforto térmico para aplicação em espaços urbanos abertos, observando a validade dos métodos e da extrapolação dos resultados, obtidos junto a uma população específica homogênea em situação laboratorial, para populações heterogêneas em situações urbanas reais.

8.2. Produtos da pesquisa

No capítulo primeiro, introduziram-se essas questões, apresentando-se a justificativa, delimitando-se o recorte de estudo e se apresentando as devidas considerações metodológicas – conceituais, modelares, modais, espaciais, temporais, aspectuais e metalinguísticas.

No capítulo segundo, realizou-se levantamento bibliográfico acerca dos índices de adequação térmica humana, propondo-se uma classificação para os índices, considerando-se os seus

métodos, objeto de predição e critérios para determinação das faixas interpretativas dos resultados. Apresentou-se ainda quadro-resumo histórico com 221 índices, com respectivas fontes bibliográficas. Na sequência, foram considerados os aplicativos localizados para cálculo dos índices mais recorrentes na literatura. Por fim, foram selecionados e apresentado quadro-resumo com 37 índices a serem considerados nesta pesquisa. Desta forma, tem-se o fornecimento dos dois primeiros produtos da pesquisa: (I) panorama com 221 índices de conforto térmico e (II) proposta de classificação dos índices.

No capítulo terceiro, foram apresentados, inicialmente, os levantamentos empíricos de caráter laboratorial, realizados entre 2004 e 2006 na Cidade Universitária, em que se tinha uma população homogênea em situações controladas. Na sequência, foram considerados os levantamentos empíricos em situações reais que apresentaram diversidade tipológica, populacional e de uso. Foram detalhados os levantamentos do Bairro da Luz e da Avenida Paulista, realizados entre 2007 e 2010, para posterior calibração de índices no capítulo quarto e proposição de correlações, regressões e modelagens no capítulo quinto. Foram considerados os levantamentos do Cambuci, Bela Vista, Vila Mariana, Vila Olímpia, Berrini, Avenida Paulista e República, realizados entre 2011 e 2015, para as verificações dos capítulos quarto e quinto e para as explorações do capítulo sexto. Por fim, foram ainda descritos os procedimentos desenvolvidos para quantificação de variáveis ambientais, pessoais e subjetivas. Têm-se, aqui, os produtos terceiro e quarto da pesquisa: (III) base de dados com 24 levantamentos empíricos na cidade de São Paulo (2004-2015) e (IV) protocolo para levantamento e tratamento de variáveis ambientais, pessoais e subjetivas em espaços urbanos abertos.

No quarto capítulo, é proposta calibração dos índices selecionados e análise comparativa de resultados. Inicialmente apresentam-se os critérios de comparação e os resultados das simulações dos modelos preditivos. Na sequência, propõem-se calibração com base nos dados dos levantamentos de campo em situações urbanas reais com populações heterogêneas. São apresentados os critérios de calibração, as faixas interpretativas para os 37 índices considerados, os valores-limite em que a calibração é válida e, finalmente, os resultados comparativos em termos correlativos e de acertos preditivos para cada índice. Realiza-se discussão acerca dos índices com melhor desempenho, selecionando-se os de temperatura efetiva corrigida, o de temperatura equivalente percebida e o de carga térmica, por apresentarem os melhores resultados correlativos, respectivamente: para posterior consideração acerca do desenvolvimento de temperatura baseada em temperatura de globo, para continuação do desenvolvimento de modelos baseados em regressão estatística e para consideração teórica, por meio de resultados baseados em modelo de equilíbrio termofisiológico, para possíveis extrapolações dos modelos estatísticos. Obtêm-se, assim, os produtos quinto e sexto da pesquisa: (V) método para

calibração de modelos preditivos e (VI) quadros comparativos de resultados de 37 índices originais e calibrados.

No capítulo quinto, foram observadas correlações, realizadas regressões e propostas modelagens, representativas das situações estudadas, sendo subsequentemente verificados os seus resultados. Desta forma, inicialmente, foram consideradas as correlações entre variáveis subjetivas, pessoais e ambientais, objetivando-se identificar as diferenças entre as bases laboratoriais e de campo, tendo sido verificada a não coincidência entre a faixa de neutralidade térmica e a sensação de conforto principalmente nos levantamentos de campo. Propôs-se, então, por meio de regressão, modelagem para avaliação preditiva, verificando-se os resultados encontrados e comparando-se, ainda, com os resultados de outros modelos de regressão. Realizou-se ainda o estudo de variáveis específicas (taxa metabólica por meio da atividade física, resistência térmica da roupa por meio de tipos de vestimenta e adaptação às condições climáticas por meio da temperatura média do ar dos 30 dias anteriores). Foram realizadas considerações empíricas e teóricas, ampliando-se e se verificando as possibilidades de aplicação dos modelos. Foram, ainda, comparativamente verificados diferentes modelos de regressão. Por fim, com base nos resultados encontrados, propõe-se novo modelo para avaliação preditiva nos casos em que haja a realização de levantamentos *in loco*. Apresenta-se, assim, o sétimo produto da pesquisa: (VII) proposição e verificação de modelagem.

No capítulo sexto, são apresentadas ampliações e desdobramentos da pesquisa, tecendo-se considerações teóricas e aplicações práticas que vão além do domínio restrito da área de pesquisa de índices de conforto e estresse térmico em espaços urbanos abertos. Assim, consideram-se explorações da interação termoacústica, apresentando as faixas de valor para TEP e níveis sonoros a serem simultaneamente atendidos em espaços urbanos abertos. Verificam-se explorações da interação termoacústica em outro contexto urbano, em Belo Horizonte, para fins comparativos, indicando maior tolerância ao ruído na população paulistana. Apresentam-se explorações em espaços semiabertos, por meio de estudo experimental comparativo de seis índices, indicando a possível adequada utilização do TEP também nesses casos e, ainda, a proposição de calibração da temperatura operativa neutra do modelo adaptativo. Consideram-se também explorações em espaços fechados, possibilitando não apenas a discussão cruzada com os trabalhos anteriores, por meio da aplicação da temperatura operativa neutra do modelo adaptativo, mas também permitindo transitar pelos diversos graus de confinamento do espaço urbano e, ainda, dialogar com a Meteorologia, Medicina e Engenharia acerca de questões de saúde e de aplicação de índices. Apresentam-se explorações com aquisição remota de dados, considerando-se os métodos e procedimentos para desenvolvimento de um aplicativo para obtenção de respostas para questões pessoais e subjetivas de usuários de

espaços abertos urbanos por meio de aplicativo móvel. Consideram-se, ainda, explorações acerca de cenários climáticos futuros, verificando-se quatro situações típicas de configurações urbanas de espaços abertos – a céu aberto e exposta ao vento, a céu aberto e protegida do vento, sombreada e exposta ao vento e sombreada e protegida do vento, simula-se os resultados de cada uma delas para cenário climático presente, futuro próximo, intermediário e distante, em termos de TEP, calculado para todas as horas de um ano típico de cada cenário. Por fim, apresentam-se explorações futuras, considerando-se aplicações em mobilidade urbana, com a realização de novos levantamentos empíricos, visando verificar a influência do microclima urbano na decisão pelo uso da bicicleta como meio de transporte na cidade de São Paulo; aplicações em planejamento, desenho e projeto urbano, por meio da coordenação de pesquisa com auxílio CNPq acerca de tipologias urbanas, situações microclimáticas e paisagens sonoras, como membro de Núcleo de Apoio à Pesquisa – USP Cidades, constituído por professores da EP, FAU, FEA, FFLCH, IO e IEE, e como membro do projeto de colaboração internacional entre a FAUUSP e a University of Birmingham e a University of Nottingham, com auxílio FAPESP; e aplicações em bem-estar e saúde, por meio das possibilidades do projeto de colaboração internacional entre a FAUUSP e a University of Cambridge, entre outras, para reduzir problemas de saúde da população urbana por meio de planejamento e desenho que promovam oportunidades para atividade física e aumento da produção local de alimentos não processados ou minimamente processados. Têm-se, desta forma, os produtos oitavo e nono da pesquisa: (VIII) consideração de explorações correlatas à questão central da pesquisa e (IX) possibilidades de explorações futuras.

No capítulo sétimo, é considerada a inserção da pesquisa e dos trabalhos correlatos publicados ao longo da trajetória do autor no estado da arte das pesquisas de conforto térmico em espaços abertos e em áreas afins e, ainda, o impacto da pesquisa no ensino. Apresentam-se, assim, os trabalhos do autor que foram referenciados, considerando-se subsequentemente os trabalhos que deles se utilizaram, em termos de referências teóricas (à revisão bibliográfica, à seleção de índices e a questões conceituais), metodológicas (aos levantamentos de campo, às verificações às calibrações e às proposições de índices), de aplicação (da calibração do PET, da calibração de outros índices e da aplicação do índice TEP) e de verificação (também da calibração do PET, da calibração de outros índices e da aplicação do índice TEP). Discutem-se as referências nacionais e internacionais, em termos de distribuição geográfica e por campo de pesquisa e, em específico, dados os resultados encontrados, considerando-se comparativamente as proposições de calibração para o índice PET e as proposições de índices baseados em análise de regressão. Apresentam-se, ainda, o impacto da pesquisa e da produção de conhecimento no ensino de pós-graduação e graduação, apontando para as contribuições didáticas, em termos teóricos e práticos, que o desenvolvimento das atividades de pesquisa proporciona. Obtêm-se, assim, os

produtos décimo e décimo primeiro da pesquisa: (X) inserção da pesquisa no panorama científico brasileiro e internacional e (XI) impacto das atividades de pesquisa no ensino.

No capítulo oitavo, e último, que ora se delineia, são apresentadas as considerações finais, resumando-se os resultados e respectivos produtos da pesquisa, entregando-se, pois, o décimo segundo produto da pesquisa: (XII) síntese conclusiva.

8.3. Síntese conclusiva

Considerando o objeto de pesquisa – as relações entre variáveis microclimáticas urbanas (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica) e variáveis subjetivas (percepção e preferência de sensações térmicas), mediadas por variáveis pessoais (vestimentas e atividade física), comprovou-se a hipótese de que um índice estabelecido com pesquisa laboratorial e validado por pesquisa de campo em espaços urbanos abertos – o índice de temperatura equivalente percebida (TEP) – proporciona comparativamente melhores resultados para predição da sensação térmica do que outros índices não específicos.

Comparando os valores de correlação entre os resultados das faixas interpretativas originais dos índices e os resultados das faixas de sensação térmica do levantamento empírico em situações urbanas reais, o TEP apresentou a maior correlação, de 0,85; proporcionando 59% de acertos preditivos, também maior valor comparado com os dos demais índices. Considerando-se a temperatura equivalente percebida adaptativa (TEP_A), os resultados são ainda ligeiramente melhores: 0,86 e 61%, ressaltando o potencial de adaptação das pessoas, a importância das questões comportamentais envolvidas e, ainda, da necessária consideração de oferecimento de variabilidade de condições ambientais em espaços urbanos abertos.

Levando em conta a subsequente calibração dos índices, verificaram-se correlações mais significativas, com alguns dos índices apresentando desempenho na ordem de grandeza do índice TEP (0,86 de correlação e 66% de acertos preditivos, considerando a calibração com a base empírica levantada em campo), destacando-se índice de nova temperatura efetiva corrigida (CET*), com 0,83 e 66%, e o índice de carga térmica (HL), com 0,86 e 86%. Esses resultados demonstram que índices que apresentam alta correlação com o parâmetro do modelo possuem alta capacidade preditiva quando calibrados – o CET* e o HL apresentaram respectivamente 0,85 e 0,86, enquanto o próprio TEP apresentou 0,85. Ademais, o fato de a calibração de índices apresentar resultados equivalentes a índice proposto baseado especificamente para determinada realidade vem a ressaltar a importância da consideração de fatores adaptativos, de questões comportamentais e da variabilidade desejável de condições ambientais no meio urbano.

Com base nessas questões, correlações foram observadas e novos modelos foram propostos e verificados, considerando-se as relações entre sensação e conforto térmico, as variáveis relativas a atividade e vestimentas, a adaptação a condições climáticas prévias e as especificidades de avaliações *in loco*. Ampliações da pesquisa foram ainda consideradas, apresentando-se explorações diversas acerca de desenvolvimentos além da área restrita de pesquisa de índices de conforto térmico em espaços abertos. Por fim, a inserção da pesquisa e da trajetória do autor no estado da arte indicou que, nas pesquisas atuais, ainda que haja o desenvolvimento de modelos de equilíbrio termofisiológico cada vez mais complexos, a tendência é de calibração de modelos consagrados, notadamente o de temperatura equivalente fisiológica (PET), e de proposição de índices baseados em regressões estatísticas, como é o caso da temperatura equivalente percebida (TEP), ou seja, de uma forma ou de outra, enfatizando-se as particularidades locais do clima e da população, considerando-se a adaptação em termos fisiológicos, psicológicos e comportamentais.

Cumpriu-se, dessa forma, o objetivo de verificar comparativamente índices de conforto térmico para aplicação em espaços urbanos abertos, observando a validade dos métodos e da extrapolação dos resultados, obtidos junto a uma população específica homogênea em situação laboratorial, para populações heterogêneas em situações urbanas reais.

Ressalta-se que, conforme proposto, além de tese original, retratou-se, em caráter cumulativo, a trajetória acadêmico-científica do autor, apresentando, além de trabalhos correlatos a índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos, aplicações de calibrações propostas e do índice de temperatura equivalente percebida (TEP), além de ampliações de uso desse por meio de novos modelos e verificações e, ainda, novas explorações em áreas diversas e interdisciplinares. Por fim, buscou-se apontar para a relevância da produção bibliográfica do autor derivada dessas pesquisas, por meio da consideração de sua inserção no estado da arte nacional e internacional e, ainda, do impacto dessas atividades de pesquisa no ensino.

8.4. Reflexão final

Realizou-se neste trabalho, após breve introdução no capítulo primeiro, desenvolvimento teórico no capítulo segundo, quantificação ao longo dos capítulos terceiro, de forma empírica, e quarto e quinto, de forma racional, e, novamente, embora não só, desenvolvimento preponderantemente teórico nos capítulos sexto e sétimo.

Recobra-se, nesta reflexão final, a discussão inicialmente apresentada nas considerações metodológicas do capítulo introdutório relacionada às características, exatamente, empíricas e

racionais dos índices em estudo. Faz-se aqui uma ponte entre a estrutura de pensamento utilizada para a classificação dos índices e a própria estrutura de pensamento que estabeleceu o arcabouço metodológico e científico desta pesquisa, dentro do que, na tradição hegeliana, pode-se considerar como ter três tipos de atitudes perante o real, revelando três formas de consciência: empírica, racional e teórica.

Ressalta-se aqui que a consciência teórica abarca as demais, pois, além de responder aos estímulos da experiência do cotidiano e proporcionar razões explicativas aos seus elementos constitutivos, é capaz de integrá-los na totalidade das coisas existentes na realidade, significando-os. Para uma consciência teórica, não basta saber as teorias – analisar os modelos, a estrutura que determina cada pesquisa, ou mesmo os conteúdos em si. É necessário ter uma visão ampla, aperceber-se de como a questão em pauta está intimamente dependente e articulada com a totalidade, não só de outras áreas, mas com a dos múltiplos fenômenos da realidade.

A teoria é, assim, necessariamente uma visão articulada da totalidade do real. Os desafios encontrados ao longo desta pesquisa apontam para certa fragmentação do saber, de tal modo que os diversos campos de pesquisa acabam por vezes se fechando dentro de limites que foram construídos historicamente, dificultando as possibilidades de visão de conjunto. Espera-se que as discussões estabelecidas venham a contribuir não só para a área de pesquisa do ambiente construído, ou mesmo em específico de Arquitetura e Urbanismo, mas também oportunamente para o enlace da visão de todo das diversas áreas afins consideradas nesta pesquisa.

9. Bibliografia

1. ABDEL-GHANY, A. M.; AL-HELAL, I. M.; SHADY, M. R. Human Thermal Comfort and Heat Stress in anec Outdoor Urban Arid Environment: A Case Study. *Advances in Meteorology*, 2013.
2. ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). *NBR 10151. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*. ABNT, 2000.
3. ABREU, L. V. DE; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *Ambiente Construído*, 10, 4, p. 103-117, 2010.
4. ABREU, L. V. DE; LABAKI, L. C. O efeito da disposição de indivíduos arbóreos da espécie *Caesalpinia Peltophoroides* (sibipiruna) no microclima. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, Canela. *Anais...* Canela: 2010.
5. ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Conforto térmico em cânions urbanos idealizados para Campinas, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: 2012.
6. ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Different Trees and configuration as microclimate control strategy in Tropics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATES, 8, Dublin. *Anais...* Dublin: 2012.
7. ABREU-HARBICH, L. V. DE; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Informações climáticas para melhoria do clima urbano: caso de Santos e Campinas, São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
8. ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning*, 138, p. 99-109, 2015.
9. ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate as a factor in urban and architectural planning in tropical climates – The case of Campinas, Brazil. *Urban Ecosystems*, 17, 2, p. 489–500, 2014.
10. ADAMENKO, V. N.; KHAIRULLIN, K. S. Evaluation of conditions under which unprotected parts of the human body may freeze in urban air during winter. *Boundary-Layer Meteorology*, 2, p. 510-518, 1972.
11. AFANASIEVA, R. Hygienic theory of cold protection clothes projection. *Legkaya Industriya*, Moscou, 1977.
12. AFANASIEVA, R.; BOBROV, A.; SOKOLOV, S. Cold assessment criteria and prediction of cooling risk in humans: the Russian perspective. *Industrial Health*, 47, 3, p. 235-241, 2009.
13. AHMED, K. S. Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. *Energy and Buildings*, 35, p. 103-110, 2003.
14. AHMED, K. S. Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE,

- 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 571-576. London: James & James Science Publishers Ltd, 2000.
15. AIZENSHTAT, B. A. Methods for assessment of some bioclimate indices. *Meteorology Hydrology*, 12, p. 9-16 (em russo), 1964.
 16. AIZENSHTAT, L. B.; AIZENSHTAT, B. A. Equation for equivalent-effective temperature. Questions of biometeorology. *Hydrometeoizdat*, Leningrado, p 81-83, 1974.
 17. AKIMOVICH, N. N.; BALALLA, O. A. Sultry weathers at the south of Primorye and their influence on human body. *Izvestiya USSR Academy of Sciences: Geography*, 4, p. 94-100, 1971.
 18. AKUTSU, M.; VITTORINO, F.; AQUILINO, M. M.; BRITO, T. V. Dados climáticos da cidade de São Paulo: variações nos últimos anos. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. *Anais...* ANTAC, 2001.
 19. ALFANO, F. R.; PALELLA, B. I.; RICCIO, G. Thermal environment assessment reliability using temperature-humidity indices. *Industrial Health*, 49, 1, p. 95-106, 2011.
 20. ALFANO, G.; D'AMBROSIO, F. R.; RICCIO, G. Sensibility of the PMV index to variations of its independent variables. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. *Proceedings...* Oxford Brookes University, p. 158-165, 2001.
 21. ALI-TOUDERT, F.; DJENANE, M.; BENSALEM, R.; MAYER, H. Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isguen, Algeria. *Climate Research*, 28, p. 243-256, 2005.
 22. ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Effects of street design on outdoor thermal comfort. In: KISS, A.; MEZÖSI, G.; SÜMEGHY, Z. (eds.). *Landscape, Environment and Society*. Szeged: SZTE, p. 45-55, 2006.
 23. ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, 41, p. 94-108, 2006.
 24. ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Thermal comfort in an east-west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. *Theoretical and Applied Climatology*, 87, p. 223-237, 2007.
 25. ALJAWABRA, F.; NIKOLOPOULOU, M. The influence of hot arid climate on the use of outdoor urban spaces and thermal comfort: Do cultural and social backgrounds matter? *Intelligent Buildings International*, 2, 3, p. 198-207, 2010.
 26. ALLNUT, M. F.; ALLAN, J. R. The effects of core temperature elevation and thermal sensation on performance. *Ergonomics*, 16, p. 189-196, 1973.
 27. ALMEIDA, C. M. *Conforto ambiental em uma residência semiaberta com cobertura verde*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
 28. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Assessing urban thermal comfort in hot climates and designing shading systems. *Complessità e sostenibilità: il territorio e l'architettura*, 7/8, p. 8, 2008.
 29. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A model for assessing the effects of shading systems on outdoor thermal comfort. In: COBEE - THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, Dalian. *Proceedings of The First*

International Conference on Building Energy and Environment. Dalian: Tianjin University / Purdue University, p. T03.59, 2008.

30. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A software application for building implantation and orientation: emphasis on the acoustic, luminous and thermal performance and energy efficiency. In: CUPUM 2009 - 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PANNING AND URBAN MANAGEMENT, 2009, Hong Kong. CUPUM 2009 - Conference *Proceedings: CUPUM 20th Anniversary*. Hong Kong: University of Hong Kong, 1. p. 3.3, 2009.
31. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Climate and thermal stress in outdoor spaces. In: PLEA 2004 - THE 21TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2004, Eindhoven. *Built Environments and Environmental Buildings*. Eindhoven: Technische Universiteit, 2. p. 843-848, 2004.
32. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Estresse térmico dos usuários em espaços externos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *NUTAU 2004 - Demandas sociais, inovações tecnológicas e a cidade*. São Paulo: FUPAM, 2004.
33. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Outdoor thermal comfort in the tropics: a computational model to assess urban spaces and design membrane shading systems. In: CUPUM - 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PLANING AND URBAN MANAGEMENT, 2007, Iguassu Falls. *Proceedings of 10th International Conference on Computers in Urban Planing and Urban Management*. Iguassu Falls: USP/UNESP, p. 134, 2007.
34. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; MIANA, A.; BRANDAO, R.; MARCONDES, M.; COSTOLA, D.; CHUBACI, J. F. Coberturas têxteis e conforto térmico e luminoso. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.
35. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; BRANDAO, R.; MARCONDES, M.; COSTOLA, D.; MIANA, A. Avaliação do conforto térmico e luminoso de espaços urbanos cobertos por membranas têxteis. In: PLURIS 2006 - PLANEAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 2006, Braga. *Planeamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável*. Braga: Universidade do Minho, 2006.
36. ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M.; BRANDAO, R.; MIANA, A.; MARCONDES, M.; Costola, D.; Chubaci, J. F. A computational application to assess thermal and luminous comfort under tensioned membrane structures. In: THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2006, Geneva. *Proceedings of The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva: PLEA, 2006.
37. ALUCCI, M.; MONTEIRO, L. M. Estresse térmico dos usuários em espaços externos. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *Anais... Nutau*, 2004.
38. ALUCCI, M.; MONTEIRO, L. M. Modelagem termofisiológica para avaliação de espaços sombreados por membranas têxteis. In: VI SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO

- DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2006, São Paulo. *Anais...* Nutau, 2006.
39. ALVES, C. A. *Resiliência das edificações às mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo. Estudo de caso: desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
 40. ALVES, C. A.; GHOSN, A. A. B.; LORENZETTI, N.; PINHA, A. P.; PROENÇA, M. A.; SILVA, P. W. S. Estudo do desempenho térmico do saguão do edifício “Vila Penteado”. In: EURO ELECS, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: 2017.
 41. ALVES, R. R. *Métodos de avaliação do conforto térmico humano*. 124p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade de São Paulo. 2012.
 42. ALZNAFER, B. M. S. *The impact of neighbourhood geometries on outdoor thermal comfort and energy consumption from urban dwellings: a case study of the Riyadh city, the kingdom of Saudi Arabia*. 344p. PhD Thesis. Cardiff University, Cardiff, 2014.
 43. AMEUR, K. Validation of a thermal comfort index for public outspaces. In: V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999, Fortaleza. *Anais...* ANTAC, 1999.
 44. AMORIM, M. C. C. T. Estudo do conforto térmico em ambiente tropical. *Revista Geografica de America Central*, 47, p. 1-17, 2011.
 45. ANANIAN, P.; FONTES, M. S. G. C.; SILVA, B. Avaliação quanto ao desempenho térmico de equipamento urbano no calçadão de Bauru. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* Antac, 2005.
 46. ANDRADE, H. *Bioclima humano e temperatura do ar em Lisboa*. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2003.
 47. ANDRADE, H.; ALCOFORADO, M. J.; OLIVEIRA, S. Perception of temperature and wind by users of public outdoor spaces: relationships with weather parameters and personal characteristics. *International Journal of Biometeorology*, 55, p. 665-680, 2011.
 48. ANDREOU, E. Thermal comfort in outdoor spaces and urban canyon microclimate. *Renewable Energy*, 55, p. 182-188, 2013.
 49. ANGELOTTI, A.; DESSÌ, V.; SCUDO, G. The evaluation of thermal comfort conditions in simplified urban spaces: the COMFA+ model. In: 2ND PALENC CONFERENCE. *Proceedings...* p. 65-69, 2007.
 50. ANGUS, T. C. *The Control of Indoor Climate*. International Series of Monographs in Heating, Ventilation and Refrigeration, 4. Oxford: Pergamon Press, 1968.
 51. ANTONELLI, B. A. *Verificação da adequabilidade do modelo normalizado de conforto térmico, utilizando a taxa metabólica determinada pelas sensações térmicas reais de usuários de ambientes industriais*. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.
 52. ARAÚJO, B.; CARAM, R. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. In: X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. *Anais...* ANTAC, 2004.

53. ARAÚJO, V. M. D. *Índices e zonas de conforto térmico*. Trabalho Programado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
54. ARAÚJO, V. M. D. *Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
55. ARENS, E. Pedestrian level winds. *Building and Environment*, 24, 4, p. 289-289, 1989.
56. ARENS, E.; BOSSELMANN, P. Wind, sun and temperature: predicting the thermal comfort of people in outdoor spaces. *Building and Environment*, 24, 4, p. 315-320, 1989.
57. ARENS, E.; GONZALEZ, R.; BERGLUND, L. G. Thermal comfort under an extended range of environmental conditions. *ASHRAE Transactions*, 92, 1, p. 18-26, 1986.
58. ARENS, E.; HUIZENGA, C.; ZHANG, H. Thermal comfort modeling for the 21st century: breaking out of the comfort chamber. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. *Proceedings...* Oxford Brookes University, p. 166-175, 2001.
59. ARENS, E.; ZHANG, H.; HUIZENGA, C. Partial- and whole-body thermal sensation and comfort - Part I: Uniform environmental conditions. *Journal of Thermal Biology*, 31, p. 53-59, 2006.
60. ARNOLDY, I. A. *Acclimatization of the man in north and south*. Medgiz, Moscou (em russo), 1962.
61. AROZTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* Antac, 1995.
62. ASAEDA, T.; CA, V. T.; WAKE, A. Heat storage and its effect on the lower atmosphere. *Atmospheric Environment*, 30, 3, p. 413-427, 1996.
63. ASAWA, T.; HOYANO, A.; NAKAOHKUBO, K. Thermal design tool for outdoor spaces based on heat balance simulation using a 3D-CAD system. *Building and Environment*, 43, 2, p. 2112-2123, 2008.
64. ASAWA, T.; HOYANO, A.; NAKAOHKUBO, K. Thermal design tool for outdoor space based on numerical simulation system using 3DCAD. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
65. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Handbook of fundamentals*. Atlanta: ASHRAE, 2017.
66. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Handbook of applications*. Atlanta: ASHRAE, 2015.
67. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2013.
68. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2010 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2010.
69. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2004.

70. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *ASHRAE 55-1992 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 1992.
71. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, ASHRAE, 1967.
72. ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1988.
73. AUERBACH, P. S. Thermoregulation: Important modifications of thermoregulatory responses. In: *Wilderness Medicine*. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2007.
74. AULICIEMS, A. Psychophysiological criteria for global thermal zones of building design. *International Journal of Biometeorology*, 27, p. 69-86, 1983.
75. AULICIEMS, A. *The atmosphere environment: a study of comfort and performance*. Toronto: University of Toronto Press, 1972.
76. AULICIEMS, A. Towards a psychophysiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, 25, p. 109-122, 1981.
77. AULICIEMS, A. Weather Perception: a subtropical study. *Weather*. Toronto: Royal Meteorological Society, 1976.
78. AULICIEMS, A.; KALMA, J. D. Human thermal climates of Australia. *Australian Geographical Studies*, 19, 1, p. 3-24, 1981.
79. AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. Thermal comfort. In: *PASSIVE AND LOW ARCHITECTURE*, 1997, Brisbane: University of Queensland, *Proceedings...* 1997.
80. AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY. *Thermal Comfort observations*. 2010. http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress. Acesso em 02/06/2017.
81. AXARLI, K.; CHATZIDIMITRIOU, A. *Redesigning Urban Open Spaces Based on Bioclimatic Criteria: Two Squares in Thessaloniki*, Greece, 2012.
82. AYNSLEY, R. Effects of Airflow on Human Comfort. *Building Sciences*, 9, p. 91-94. Pergamon Press, 1974.
83. AYNSLEY, R; SPRUILL, M. Thermal comfort models for outdoor thermal comfort in warm humid climates and probabilities of low wind speeds. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 36, 1-3, p. 481-488, 1990.
84. AYOADE, J. O. Spatial and seasonal patterns of physiologic comfort in Nigeria. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, 26, p. 319-337, 1978.
85. AZEVEDO, P. V. DE; BEZERRA, P. T. DA C.; LEITÃO, M. DE M. V. B. R.; SANTOS, C. A. C. DOS. Characterization of human thermal comfort in urban areas of Brazilian semiarid. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30, 4, p. 371-380, 2015.
86. BAKER, N. We are outdoor animals. In: *PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* London: James & James Science Publishers Ltd, p. 553-555, 2000.
87. BAKER, N. We are really outdoor animals. In: *MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY*, 2001, Windsor. *Proceedings...* Oxford Brookes University, p. 102-111, 2001.

88. BAKER, N.; STANDEVEN, M. A behavioural approach to thermal comfort assessment in naturally ventilated buildings. CIBSE NATIONAL CONFERENCE. *Proceedings...* p. 76-84, 1995.
89. BALARAS, C.; TSELEPIDAKI, I.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. Calculations and statistical analysis of the environmental cooling power index for Athens, Greece. *Energy Conversion and Management*, 34, p. 139-146, 1993.
90. BARBIRATO, G. M. *Aplicação de modelo de balanço de energia para análise do ambiente térmico de Maceió-AL*. Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
91. BARBIRATO, G. M.; TORRES, S. C.; LISBOA, T. A. Microclimatic conditions of urban public spaces in a tropical city. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
92. BARBOSA, E. T.; AMO, V. A.; LABAKI, L. C. A influência da vegetação e das variáveis climáticas no nível de conforto dos usuários da praça do centro de convivência em Campinas, SP. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais...* Canela: ANTAC, 2010.
93. BARLATI, A. B.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Calçadão de Presidente Prudente: o conforto térmico em espaços públicos abertos. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais...* Búzios, RJ: ENTAC, 2011.
94. BARROS, M. P. DE; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R. DE. O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor. *Ambiente Construído*, 10, 2, p. 147-156, 2010.
95. BARTHOLOMEI, C. L.; CASTRO, L. L.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. Thermal comfort in outdoor spaces: the role of vegetation as a means of controlling solar radiation. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* 2002.
96. BATISTA, R. J. R. *Análise do risco de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias na população idosa da RMSP e sua projeção considerando o cenário RCP8.5 de mudanças climáticas*. 135p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
97. BATISTA, R. J. R. *Climatologia e previsão climatológica, via modelo RegCM3, de índices de conforto térmico para a região metropolitana de São Paulo*. 115p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
98. BEAZLEY, E. Sun, shade and shelter near buildings: the forgotten area of planning with the microclimate in mind - Part IV. *Journal of the Landscape Institute*, 197, p. 46-50, 1991.
99. BECKER, S. Bioclimatological rating of cities and resorts in South Africa according to the Climate Index. *International Journal of Climatology*, 20, p. 1403-1414, 2000.
100. BECKER, S.; POTCHTER, O.; YAAKOV, Y. Calculated and observed human thermal sensation in an extremely hot and dry climate. *Energy and Buildings*, 35, p. 747-756, 2003.
101. BECKER, S.; POTCHTER, O.; YAAKOV, Y. Thermal sensation in extremely hot and dry urban environments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
102. BEDFORD, T. *Basic principles of ventilation and heating*, 2a ed. Lewis, Londres, 1964.

103. BEDFORD, T. Environmental warmth and its measurement. *Medical Research Council*, Memo 17. London: HMSO, 1946.
104. BEDFORD, T. Equivalent temperature, what it is, how it's measured. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 8, p. 87-91, 1951.
105. BEDFORD, T. Researches on thermal comfort. The society's lecture given at Bristol. *Ergonomics*, 4, 4, p. 289-310, 1961.
106. BEDFORD, T. *Warmth factor in comfort at work*. *Medical Research Council*, Industrial Health Research Board, report no. 76, 1936.
107. BEDFORD, T.; WARNER, C. D. The globe thermometer in studies of heating and ventilation. *The Journal of Hygiene*, 34, 4, p. 458-473, 1934.
108. BEDFORD, T.; WARNER, C. Equivalent temperature. What is it? How is it measured? *Heating, Piping & Air Conditioning*, 23, 8, p. 87-91, 1951.
109. BEDFORD, T.; WARNER, C. The warmth factor in comfort at work. *Industrial Health Research Board*, 76, 1936.
110. BELDING, H. S.; HATCH, T. F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. *Heating, Piping and Air Conditioning*, 27, p. 129-142, 1955.
111. BELDING, H. S.; HATCH, T. F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. *Heating, Piping, Air Conditioning*, 27, p.129-142, 1955.
112. BELKIN, V. S. Biomedical aspects of the development of mountain regions: case-study for the Gorno-Badakhshan autonomic region, Tajikistan. *Mountain Research and Development*, 12, p. 63-70, 1992.
113. BERGER, X. About thermal comfort. In: PROCEEDINGS OF THE THIRD PASCOOL MEETING. *Proceedings...* Florence: CMF Subgroup; 1993.
114. BERGER, X. Human thermal comfort at Nîmes in summer heat. *Energy and Buildings*, 33, 3, p. 283-287, 2001.
115. BERKOVIC, S.; YEZIORO, A.; BITAN, A. Study of thermal comfort in courtyards in a hot arid climate. *Solar Energy*, 86, p. 1173-1186, 2012.
116. BESHIR, M. Y.; RAMSEY, J. D. Comparison between male and female subjective estimates of thermal effects and sensations. *Applied Ergonomics*, 12, p. 29-33, 1981.
117. BESHIR, M. Y.; RAMSEY, J. D. Heat stress indices: a review paper. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, p. 89-102, 1988.
118. BIDLOT, R.; LEDENT, P. *Travail dans les milieux a haute temperature. Que savons-nous des limites de temperature humainement support-ables?* Institute d'Hygiene des Mines, Hasselt, 1947.
119. BILLINGTON, N. S. The evolution of environmental temperature. *Building and Environment*, 22, 4, p. 241-249, 1987.
120. BIS (Bureau of Indian Standards). *Handbook of functional requirements of buildings (other than industrial buildings)*. Nova Delhi, 1987.
121. BLAZEJCZYK, K. Assessment of recreational potential of bioclimate based on the human heat balance. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CLIMATE, TOURISM AND RECREATION, 1, 2001, Halkidiki, Greece. *Proceedings...* Halkidiki, International Society of Biometeorology, p. 133-152, 2001.

122. BLAZEJCZYK, K. Assessment of regional bioclimatic contrasts in Poland. *Miscellanea Geographica*, 15, 1, p. 79-91, 2011.
123. BLAZEJCZYK, K. *BioKlima - Universal tool for bioclimatic and thermophysiological studies*. 2016. <https://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>. Acesso em 01/08/2016.
124. BLAZEJCZYK, K. Climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 28, p. 27-58, 1996.
125. BLAZEJCZYK, K. *Man-environment heat exchange model*. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.ppt>. 2002. Acesso em 24/04/2004.
126. BLAZEJCZYK, K. MENEX - Man-environment heat exchange model and its application in studies of urban bioclimate. In: KLYSIK, K. (ed.) *Klimat i bioklimat miast*. Lodz, University of Lodz, 1995.
127. BLAZEJCZYK, K. *MENEX 2002*, 2002. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.htm>. Acesso em 09/10/2004.
128. BLAZEJCZYK, K. MENEX 2002. In: THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS WATCH WARNING SYSTEMS FOR EUROPEAN CITIES. Freiburg May 3, 2003. *Proceedings of Conference...*, Freiburg, 2003.
129. BLAZEJCZYK, K. *MENEX 2005*. <http://www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/menex.htm>. 2005. Acesso em 16/11/2005.
130. BLAZEJCZYK, K. *MENEX2005: the updated version of man-environment heat exchange model*. COST Action 730, 2006.
131. BLAZEJCZYK, K. New indices to assess thermal risks outdoors. In: HOLMÉR, I.; KUKLANE, K.; GAO, C. (eds) *Environmental Ergonomics. 11th International Conference*, 2005, Ystad, Suécia. *Proceedings...* p. 222-225, 2005.
132. BLAZEJCZYK, K.; BARANOWSKI, J.; PISARCZYK, S.; SMIETANKA, M. Influence of the human heat balance on respiratory and circulatory diseases. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 107-112, 2000.
133. BLAZEJCZYK, K.; BARANOWSKI, J.; SMIETANKA, M.; PISARCZYK, S. *Influence des conditions météorologiques sur la santé des habitants de Varsovie*. Publication de IAIC, 11, p. 338-342, 1998.
134. BLAZEJCZYK, K.; BRÖDE, P.; FIALA, D.; HAVENITH, G.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; KUNERT, A. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in european scale. *Miscellanea Geographica*, 14, p. 91-102, 2010.
135. BLAZEJCZYK, K.; EPSTEIN, Y.; JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; TINZ, B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, 56, 3, p. 515-535, 2012.
136. BLAZEJCZYK, K.; HOLMER, I.; NILSSON, H. Absorption of solar radiation by an ellipsoid sensor simulated the human body. *Applied Human Science*, 17, 6, p. 267-273, 1998.
137. BLAZEJCZYK, K.; KUCHCIK, M.; MILEWSKI, P.; SZMYD, J. Assessment of urban thermal stress by UTCI - experimental and modelling studies: an example from Poland. *Die Erde*, 145, p. 16-33, 2014.

138. BLAZEJCZYK, K.; MATZARAKIS, A. Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on the human heat balance. *Geographia Polonica*, 80, p. 63-82, 2007.
139. BLAZEJCZYK, K.; TOKURA, H.; BORTKWCZ, A.; SZYMCAK, W. Solar radiation and thermal physiology in man. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 267-272, 2000.
140. BLETA, A.; NASTOS, P.T.; MATZARAKIS, A. Assessment of bioclimatic conditions on Crete Island, Greece. *Regional Environmental Change*, 14, p. 1967-1981, 2013.
141. BLISS, R. W. Atmospheric radiation near the surface of the ground: A summary for engineers. *Solar Energy*, 5, p.103-120, 1961.
142. BLUESTEIN, M. An evaluation of the wind chill factor: its development and applicability. *Journal of Biomechanics*, 120, p. 255-258, 1998.
143. BLUESTEIN, M.; OSCZEWSKI, R. Wind chill and the development of frostbite in the face. Preprints, *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology*, Kansas City, MO: American Meteorology Society, p. 168-171, 2002.
144. BLUESTEIN, M.; ZECHER, J. A new approach to an accurate wind chill factor. *Bulletin of American Meteorology Society*, 80, p.1893-1899, 1999.
145. BODMAN, G. *Das Klima als eine Funktion von Temperatur und Windgeschwindigkeit in ihrer Verbindung: Lithogr.* Institut des Generalstabs, Estocolmo, 1908.
146. BOGATKIN, O. G. Meteorological index of health and economic possibilities of its application. In: WEATHER AND BIOSYSTEMS, St.-Petersburg. *Proceedings...* 2006.
147. BOM (BUREAU OF METEOROLOGY). *Warnings current*. Commonwealth of Australia, 2017. <http://www.bom.gov.au/australia/warnings/index.shtml>. Acesso em 04/05/2017.
148. BOREL, J. C. *Confort thermique en climat chaud* (folheto). São Paulo: FAUUSP, 1967.
149. BORGES, M.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: preferência dos usuários e índices de conforto. In: IV CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE CONFORT Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICACIONES, Ciudad de México, 2005. *Memorias...* UAM, 2006.
150. BOSSELMANN E. A.; ARENS, E.; DUNKER, K.; WRIGHT, R. Urban form and climate. *Journal of the American Planning Association*, 61, 2, p.226-239, 1995.
151. BOTSFORD, J. H. A wet globe thermometer for environmental heat measurement. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 32, p. 1-10, 1971.
152. BOTTEMA, M. A method for optimisation of wind discomfort criteria, *Building and Environment*, 35, 1, p. 1-18, 2000.
153. BOUDEN, C.; GHRAB, N. An adaptive thermal comfort model for the Tunisian context: a field study results. *Energy and Buildings*, 37, p. 952-963, 2005.
154. BOUSSOUALIM, A.; ADOLPHE, L. Microclimate conditions and space use variations. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 335-340, 2002.
155. BRAGER, G. S.; DE DEAR, R. Climate, Comfort & Natural Ventilation: A new adaptive comfort standard for ASHRAE Standard 55. In: INTERNACIONAL CONFERENCE MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY. *Proceedings...* Windsor, Oxford Brookes University, 2001.

156. BRAKE, D.; BATES, G. A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices. *Annals of Occupational Hygiene*, 46, 2, p. 165-174, 2002.
157. BRAKE, D.; BATES, G. Limiting metabolic rate (thermal work limit) as an index of thermal stress. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17, 3, p.176-186, 2003.
158. BRANDÃO, R. S. *Acesso ao sol e a luz natural: avaliação do impacto de novas edificações no desempenho térmico, luminoso e energético do seu entorno*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
159. BRAUNER, N.; SHACHAM, M. Meaningful wind chill indicators derived from heat transfer principles. *International Journal of Biometeorology*, 39, p. 46-52, 1995.
160. BRÖDE, P.; FIALA, D.; BLAZEJCZYK, K.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; TINZ, B.; HAVENITH, G. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 481-494, 2012.
161. BRÖDE, P.; FIALA, D.; KAMPMANN, B. Considering varying clothing, activities and exposure times with the Universal Thermal Climate Index. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY, 2017, Durham, UK. *Proceedings...* Durham: International Society of Biometeorology, 2017.
162. BRÖDE, P.; FIALA, D.; LEMKE, B.; KJELLSTROM, T. Estimated work ability in warm outdoor environments depends on the chosen heat stress assessment metric. *International Journal of Biometeorology*, p. 1-15, 2017.
163. BRÖDE, P.; JENDRITZKY, G.; FIALA, D.; HAVENITH, G.. The Universal Thermal Climate Index UTCI in Operational Use. In: ADAPTING TO CHANGE: NEW THINKING ON COMFORT, 2010, Windsor. *Proceedings...* London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, 2010.
164. BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.; FIALA, D. Extending the Universal Thermal Climate Index UTCI towards varying activity levels and exposure times. In: 9TH INTERNATIONAL WINDSOR CONFERENCE, Cumberland Lodge, 2016, Windsor. *Proceedings...* p. 7-10. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, 2016.
165. BRÖDE, P.; KRÜGER, E.L.; ROSSI, F.A.; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a case study in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 471-480, 2012.
166. BROUGHTON, V. Faceted classification as a basis for knowledge organization in a digital environment; the Bliss Bibliographic Classification as a model for vocabulary management and the creation of multidimensional knowledge structures. *New Review of Hypermedia Multimedia*, 7, 1, p. 67-102, 2001.
167. BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. Estimating outdoor thermal comfort using a cylindrical radiation thermometer and an energy budget model. *International Journal of Biometeorology*, 30, p. 43-52, 1986.
168. BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
169. BROWN, R. D.; VANOS, J. K.; KENNY, N. A.; LENZHOLZER, S. Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change. *Landscape and Urban Planning*, 138, p. 118-131, 2015.

170. BRUCE, J. L. Lecture on Nov, 14th 1916. *The Royal Society of New South Wales*, Public Health Section. Sidney, 1916.
171. BRÜNER, H. Arbeitsmöglichkeiten unter Tage bei erschwerten Klimatischen Bedingungen. *Int Z Angew Physiol Einschl Arbeitsphysiol*, 18, p. 31-61, 1959.
172. BRUSANTIN, G. N.; FONTES, M. S. Conforto térmico em espaços públicos de permanência: Uma experiência na cidade de Bauru-SP. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais...* Natal: ANTAC, 2009.
173. BRUSE M.; JESIONEK K. *Impacts of vegetation on the microclimate: modeling standardized building structures with different greening levels*. Institute of Geography, University of Bochum, Germany, 1999.
174. BRUSE, M. *ENVI-met 3.0: Updated Model Overview*. ENVI-met website, 2004.
175. BRUSE, M. Using ENVI-met BioMet, 2014. http://www.envi-met.info/public/files/docs/Quickstart_biomet.pdf. Acesso em 01/08/2017.
176. BRUSE, M.; FLEER, H. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, *Environmental Modelling and Software*, 13, p. 373-384, 1998.
177. BSI (BRITISH STANDARDS INSTITUTION). *BS 5925. Code of practice for ventilation principles and designing for natural ventilation*. BSI, 1991.
178. BSRIA. *A guide to computer modelling services*. Berkshire: BSRIA, 2000.
179. BUDD, G. M. Wet-bulb globe temperature (WBGT) – its history and its limitations. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, p. 20-32, 2008.
180. BUDYKO, M.; CICHENKO, V. Climatic factors of human thermal sensation. *Izvestiya USSR Academy of Sciences: Geography*, 3, p. 3-11, 1960.
181. BURSE, R. L. Sex differences in human thermoregulatory response to heat and cold stress. *Human Factors*, 21, p.687-699, 1979.
182. BURTON, A. C.; EDHOLM, O. G. *Man in a Cold Environment*. London: Edward Arnold, 1955.
183. BURTON, A.; EDHOLM, O. *Man in cold environment: physiological and pathological effects of exposure to low temperatures*. Arnold, Londres, 1955.
184. BUTERA, F. M. Principles of thermal comfort. In: GALLO, C.; SALA, M.; SAYIGH, A. (ed) *Architecture: comfort and energy*. p. 39-66. Oxford: Elsevier Science Limited, 1998.
185. BYON, J.; KIM, J. S.; KIM, J.; CHOI, B. C.; CHOI, Y. J.; GRAETZ, A. A study on the characteristics of perceived temperature over the Korean Peninsula during 2007 summer. *Athmosphere* 18, p. 137-146, 2008.
186. CA, Vu T.; ASAEDA, Takashi; ABU, Eusuf M. Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. *Energy and Buildings*, 29, p. 83-92, 1998.
187. CABANAC, M. Physiological role of pleasure. *Science*, 173, 4002, p. 1103-1107, 1971.
188. CADARETTE, B. S.; MONTAIN, S. J.; KOLKA, M. A.; STROSCHEIN, L.; MATTHEW, W.; SAWKA, M. N. Cross validation of USARIEM heat strain prediction models. U.S. ARMY Research Institute of Environmental Medicine. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 70, 10, p. 996-1006, 1999.
189. CALDIERON, J. M.; THITISAWAT, M.; POLAKIT, K.; MANGONE, G. Statistical model evaluation and calibrations for outdoor comfort assessment in South Florida. *Advances in Building Energy Research*, 7, 2, p. 170-185, 2013.

190. CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Mapeamento da sensação térmica em ambiente urbano a céu aberto em clima tropical continental. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
191. CAO, B.; ZHU, Y. X.; OUYANG, Q. Study on the effects of local climate and life style to thermal comfort in China. *Proceedings of Indoor Air*, 2011.
192. CAO, B.; ZHU, Y. X.; OUYANG, Q. ZHOU, X.; HUANG, L. Field study of human thermal comfort and thermal adaptability during the summer and winter in Beijing. *Energy and Buildings*, 43, p. 1051-1056, 2011.
193. CARLUCCI, S.; PAGLIANO, L. A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. *Energy and Buildings*, 53, p. 194-205, 2012.
194. CASTALDO, L.; ROSSO, F.; GOLASI, I.; PISELLI, C.; SALATA, F.; PISELLO, A. L.; FERRERO, M.; COTANA, F.; VOLLARO, A. DE L. Thermal comfort in the historical urban canyon: the effect of innovative materials. *Energy Procedia*, 134, p. 151-160, 2017.
195. CASTRO, L. F.; LABAKI, L. C. People and environment: thermal comfort in green urban areas. In: 3RD EUROPEAN CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 2000, Pisa. *Proceedings...* 2000.
196. CAVALCANTI, R.; SANCHES, P. *Avaliação do conforto térmico no edifício da FAUUSP*. Relatório Final (FAPESP/CNPq). São Paulo: FAUUSP, 2005.
197. CENA, K.; DAVEY, N.; ERLANDSON, T. Thermal comfort and clothing insulation of resting tent occupants at high altitude. *Applied Ergonomics*, 34, 6, p. 543-550, 2003.
198. CENA, K.; DE DEAR, R.. Thermal neutrality and preference in a hot-arid climate. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 297-302, 2000.
199. CHALFOUN, N. V. Thermal comfort assessment of outdoor spaces using MRT and fish-eye lens photography of architectural scale models: a case study of the arts oasis plaza at the University of Arizona, USA. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.
200. CHANDLER, T. J. *Urban climatology and its relevance to urban design*. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, 1976.
201. CHARALAMPOPOULOS, I.; TSIROS, I.; CHRONOPOULOU-SERELI, A.; MATZARAKIS, A. Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. *Urban Ecosystems*, 16, p. 217-233, 2013.
202. CHEN, H.; OOKA, R.; HARAYAMA, K.; KATO, S.; LI, X. Study on outdoor thermal environment of apartment block in Shenzhen, China with coupled simulation of convection, radiation and conduction. *Energy and Buildings*, 36, 1247-1258, 2004.
203. CHEN, L.; NG, E. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: a review of research in the past decade. *Cities* 29, p. 118-125, 2012.
204. CHEN, Y.; MATZARAKIS, A. Modification of physiologically equivalent temperature. *Journal of Heat Island Institute International*, 9, p. 26-32, 2014.

205. CHEN, Y.; MATZARAKIS, A. Modified physiologically equivalent temperature for applications in urban climate studies. In: *9th International Conference on Urban Climate*. Toulouse, 2015.
206. CHENG, V.; NG, E. Wind for comfort in high-density cities. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. *Proceedings...* PLEA, 2008.
207. CHENG, V.; NG, E.; CHAN, C.; GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 43-56, 2012.
208. CHEUNG, C. S. C.; HART, M. A. Climate change and thermal comfort in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, p. 137-148, 2012.
209. CHRISOMALLIDOU, N. *et al.* Rehabilitation of Open Space Under Bioclimatic Criteria. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., Santiago, 2003. *Proceedings...* Santiago: Universidad Católica do Chile, 2003.
210. CHRISOMALLIDOU, N.; TSICALOUDAKI, K.; THEODOSIOU, T. Quality of life and open spaces: a survey of microclimate and comfort in outdoor urban areas. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 345-350, 2002.
211. CHUN, C.; KWOK, A.; TAMURA, A. Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement, *Building and Environment*, 39, p. 1187-1192, 2004.
212. CHUN, C.; TAMURA, A. Thermal comfort in urban transitional spaces. *Building and Environment*, 40, p. 633-639, 2005.
213. CHURCHMAN, C. W.; ACKOFF, R. L.; ARNOFF, E. L. *Introduction to operations research*. New York: John Wiley & Sons, 1957.
214. CLARKE, J. F.; BACH, B. Comparison of the comfort conditions in different urban and suburban microenvironments. *International Journal of Biometeorology*, 15, p. 41-54, 1971.
215. CLIMATE-DATA. *Dados climáticos para cidades mundiais*. Oedheim: Climate-Data, 2017. <http://pt.climate-data.org>. Acesso em 18/11/2017.
216. COHEN, J.; COHEN, P. *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioural sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1983.
217. COHEN, P.; POTCHTER, O.; MATZARAKIS, A. Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, 37, p. 1-10, 2013.
218. COMFABLE. *OTC model*, 2015. <http://comfable.com/otc-model-1-3-0/>. Acesso em 02/06/2017.
219. COMTECH. *Smartphone OS market share*. Kantar WorldPanel Comtech, 2017, <https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share>. Acesso em 01/12/2017.
220. CONCEIÇÃO, E. Z. E. Evaluation of thermal comfort and local discomfort conditions using the numerical modelling of the human and clothing thermal system. In: 7TH INT. CONFERENCE ON AIR DISTRIBUTION IN ROOMS, ROOMVENT. *Proceedings...* Reading: University of Reading, 2000
221. CONCEIÇÃO, E. Z. E. Numerical simulation of buildings thermal behaviour and human thermal comfort multi-node models In: BUILDING SIMULATION CONFERENCE. *Proceedings...* Eindhoven: IBPSA, 2003

222. CONCEIÇÃO, E. Z. E.; LÚCIO, M. J. R. Numerical and Subjective Responses of Human Thermal Sensation. In: 6TH PORTUGUESE CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING. *Anais...* Faro: University of Algarve, 2001
223. CORONEL, J. F.; ALVAREZ, S. Experimental work and analysis of confined urban spaces. *Solar Energy*, 70, p. 263-273, 2001.
224. CORREA, E.; RUIZ, M. A.; CANTON, A.; LESINO, G. Thermal comfort in forested urban canyons of low building density. An assessment for the city of Mendoza, Argentina. *Building and Environment*, 58, 219-230, 2012.
225. CORREIA, L. D. A.; ROMERO, M. A. B. Análise ambiental integrada em habitação de interesse social: estudo de caso na Vila Varjão-DF. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Vitória. *Anais...* Vitória: 2011.
226. COST (EUROPEAN COOPERATION IN SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH). *Action 730*. Brussels, COST, 2009. <http://www.cost.esf.org/>. Acesso em 01/02/2016.
227. COST (EUROPEAN COOPERATION IN SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH). *Action 730*. Towards a Universal Thermal Climate Index (UTCI) for assessing the thermal environment of the human being. Brussels, COST, 2007.
228. COSTA, A. *A influência da forma de ocupação do solo urbano no microclima: uma fração do bairro de Petrópolis em Natal-RN*. Dissertação de mestrado. Natal: UFRN, 2003.
229. COSTA, A.; ARAÚJO, V. A perspectiva do usuário sobre o conforto térmico em espaços abertos. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *Anais...* Nutau, 2004.
230. COSTA, A.; ARAÚJO, V. Contribuição para a definição de faixas-limite de conforto térmico para ambientes externos. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. *Anais...* ANTAC, 2006.
231. COSTA, A.; ARAÚJO, V. Em busca da sustentabilidade para espaços urbanos. In: IV Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002, São Paulo. *Anais...* Nutau, 2002.
232. COSTA, A.; ARAÚJO, V. Estudo do conforto térmico em ambientes externos: o caso de Petrópolis em Natal/RN. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba. *Anais...* ANTAC, 2003.
233. COSTA, A.; ARAÚJO, V. Thermal comfort assessment in open spaces: an Instrument of urban management for the district of Petrópolis, in the coastal city of Natal/RN, Brazil. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.
234. COSTA, E. Q. DA; BAPTISTA, J. DOS S.; DIOGO, M. T.; MAGALHÃES, A. B. Ambiente térmico quente e o seu impacto na produtividade e sinistralidade. In: SHO - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HYGIENE, Guimarães. *Anais...* Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais, 2011.
235. COSTOLA, D.; MONTEIRO, L. M.; PRATA, A.; GONCALVES, J. Displacement ventilation air conditioning in high MRT environment in hot climates. In: ROOMVENT 2007 CONFERENCE, 2007, Helsinki. *Proceedings of Roomvent 2007 Conference*. Helsinki, 2007.

236. COUTTS, A. M.; WHITE, E. C.; TAPPER, N. J.; BERINGER, J.; LIVESLEY, S. J. Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 124, 1-2, p. 55-68, 2015.
237. COWAN, H. J. ; GERO, J. S. ; DING, G. D. ; MUNCY, R. W. *Models in architecture*. London: Elsevier, 1968.
238. CRAIG, F. N. Relation between heat balance and physiological strain in walking men clad in ventilated impermeable envelope. *Federation proceedings*, 9, 26, 1950
239. CUNHA, G. C.; OLIVEIRA, D. L. Influência da tipologia no conforto térmico em habitação de interesse social. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA - CONTECC, Fortaleza. *Anais...* 2015.
240. DACANAL C.; RIBEIRO B.; RANCURA R.; LABAKI L. C. Conforto térmico em espaços livres públicos: estudo de caso em Campinas, SP. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais...* Natal: ANTAC, 2009.
241. DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. DA. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. *Ambiente Construído*, 10, 2, p. 115-132, 2010.
242. DALEZIOS, N. R. Bioclimatological Concepts and Methods. In DALEZIOS. N. R. *Environmental hazards. Methodologies for risk assessment and management*. London, IWA Publishing, 2017.
243. DALEZIOS, N. R. *Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management*. London, IWA Publishing, 2017.
244. DASLER, A. R. Heat stress, work function and physiological heat exposure limits in man. In: NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. *Thermal analysis: human comfort*. Washington, 1977.
245. DAVID, P. L. D. *Avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2016.
246. DAYAL, D. *An index for assessing heat stress in terms of physiological strain*. PhD. thesis. Texas Tech University, 1974.
247. DE DEAR, R. A global database of thermal comfort applied to questions of air speed and humidity limits in standards. In: SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-ENVIRONMENT SYSTEM, Yokohama, pp 342-345. *Proceedings...* 1998.
248. DE DEAR, R. A global database of thermal comfort field experiments. *ASHRAE Transactions*, 104, p.1141-1152, 1998.
249. DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 104, 1, p. 145-167, 1998.
250. DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. The adaptive model of thermal comfort and energy conservation in the built environment. *International Journal of Biometeorology*, 45, p. 100-108, 2001.
251. DE DEAR, R. J.; FOUNTAIN, M. E. Thermal comfort in air conditioned office buildings in the tropics. *Journal of the Australian Institute of Refrigerating, Air-Conditioning and Heating*, 48, 9, p. 14-30, 1994.

252. DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference*. Final Report, ASHRAE RP-884, Macquarie University, 1997.
253. DE DEAR, R.; KALMA, J.; OKE, T.; AULICIEMS, A. (eds) *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium*. Geneva, WMO/WCASP, 50, 2000.
254. DE DEAR, R.; PICKUP, J. An outdoor thermal comfort index (OUT_SET*). In: BIOMETEOROLOGY AND URBAN CLIMATOLOGY AT THE TURN OF THE MILLENNIUM, WCASP-50, WMO, Geneva. *Proceedings...* p. 279-290, 2000.
255. DE DEAR, R.; PICKUP, J. An outdoor thermal comfort index: applications. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 285-290, 2000.
256. DE FREITAS, C. R. Assessment of human bioclimate based on thermal response. *International Journal of Biometeorology*, 29, p. 97-119, 1985.
257. DE FREITAS, C. R. Bioclimates of heat and cold stress in New Zealand. *Weather and Climate*, 7, p. 55-60, 1987.
258. DE FREITAS, C. R. Human thermal climates of New Zealand. *New Zealand Meteorological Service: Miscellaneous Publication*, 190, Wellington, 1986.
259. DE FREITAS, C. R. Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, p. 89-103, 1997.
260. DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 61, 3, p. 487-512, 2016.
261. DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 59, p.109-120, 2015.
262. DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. The Acclimatization Thermal Strain Index (ATSI): a preliminary study of the methodology applied to climatic conditions of the Russian Far East. *International Journal of Biometeorology*, 53, p. 307-315, 2009.
263. DE FREITAS, C. R.; RYKEN, M. G. Climate and physiological heat strain during exercise. *International Journal of Biometeorology*, 33, p. 157-164, 1989.
264. DE FREITAS, C. R.; SYMON, L. A bioclimatic index of human survival time in the Antarctic. *Polar Record*, 23, p. 651-659, 1987.
265. DE VECCHI, R.; CANDIDO, C.; LAMBERTS, R. Thermal History and Comfort in a Brazilian Subtropical Climate: a “cool” addiction hypothesis. *Ambiente Construído*, 16, 1, p. 7-20, 2016.
266. DEBIAZI, P. R.; SOUZA, L. C. L. Role of Vegetation in Modifying Thermal Conditions with Varying Sky View Factors. *The International Journal of the Constructed Environment*, 7, p. 31-41, 2015.
267. DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. *Java: Como programar*. 6a. Edição, 2005. LECHETA, R. R. Google Android. 4a edição. Novatec Editora, 2015.
268. DESSI, V. Evaluation of microclimate and thermal comfort in open urban space. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.

269. DESSI, V. People's behaviour in an open space as design indicator: comparison between thermal comfort simulation and users' behaviour in an open space. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 373-377, 2002.
270. DESSI, V. Use of simplified tools to evaluate thermal comfort in urban spaces in the teaching experience. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE INTERNATIONAL CONFERENCE, 25, 2008, Dublin. *Towards Zero Energy Building*. Dublin: PLEA, 2008.
271. DEVAU, M. *Strategies to Address the Climatic Barriers to Walkable, Transit-Oriented Communities in Florida*. Master's Thesis. Georgia Institute of Technology, 2011.
272. DINES, M. *Climatologia urbana e o desenho das cidades: insumos para o planejamento da metrópole paulistana*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
273. DJONGYANG, N.; TCHINDA, R.; NJOMO, D. Thermal comfort: A review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 9, p.2626-2640, 2010.
274. DOBBERT, L. Y. *Arborização na cidade de Campinas/SP - Percepção e conforto*. Tese (Doutorado). Fundação Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba, 2014.
275. DOMINGUEZ, S. A.; MACHO, J. J. G.; LOPEZ, J. M. C.; FELIX, J. L. M. *Control climatico en espacios abiertos: evaluacion del proyecto Expo'92*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1992.
276. DORNO, C. Cooling in different climates with continuous registrations using the Davoser Frigorimeter. *Meteorologische Zeitschrift*, 45, p. 401-421, 1928.
277. DOUGLAS, C. R. *Tratado de fisiologia aplicada às ciências da saúde*. São Paulo: Robe Editorial, 1994.
278. DRISCOLL, D. M. Thermal Comfort Indexes. Current Uses and Abuses. *Natural Weather Digest*, 17, 4, p. 33-38, 1992.
279. DUARTE, D. H. S. D. Vegetation and climate-sensitive public places. In: EMMANUEL, R. (ed.) *Urban Climate Challenges in the Tropics. Rethinking, Planning and Design Opportunities*. New Jersey: Imperial College Press, 2016.
280. DUARTE, D. H. S. *O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar*. 2015. Tese (Livre Docência em Desempenho Térmico, Acústico e Luminoso e Eficiência Energética de Edificações). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
281. DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Desenho urbano e conforto térmico: avaliação dos espaços abertos da Barra Funda, em São Paulo, por meio de levantamentos de campo e simulação preditiva. In: IX ENCONTRO NACIONAL / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: ANTAC, p. 600-609, 2007.
282. DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Desenho urbano e conforto térmico: avaliação dos espaços abertos da Barra Funda, em São Paulo, por meio de levantamentos de campo e simulação preditiva. In: IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: ANTAC, p. 600-609, 2007a.

283. DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Urban design and thermal comfort: assesments of urban spaces in Barra Funda, a brownfield site in Sao Paulo, by means of site measurements and predictive simulations. In: 7TH CONFERENCE ON COASTAL ATMOSPHERIC AND OCEANIC PREDICTION AND PROCESSES JOIN WITH THE 7TH SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT, 2007, San Diego. *Proceedings...* San Diego: AMS, p. 2.7-126712, 2007.
284. DUARTE, D.; GONCALVES, J.; MONTEIRO, L. M. Urban design and thermal comfort: assesments of urban spaces in Barra Funda, a brownfield site in Sao Paulo, by means of site measurements and predictive simulations. In: 7TH CONFERENCE ON COASTAL ATMOSPHERIC AND OCEANIC PREDICTION AND PROCESSES JOIN WITH THE 7TH SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT, 2007, San Diego. *Proceedings...* San Diego: AMS, p. 2.7-126712, 2007b.
285. DUARTE, D.; MONTEIRO, L. M. Architecture, urban design, planning and urban climate: interdisciplinary collaboration experiences in teaching and research. In: 32ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2016, Los Angeles. *Proceedings...* Los Angeles: PLEA, 2016.
286. DUBICKA, M.; SIKORA, S. Influence of the city on the structure of the net heat storage in Wroclaw. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
287. DUBOIS D.; DUBOIS, E. F. A formula to estimate approximate surface area, if height and weight are known. *Archives of Internal Medicine*, 17, p. 863-871, 1916.
288. DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 2. ed. New York: Willey Interscience, 1991.
289. DUFTON, A. F. The eupatheostat. *Journal of Scientific Instruments*, 6, p. 249-251, 1929.
290. EBERHARD, J. P. Applying neuroscience to architecture. *Neuron*, 62, p. 753-756, 2009.
291. EBERHARD, J. P. *Brain Landscape*. 2009.
292. EBI, K.; BURTON, I.; MCGREGOR, G. (Eds.). *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change*. Springer, 2009.
293. ECCC (ENVIRONMENT CLIMATE CHANGE CANADA). *Weather: warnings, watches and statements*. Government of Canada, 2017. https://weather.gc.ca/mainmenu/alert_menu_e.html. Acesso em 04/03/2017.
294. ECHENIQUE, M. Modelos: una discusión. In: ECHENIQUE, M. *La estructura del espacio urbano*. Barcelona: Gili, 1975.
295. EISSING, G. Climate assessment indices. *Ergonomics*, 38, 1, p. 47-57, 1995.
296. ELNABAWI, M. H.; HAMZA, N.; DUDEK, S. Use and evaluation of the ENVI-met model for two different urban forms in Cairo, Egypt: measurements and model simulations. In: 13TH CONFERENCE OF INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION. *Proceedings...* p. 2800-2806, 2013.
297. EMMANUEL, R. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: The Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, 40, p. 1591-1601, 2005.
298. EPSTEIN, Y.; MORAN D. S. Thermal comfort and heat stress indices. *Industrial Health*, 44, p. 388-398, 2006.

299. ERELL, E.; BONEH, D.; PEARLMUTTER, D.; BAR-KUTIEL, P. U. A. Effect of high-albedo materials on pedestrian thermal sensation in urban street canyons in hot climates. In: PLEA2013 - 29TH CONFERENCE, SUSTAINABLE ARCHITECTURE FOR A RENEWABLE FUTURE, Munich, Germany 10-12 September 2013. *Proceedings...* 2013.
300. ERELL, E.; PEARLMUTTER, D.; BONEH, D.; KUTIEL, P. B. Effect of high-albedo materials on pedestrian heat stress in urban street canyons. *Urban Climate*, 10, part 2, p. 367-386, 2013b.
301. ERELL, E.; PEARLMUTTER, D.; WILLIAMSON, T. *Urban microclimate. Designing the Space Between Buildings*. Earthscan, New York, 2011.
302. ESTRELA, T. F. C. *Avaliação de ambientes térmicos quentes*. 94p. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico de Coimbra, ISEC, Coimbra, 2013.
303. FABBRI, K. *Indoor thermal comfort perception. A Questionnaire Approach Focusing on Children*. Springer, 2015.
304. FABBRI, K. The Indices of Feeling---Predicted Mean Vote PMV and Percentage People Dissatisfied PPD. In: *Indoor Thermal Comfort Perception: A Questionnaire Approach Focusing on Children*. Cham: Springer International Publishing, p. 75-125, 2015.
305. FAGANELLO, A. M.; IAROZINSKI NETO, A. As Várias Abordagens Do Conforto No Ambiente Construído. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, *Anais...* 2017.
306. FAHMY, M. *Interactive Urban Form Design of Local Climate Scale in Hot Semi-Arid Zone*, PhD thesis. School of Architecture, University of Sheffield, Sheffield, 2010.
307. FAHMY, M.; SHARPLES, S. On the development of an urban passive thermal comfort system in Cairo, Egypt. *Building and Environment*, 44, 9, p.1907-1916, 2009.
308. FALCONER, R. Windchill, a useful wintertime weather variable. *Weather*, 21, p. 227-229, 1968.
309. FANGER, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environment engineering*. Copenhagen: Danish Technical, 1970.
310. FANGER, P. O.; HOJBJERRE, J.; THOMSEN, J. O. B. Thermal comfort conditions in the morning and in the evening. *International Journal of Biometeorology*, 18, p.16-22, 1974.
311. FANGER, P. O.; MELIKOV, A. K.; HANZAWA, H.; RING, J. Air turbulence and sensation of draught. *Energy and Buildings*, 12, 1, p. 21-39, 1988.
312. FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, 34, p. 533-536, 2002.
313. FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Thermal comfort in the future: excellence and expectation. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. *Proceedings...* Oxford Brookes University, p. 11-18, 2001.
314. FANTE, K. P.; DUBREUIL, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Avaliação comparativa entre metodologias de identificação de situações de conforto térmico humano aplicado ao contexto tropical, Presidente Prudente/Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 21. 2017.
315. FARAJZADEH, H.; SALIGHEH, M.; ALIJANI, B.; MATZARAKIS, A. Comparison of selected thermal indices in the northwest of Iran. *Natural Environment Change*, 1, p. 1-20, 2015.

316. FARIA, J. R. G. DE. Givoni, Fanger: uma comparação. In: V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, nov. 1999, Fortaleza. *Anais...* ANTAC, 1999.
317. FERNANDES, J. C. Gestão ambiental e poluição sonora. In: XIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, 2006. *Anais...*, 2006
318. FERREIRA, M. S. *Um modelo do sistema termorregulador do corpo humano: exposição a ambientes quentes*. 130p. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
319. FIALA, D.; HAVENITH, G.; BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.; JENDRITZKY, G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 429-441, 2012.
320. FIALA, D.; LASCHEWSKI, G.; JENDRITZKY, G. Comparison of human thermal and regulatory responses predicted by simple and multi-node complete heat budget models. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY AND AEROBIOLOGY, 17, 2005, Garmisch-Partenkirchen. *Proceedings...* 2005.
321. FIALA, D.; LOMAS K. J.; STOHRER M. A computer model of human thermoregulation for a wide range of environmental conditions: The passive system. *Journal of Applied Physiology*, 87, 5, p.1957-1972, 1999.
322. FIALA, D.; LOMAS K. J.; STOHRER M. Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. *International Journal of Biometeorology*, 45, p. 143-159, 2001.
323. FIALA, D.; LOMAS K. J.; STOHRER M. Dynamic simulation of human heat transfer and thermal comfort. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
324. FIALA, D.; LOMAS, K. J. The dynamic effect of adaptive human responses in the sensation of thermal comfort. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p.147-157. Oxford Brookes University, 2001.
325. FIELDS, J. M.; DE JONG, R. G.; GJESTLAND, T.; FLINDELL, I. H.; JOB, R. S.; KURRA, S.; LERCHER, P.; VALLET, M.; YANO, T.; GUSKI, R.; FELSCHER-SUHR, U.; SCHUMER, R. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242, 4, p. 641-679, 2001.
326. FLÜGGE, C. Akten des Kgl. *Oberbergamtes zu Halle/Sa*, 25, 36-1, 13248; 18583, 1912.
327. FONTENELLE, M. R.; LORENTE, S.; BASTOS, L. E. G. The Impact of Urbanization on Air Flow Pattern: The Case of Rio de Janeiro. *International Journal of Green Energy*, 12, 9, p. 908–916, 2015.
328. FONTES, M. S. G. C. *Efeito climático das áreas de fundo de vale no ambiente urbano: o caso de São Carlos-SP*. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
329. FONTES, M. S. G. C.; BRUSSANTIN, G. Limites de conforto térmico em um espaço público de permanência arborizado. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Búzios. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011.

330. FONTES, M. S. G. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; DACANAL, C.; LABAKI, L.; NIKOLOPOULOU, M. Thermal Comfort in Open Public Spaces: studies in green areas in cities of the Sao Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 3., Rhodes, 2010. *Proceedings...* Rhodes, 2010.
331. FORWOOD, B.; TADEPALLI, S.; HAYMAN, S. Modelling thermal adaptation and thermal preferences in outdoor urban environments. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 577-580, 2000.
332. FOURT, J.; HOLLIES, N. R. S. *Clothing: comfort and function*. Dekker, New York, 1970.
333. FOX, R. H. Heat. In: EDHOLM, O. G.; BACHARACH, A. L. (eds) *Physiology of human survival*. Academic, Londres, p. 53-80, 1965.
334. FRANÇA, F. P. M.; BARBIRATO, G. M. Conforto térmico externo e configuração urbana: uma avaliação em espaços urbanos na cidade de Maceió. In: *XI ENCONTRO NACIONAL E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais...* Armação dos Búzios, 2011.
335. FRANK, A.; MORAN, D.; EPSTEIN, Y.; BELOKOPYTOV, M.; SHAPIRO, Y. The estimation of heat tolerance by a new cumulative heat strain index. In: SHAPIRO, Y.; MORAN, D.; EPSTEIN, Y. (eds) *Environmental ergonomics: recent progress and new frontiers*. Tel Aviv, Freund, p. 194-197, 1996.
336. FRIEDRICH, M.; GRÄTZ, A.; JENDRITZKY, G. Further development of the urban bioclimate model UBIKLIM, taking local wind systems into account. *Meteorologische Zeitschrift*, 10, 4, 267-272, 2001.
337. FROESE, G.; BURTON, A. C. Heat losses from the human head. *Journal of Applied Physiology*, 10, 2, p. 235-241, 1957.
338. FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. B. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 2018.
339. FUJITA, A.; KANEMARU, J.; NAKAGAWA, H.; OZEKI, Y. Numerical simulation method to predict the thermal environment inside a car cabin. *JSAE Review*, 22, p. 39-47, 2001.
340. FULLER, F. H.; BROUHA, L. H. New engineering methods for evaluating the job environment, *ASHRAE Journal*, 39, 1966.
341. FUNARI, F. L. *O Índice de Sensação Térmica Humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo*. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
342. GAGGE, A. P. Rational temperature indices of man's thermal environment and their use with a 2-node model of his temperature regulation. *Federation of American Societies for Experimental Biology*, 32, p.1572-1582, 1973.
343. GAGGE, A. P. Standard operative temperature, a single measure of the combined effect of radiant temperature, of ambient temperature and of air movement on the human body. In: SCHOOLEY, J. F. (ed) *Temperature, its measurement and control in science and industry*. Reinhold, New York, p. 544-552, 1941.
344. GAGGE, A. P. *Temperature, its measurement and control in Science and Industry*. New York: Reinhold, 1941
345. GAGGE, A. P. The linearity criterion applied to partitional calorimetry. *American Journal of Physiology*, 116, p. 656-668, 1936.

346. GAGGE, A. P.; BURTON, A. C.; BAZETT, H. C. A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment. *Science*, 94, 2445, p. 428-430, 1941.
347. GAGGE, A. P.; FOBELETS, A. P.; BERGLUND, L. G. A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 92, p. 709-731, 1986.
348. GAGGE, A. P.; NISHI, Y. Heat exchange between human skin surface and the thermal environment. In: GAGGE, A. P.; NISHI, Y. *Handbook of physiology*. Bethesda: American Physiological Society, 1980.
349. GAGGE, A. P.; NISHI, Y.; GONZALEZ, R.R. *Standard Effective Temperature: a single index of temperature sensation and thermal discomfort*. CIB Commission W45 (Human Requirements) Symposium, Building Research Station, 1972.
350. GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1, p. 1-20, 1967.
351. GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; NISHI, Y. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Transactions*, 72, p. 247-262, 1971.
352. GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J.A.J.; NISHI, Y. The new Effective Temperature (ET*): an index of human adaptation to warm environments. *Environmental Physiology*, Elsevier, 1980.
353. GAITANI, N. ; MIHALAKAKOU, G.; SANTAMOURIS, M. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Environment*, 42, p. 317-324, 2007.
354. GALLAGHER, M. JR.; ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; NAGLE-STILLEY, E. F.; SCHAFER, M. A.; SUYAMA, J.; HOSTLER, D. Development of a perceptual hyperthermia index to evaluate heat strain during treadmill exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 6, p. 2025-2034, 2012.
355. GEIGER, R. *The climate near the ground*. Cambridge, Harvard University Press, 1971.
356. GENNUSA, M.; NUCARA, A.; RIZZO, G.; SCACCIANOCE, G. The calculation of the mean radiant temperature of a subject exposed to the solar radiation - a generalised algorithm. *Building and Environment*, 40, p. 367-375, 2005.
357. GHADDAR, N.; GHALI, K.; CHEHAITLY, S. Assessing thermal comfort of active people in transitional spaces in presence of air movement. *Energy and Buildings*, 43, p. 2832-2842, 2011.
358. GHAFFARIANHOSEINI, A.; BERARDI, U.; GHAFFARIANHOSEINI, A. Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates. *Building and Environment*, 87, p. 154-168, 2015.
359. GHOSN, C. B.; CANDIDO, C.; MÜLFARTH, R. K.; MICHALSKI, R.; MONTEIRO, L. M.; PRATA-SHIMOMURA, A. Indoor spaces environmental evaluation for office buildings at CUASO - Applicability of BOSSA Time Lapse. In: WORLD SUSTAINABLE DEVELOPMENT SERIES, 2017, São Paulo. *World Sustainable Development Series*. Berlin: Springer, 2017.
360. GIANNOPOULOU, K. *Urban heat island phenomena associated with weather and climatic parameters*. Athens, 2015.

361. GIANNOPOULOU, K.; LIVADA, I.; SANTAMOURIS, M.; SALIARI, M.; ASSIMAKOPOULOS, M.; CAOURIS, Y. The influence of air temperature and humidity on human thermal comfort over the greater Athens area. *Sustainable Cities and Society*, 10, p. 184-194, 2014.
362. GIBSON, J. J. A List of the Sources of Potential Stimulation in the Terrestrial Environment – the Ordinary Causes of Actual Stimulation. In: GIBSON, J. J. *The Purple Perils: A selection of James J. Gibson's unpublished essays on the psychology of perception*, 1961.
363. GILES B. D.; BALAFOUTIS C.; MAHERAS P. Too hot for comfort. The heat waves in Greece in 1987 and 1988. *International Journal of Biometeorology*, 34, p. 98-104, 1990.
364. GILES B. D.; BALAFOUTIS, C. The Greek heatwaves of 1987 and 1988. *International Journal of Climatology*, 10, p. 505-517, 1990.
365. GIVONI, B. Biometeorological Indices. In: TROMP, S.W.; BOUMA J. J. (eds) *Progress in biometeorology*, 1, p. 138-145, 1974.
366. GIVONI, B. *Climate considerations in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.
367. GIVONI, B. *Estimation of the effect of the climate on man: development of a new thermal index*. Research Report to UNESCO. Haifa: Building Research Station, 1963.
368. GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: John Wiley & Sons, 1969.
369. GIVONI, B. *Passive and low energy in buildings*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
370. GIVONI, B. The influence of work and environmental conditions on the physiological responses and thermal equilibrium of man. In: SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY IN ARID CONDITIONS, Lucknow, India. *Proceedings...* Lucknow: UNESCO, p. 199-204, 1962.
371. GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting effects of heat acclimatization on heart rate and rectal temperature. *Journal of Applied Physiology*, 35, p. 875-879, 1973.
372. GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting heart rate response to work, environment, and clothing. *Journal of Applied Physiology*, 34, p. 201-204, 1973.
373. GIVONI, B.; GOLDMAN, R. F. Predicting rectal temperature response to work, environment and clothing. *Journal of Applied Physiology*, 32, p. 812-822, 1972.
374. GIVONI, B.; KHEDARI, J.; HIRUNLABH, J. Comfort Formula for Thailand. *ASES Conference*, Portland, 2004.
375. GIVONI, B.; KHEDARI, J.; WONG, N. H.; FERIADI, H.; NOGUCHI, M. Thermal sensation responses in hot, humid climates: effects of humidity. *Building Research & Information*, 34, p. 496-506, 2006.
376. GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues and Problems in Outdoor Comfort Research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 562-565. London: James & James, 2000.
377. GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* 2002.
378. GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Outdoor Comfort Responses of Japanese Persons. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
379. GIVONI, B.; NOGUCHI, M.; SAARONI, H.; POCHTER, O.; YAACOV, Y.; FELLER, N.; BECKER, S. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35, 1, p. 77-86, 2003.

380. GLICKMAN, N. Physiological examination of the effective temperature index. *ASHVE Transactions*, 56, p. 51-56, 1950.
381. GOBO, J. P. A. *Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional*. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
382. GOBO, J. P. A. *Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano*. 184p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
383. GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Referencial técnico e teórico-metodológico aplicado a estudos de conforto humano em ambientes externos. *Revista de Geografia (Recife)*, 33, 4, p. 132-157, 2016.
384. GOBO, J. P. A.; GALVANI, E. Zoneamento do conforto térmico humano para o Rio Grande do Sul: uma análise a partir do estudo de anos- padrão. In: VI CONGRESO IBEROAMERICANO DE ESTUDIOS TERRITORIALES Y AMBIENTALES, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 2014.
385. GOBO, J. P. A.; GALVANI, E.; WOLLMANN, C. A. Regionalização bioclimática do Rio Grande do Sul: um estudo do conforto térmico humano em escala climática regional e sub-regional. *Ciência e Natura*, 37, p.471-489, 2015.
386. GOBO, J. P. DE A.; GALVANI, E. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (TEv) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. *Revista Geonorte*, ed. especial 2, 1, 5, p. 403-413, 2012.
387. GOBO, J. P.; ALVES, R. R.; SIVEIRA, T. S.; ONCA, D. S.; MONTEIRO, L. M. A influência do vento regional na sensação térmica de pedestres em espaços urbanos abertos: estudo de caso do vento norte em Santa Maria-RS. *Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise*, 40, p. 110-129, 2017.
388. GOLASI, I.; SALATA, F.; DE LIETO VOLLARO, E.; COPPI, M.; VOLLARO, A. de L. Thermal perception in the mediterranean area: Comparing the mediterranean outdoor comfort index (MOCI) to other outdoor thermal comfort indices. *Energies*, 9, 7, p. 1-16, 2016.
389. GÓMEZ, F.; CUEVA, A. P.; VALCUENDE, M.; MATZARAKIS, A. Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET). *Ecological Engineering*, 57, p. 27-39, 2013.
390. GÓMEZ, F.; GIL, L.; JABALOYES, J. Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. *Building and Environment*, 39, p. 1077-1086, 2004.
391. GÓMEZ, F.; TAMARIT, N.; JABALOYES, J. Green zones, bioclimatics studies and human comfort in the future development of urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 55, p. 151-161, 2001.
392. GÓMEZ-AZPEITIA, G. Outdoor and Indoor Thermal Comfort Temperatures Comparison in Warm Dry Climates. *Lema.Arq.Uson.Mx*, July, p. 1-6, 2011.
393. GONÇALVES, H. *O sol nos edifícios*. Rio de Janeiro, Lemos, 1955.
394. GONÇALVES, J.; DUARTE, D.; MONTEIRO, L. M.; MARCONDES, M. Environmental Design in Contemporary Brazilian Architecture: The Research Centre of the National

- Petroleum Company, CENPES, in Rio de Janeiro. In: EISSA, M. (Org.). *Energy Efficiency - The Innovative Ways for Smart Energy, the Future Towards Modern Utilities*, p. 34-61, 2012.
395. GONÇALVES, J.; MONTEIRO, L. M.; MARCONDES, M. Towards an Environmental Approach. In: GONÇALVES, J. (Org.). *The Environmental Performance of Tall Buildings*. 1 ed. Londres: Earthscan, 1, p. 143-236, 2010.
 396. GONÇALVES, J.; MÜLFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M. Adensamento urbano e desempenho ambiental no centro da cidade de São Paulo. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2011, Búzios. *Anais do XI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VII Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Búzios: ANTAC, 2011.
 397. GONÇALVES, J.; MÜLFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M. The environmental performance of high-density urban living. In: THE 27TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2011, Louvain-la-Neuve. *Proceedings of PLEA 2011*. Louvain-la-Neuve: PLEA, 2. p. 217, 2011.
 398. GONÇALVES, J.; MÜLFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M.; MOURA, C.; PRATA, A. R.; MIANNA, A. C.; CAVALCANTE, R. Adensamento urbano e desempenho ambiental no centro da cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios, 2011. *Anais...* Búzios: ANTAC, 2011.
 399. GONZALEZ, R. R.; BERGULND, L. G.; GAGGE, A. P. Indices of thermoregulatory strain for moderate exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 44, p. 889-899, 1978.
 400. GONZALEZ, R. R.; NISHI, Y.; GAGGE, A. P. Experimental evaluation of standard effective temperature: a new biometeorological index of man's thermal discomfort. *International Journal of Biometeorology*, 18, 1, p. 1-15, 1974.
 401. GOTO, T.; TOFTUM, J.; DE DEAR, R.; FANGER, P. O. Thermal sensation and thermophysiological responses to metabolic step-changes. *International Journal of Biometeorology*, 50, p. 323-332, 2006.
 402. GOULART, S. *Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações em Florianópolis*. 1993. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Florianópolis: UFSC, 1993.
 403. GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1997.
 404. GOULDING, J.; LEWIS, J. O.; STEEMERS, T. C. *Energy in architecture: the European passive solar handbook*. London: B.T., 1994.
 405. GRAETZ, A; JENDRITZKY, G; SIEVERS, U. The urban bioclimate model of the Deutscher Wetterdienst. In: HOESCHELE, K. (ed): *Planning applications of urban and building climatology*. Klimaforshg, Uni Karlsruhe, p. 96-105, 1992.
 406. GRAVELING, R. A.; MORRIS, L. A.; GRAVES, R. J. Working in hot conditions in mining: a literature review. *Historical research report. Research report TM/88/13*. Institute of Occupational Medicine, Edimburgo, Escócia, 1988.

407. GREGORCZUK, M. Bioclimates of the world related to air enthalpy. *International Journal of Biometeorology*, 12, p. 33-39, 1968.
408. GREGORCZUK, M.; CENA, K. Distribution of effective temperature over the surface of the earth. *International Journal of Biometeorology*, 2, p. 145-149, 1967.
409. GRIFONI, R. C.; PIERANTOZZI, M.; TASCINI, S. Outdoor Thermal Comfort and Local Climate Change. In: PLEA2012: EXPLORING CONNECTIONS. *Proceedings...* p. 1-6, 2012.
410. GROH, J. *Making space. How the Brain Knows Where Things Are*. Belknap Press, London, 2014.
411. GRUNDSTRÖM, K. ; JOHANSSON, E. ; MRAISI, M. ; OUAHRANI, D. . *Climat et Urbanisme - la relation entre confort thermique et la forme du cadre*. Report 8. Housing Development and Management. Lund University, 2003.
412. GULYAS, A.; UNGERA, J.; MATZARAKIS, A. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements. *Building and Environment*, 41, p. 1713-1722, 2006.
413. HACKENBERG, A. M.; PEREIRA, J. T. V.; LIMA FILHO, E. C. Evaluation of workers' thermal sensations in industrial environments using the questionnaire proposed by ISO 10551. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 207-222. Oxford Brookes University, 2001.
414. HAGHIGHAT, F.; DONNINI, G. Impact of psycho-social factors on perception of the indoor air environment: studies in 12 office buildings. *Building and Environment*, 34, 4, p. 479-503, 1999.
415. HALDANE, J. B. S. The influence of high air temperatures. *The Journal of Hygiene*, 5, p. 494-513, 1905.
416. HALE, J. R. S. (ed) *Thermal Physiology*. New York: Raven Press, 1994.
417. HALE, J. R. S.; RICHARDS, D. A. B. Heat stress. Physical exertion and environment. In: 1ST WORLD CONFERENCE ON HEAT STRESS. Sydney. *Proceedings...* 1987.
418. HALL, J. F.; POLTE, J. W. Physiological index of strain and body heat storage in hyperthermia. *Journal of Applied Physiology*, 15, p. 1027-1030, 1960.
419. HAMDI, M.; LACHIVER, G.; MICHAUD, F. A new predictive thermal sensation index of human response. *Energy and Buildings*, 29, p. 167-178, 1999.
420. HARDY, J. D. Heat Transfer. In: NEWBURG, W. B.; SAUNDERS, W. B. (eds) *Physiology of heat regulation and science of clothing*. London, 1949.
421. HARDY, J. D. *Temperature measurement and control in science and industry*. New York: Rheinhold, 1963.
422. HARDY, J. D.; DUBOIS, E. F. Basal metabolism, radiation, convection and vaporization at temperatures 22-35°C. *Journal of Nutrition*, 15, p. 477-496, 1938.
423. HASSAAN, A.; MAHMOUD, A. An analysis of bioclimatic zones and implications for design of outdoor built environments in Egypt. *Building and Environment*, 46, 3, p. 605-620, 2011.
424. HAVENITH, G. Temperature regulation and technology. *Gerontechnology*, 1, 1, 2001, p. 41-49.
425. HAVENITH, G.; HOLMER, I.; DEN HARTOG, E.; PARSONS, K. C. Clothing evaporative heat resistance: proposal for improved representation in standards and models. *Annals of Occupational Hygiene*, 43, p. 339-346, 1999.

426. HAVENITH, G.; HOLMER, I.; DEN HARTOG, E.; PARSONS, K. C. Representation of the effects of movement and wind on clothing vapour resistance in ISO standards. In: ENVIRONMENTAL ERGONOMICS. *Proceedings...* San Diego, ICEE, 1998.
427. HAVENITH, G.; HOLMER, I.; PARSONS, K. Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production. *Energy and Buildings*, 34, p. 581-591, 2002.
428. HE, J.; HOYANO, A. Measurement and evaluation of the summer microclimate in the semi-enclosed space under a membrane structure. *Building and Environment*, 45, 1, p. 230-242, 2010.
429. HEIDARI, S.; SHARPLES, S. A comparative analysis of short-term and long-term thermal comfort surveys in Iran. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 607-614, 2002.
430. HERRING, D. A.; HOPPA, R. D. Changing patterns of mortality seasonality among the western James bay cree. *International Journal of Circumpolar Health*, 56, 4, p. 121-133, 1997.
431. HERRMANN, J.; MATZARAKIS, A. Influence of mean radiant temperature on thermal comfort of humans in idealized urban environments. In: NINTH SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY. 1-6 August 2010, Keystone Colorado, USA. *Proceedings...* p. 522-527, 2010.
432. HEVENER, O. F. All about humiture. *Weatherwise*, 12, 56, p.83-85. 1959.
433. HEWITT, G. F.; SHIRES, G. L.; POLEZHAEV, Y. V. (eds) *International encyclopedia of heat and mass transfer*. New York, CRC Press, 1996.
434. HILL, L.; GRIFFITH, O. W.; FLACK, M. The measurement of the rate of heat loss at body temperature by convection, radiation and evaporation. *Physiological Transactions of the Royal Society*, 207, p. 183-220, 1916.
435. HILL, L.; HARGOOD-ASH, D. On the cooling and evaporative powers of the atmosphere, as determined by the kata-thermometer. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 90, p. 438-447, 1919.
436. HIRASHIMA, S. Q. S. *Calibração do índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG*. 225p. Dissertação (Mestrado). Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
437. HIRASHIMA, S. Q. S. *Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2014.
438. HIRASHIMA, S. Q. S.; ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil. In: ENCAC/ELACAC, Brasília, p. 246-255, 2013. *Anais...* ANTAC, 2013.
439. HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S.; FERREIRA, D. G. Calibração do índice de conforto térmico temperatura equivalente fisiológica (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais...* Búzios, p. 17-19, 2011.

440. HIRASHIMA, S. Q. S.; KATZSCHNER, A.; FERREIRA, D. G.; ASSIS, E. S.; KATZSCHNER, L. Thermal comfort comparison and evaluation in different climates. In: ICUC9 - 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE JOINTLY WITH 12TH SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT. *Proceedings...* p. 20-24. Toulouse, França, 2015.
441. HIRASHIMA, S.; ASSIS, E.; NIKOLOPOULOU, M. Daytime thermal comfort in urban spaces: A field study in Brazil. *Building and Environment*, 107, p. 245-253, 2016.
442. HODDER, S. G.; PARSONS, K. The effects of solar radiation on thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 51, p. 233-250, 2007.
443. HOLMAN, J. P. *Transferência de calor*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.
444. HOLMER, I. Assessing of cold stress in terms of required clothing insulation IREQ. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, p. 159-166, 1988.
445. HOLMER, I. Required clothing insulation (IREQ) as an analytical index of cold stress. *ASHRAE Transactions*, 90, p. 1116-1128, 1984.
446. HOLMER, I. Work in the cold. Review of methods for assessment of cold exposure. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 65, 3, p. 147-155, 1993.
447. HOLMER, I.; NILSSON, H.; HAVENITH, G.; PARSONS, K. C. Clothing convective heat exchange: proposal for improved prediction in standards and models. *Annals of Occupational Hygiene*, 43, p. 329-337, 1999.
448. HOLMER, I.; NILSSON, H.; HAVENITH, G.; PARSONS, K. C. Convective heat loss through clothing. In: ENVIRONMENTAL ERGONOMICS. *Proceedings...* San Diego, ICEE, 1998.
449. HONG, B.; LIN, B. Numerical studies of the outdoor wind environment and thermal comfort at pedestrian level in housing blocks with different building layout patterns and trees arrangement. *Renewable Energy*, 73, p. 18-27, 2015.
450. HONJO, T. Thermal comfort in outdoor environment. *Global Environmental Research*, 13, p. 43-47, 2009.
451. HÖPPE, P. Die Physiologisch Äquivalente Temperatur PET. *Annalen der Meteorologie*, 33, p.108-112, 1997.
452. HÖPPE, P. R. A universal index for the assessment of the thermal environment: the physiological equivalent temperature PET. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 261-266, 2000.
453. HÖPPE, P. R. A universal index for the assessment of the thermal environment: the physiological equivalent temperature PET. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 261-266, 2000.
454. HÖPPE, P. R. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 661-665, 2002.
455. HÖPPE, P. R. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 368-375. Oxford Brookes University, 2001.
456. HÖPPE, P. R. Heat balance modelling. *Experientia*, 49, 9, p. 741-746, 1993.

457. HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 71-75, 1999.
458. HORI, S. Index for the assessment of heat tolerance. *Journal of Human Ergology*, 7, p. 135-144, 1978.
459. HORIKOSHI, T.; EINISHI, M.; TSUCHIKAWA, T.; IMAI, H. Development of a new thermal environmental index for outdoors and its application. *Journal of the Human-Environment System*, 1, 1, p. 87-92, 1997.
460. HORIKOSHI, T.; TSUCHIKAWA, T.; KURAZUMI, Y.; MATSUBARA, N. Mathematical expression of combined and separate effect of air temperature, humidity, air velocity and thermal radiation on thermal comfort. *Archives of Complex Environmental Studies*, 7, 3-4, p. 9-12, 1995.
461. HOUAISS, A. (ed.). *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
462. HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. Determining lines of equal comfort. *ASHVE Transactions*, 29, p. 165-176, 1923.
463. HOWELL, D. C. *Statistical methods for psychology*. California: Wadsworth Publishing Company, 1992.
464. HOYANO, A.; ASANO, K.; ARAKI, R.; TAMURA, T. Evaluation of outdoor thermal environment with new spherical thermograph system. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.
465. HUANG, J. Prediction of air temperature for thermal comfort of people in outdoor environments. *International Journal of Biometeorology*, 51, 5, p. 375-382, 2007.
466. HUANG, J.; ZHOU, C.; ZHUO, Y.; XU, L.; JIANG, Y. Outdoor thermal environments and activities in open space: An experiment study in humid subtropical climates. *Building and Environment*, 103, p. 238-249, 2016.
467. HUBAC, M.; STRELKA, F.; BORSKY, I.; HUBACOVA, L. Application of the relative summary climatic indices during work in heat for ergonomic purposes. *Ergonomics*, 32, 7, p. 733-750, 1989.
468. HUIZENGA, C.; HUI, Z.; ARENS, E. A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. *Building and Environment*, 36, 6, p. 691-699, 2001.
469. HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, London, 1975.
470. HUMPHREYS, M. A. An adaptive guideline for UK office temperatures. In: *Standards for Thermal Comfort: Indoor Air Temperature Standards for the 21st Century*, p. 190-195. London: E&FN Spon, 1995.
471. HUMPHREYS, M. A. Clothing and the outdoor microclimate in summer, *Building and Environment*, 12, p.137-142, 1977.
472. HUMPHREYS, M. A. Outdoor temperatures and comfort indoors. *Building Research and Practice*, 6, p.92-105, 1978.
473. HUMPHREYS, M. A.; HANCOCK, M. Do people like to feel “neutral”? exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. *Energy and Buildings*, 39, p. 867-874, 2007.

474. HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. Effects of measurement and formulation error on thermal comfort indices in the ASHRAE database of field studies. *ASHRAE Transactions*, 106, p.493-502, 2000.
475. HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 667-684, 2002.
476. HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. *Proceedings...* p. 406-430, Oxford Brookes University, 2001.
477. HUNT, J. C. R.; POULTON, E. C.; MUMFORD, J. C. The effects of wind on people; New criteria based on wind tunnel experiments. *Building and Environment*, 11, 1, p. 15-28, 1976.
478. HUTTNER, S.; BRUSE, M.; DOSTAL, P. Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities. In: *5th Japanese-German Meeting on Urban Climatology*, p. 307-312, 2008.
479. HWANG, R. L.; LIN, T. P. Thermal comfort requirements for occupants of semi-outdoor and outdoor environments in hot-humid regions. *Architectural Science Review*, 50, p. 357-364, 2007.
480. HWANG, R.; LIN, T.; CHENG, M.; LO, J.. Adaptive comfort model for tree-shaded outdoors in Taiwan. *Building and Environment*, 45, 8, p. 1873-1879, 2010.
481. HWANG, R.; LIN, T.; MATZARAKIS, A. Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 46, 4, p. 863-870, 2011.
482. IAGUSP (INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO). *Laboratório de Micrometeorologia*. São Paulo: IAGUSP, 2011. <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro>. Acesso em 01/07/2011.
483. IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Censo 2010 – resultado da amostra. <http://www.censo2010.ibge.gov.br/apps/mapa>. Acesso em 25/07/2013.
484. INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). *Normais climatológicas* – períodos de 1931/60 e 1961/90. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1992.
485. INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Laboratório de Micrometeorologia*. São Paulo: IAGUSP, 2012. <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/>. Acesso em 01/02/2012.
486. IONIDES, M.; PLUMMER, J.; SIPLE, P. A. *The thermal acceptance ratio. Report from climatology and environmental protection section*. United States: USQG Office, Report 17, 1945.
487. ISAEV, A. A. *Ecological climatology*. Nauchnyi Mir, Moscou (em russo), 2003.
488. ISB (INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY). *Guidelines for ISB Commissions and Study Groups*. Oklahoma, ISB, 2004. <http://www.biometeorology.org/study.htm>. Acesso em 09/10/2004.
489. ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report 2006 of ISB Commission 6 on the Development of a Universal Thermal Climate Index UTCI*. Geneva, ISB Comission 6, 2006.
490. ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Guidelines for ISB Commission*. Oklahoma, 2004.

491. ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). *Report for 2003*. Geneva, ISB Commission 6, 2003.
492. ISB COMMISSION 6 FOR THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX (UTCI). Meeting Report, June 7-8, 2001, Freiburg, Germany. Freiburg, ISB Commission, 2001.
493. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 10551*. Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva: ISO, 1995.
494. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 11399*. Ergonomics of the thermal environment: principles and application of relevant International Standards. Geneva: ISO, 1995.
495. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 12894*. Ergonomics of the thermal environment: medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments. Geneva: ISO, 2001.
496. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 15666*. Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Geneva: ISO, 2003.
497. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 1996*. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels. Geneva: ISO, 2007.
498. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7243*. Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. Geneva: ISO, 2017.
499. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7726*. Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Geneva: ISO, 1998.
500. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7730*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva: ISO, 2005.
501. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7730*. Moderate thermal environments: determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort . Geneva: ISO, 1994.
502. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7933*. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Geneva: ISO, 2004.
503. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 7933*. Hot environments: analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate. Geneva: ISO, 1989.
504. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 8996*. Ergonomics of the thermal environment: determination of metabolic rate. Geneva: ISO, 2004.
505. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 8996*. Ergonomics: determination of metabolic heat production. Geneva: ISO, 1990.

506. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 9920. Ergonomics of the thermal environment: estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*. Geneva: ISO, 2007.
507. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 9920. Ergonomics of the thermal environment: estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble*. Geneva: ISO, 1995.
508. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO/TR 11079. Evaluation of cold environments: determination of required clothing insulation (IREC)*. Geneva: ISO, 1993.
509. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 11079. Ergonomics of the Thermal Environment — Determination and Interpretation of Cold Stress when Using Required Clothing Insulation (IREQ) and Local Cooling Effects*. Geneva: ISO, 2007.
510. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 13731. Ergonomics of the Thermal Environment — Vocabulary and Symbols*. Geneva: ISO, 2001.
511. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). *ISO 9886. Ergonomics: Evaluation of thermal strain by physiological measurements*. Geneva: ISO, 2004.
512. IUPS (INTERNATIONAL UNION OF PHYSIOLOGICAL SCIENCES). *Glossary of terms for thermal physiology, The Japanese Journal of Physiology*. 51, p. 245-280, 2001.
513. JACOBS, J. *The Death and Life of Great American Cities*. London: Penguin Books, 1961.
514. JACOBS, S. J.; PEZZA, A. B.; BARRAS, V.; BYE, J. A new “bio-comfort” perspective for Melbourne based on heat stress, air pollution and pollen. *International Journal of Biometeorology*, 58, p. 263-275, 2014.
515. JAKS, D.; JAKS, N. The tolerance time of the human body overcooling or overheating in unfavourable environmental conditions. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 321-326, 2000
516. JAMALUDIN, A. A. *Performance of bioclimatic design strategies at residential college buildings*. Thesis (PhD). Faculty of Built Environment, University of Malaysia, 2014.
517. JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M. Preferences of Student Residents Towards Sustainability with the Concept of Bioclimatic Design. *Planning Malaysia Journal*, 14, 5, p. 145-156, 2016.
518. JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M. The Dynamics of Daylighting at a Residential College Building with the Internal Courtyard Arrangement. *International Journal of Architectural Research*, 9, 3, p. 148-156, 2015.
519. JAMALUDIN, A. A.; HUSSEIN, H.; ROSEMARY, A.; ARIFFIN, M.; KEUMALA, N. A study on different natural ventilation approaches at a residential college building with the internal courtyard arrangement. *Energy & Buildings*, 72, p. 340-352, 2014.
520. JAMALUDIN, A. A.; KEUMALA, N.; ARIFFIN, A. R. M.; HUSSEIN, H. Landscape and sustainability: Three residential college buildings in the tropics. *Open House International*, 39, 1, p. 92-106, 2014.
521. JENDRITZKY, G. Perceived temperature: Klima-Michel-model. In: THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS WATCH WARNING SYSTEMS FOR EUROPEAN CITIES. Freiburg May 3, 2003. *Presentations of Conference The Development...*, Freiburg, 2003.

522. JENDRITZKY, G. Selected questions of topical interest in human bioclimatology. *International Journal of Biometeorology*, 35, 3, p. 139-150, 1991.
523. JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R. Adaptation and Thermal Environment. In: EBI, K. L.; BURTON, I.; MCGREGOR, G. (eds). *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change*. Springer, 2009.
524. JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R.; HAVENITH, G. UTCI - why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56, 3, p. 421-428, 2012.
525. JENDRITZKY, G.; GRÄTZ, A.; FRIEDRICH, M. The assessment of human thermal climates in cities. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 65-72, 2000.
526. JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G. The Thermal Environment of the Human Being: A subjective retrospection on methodologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY AND AEROBIOLY, 17, 2005, Garmisch-Partenkirchen. *Proceedings...* 2005.
527. JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*. Final Report COST Action 730, Freiburg, 2009.
528. JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E.; DE DEAR, R. The Universal Thermal Climate Index UTCI. *Nceub London Meeting*, September 20, 2007.
529. JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E.; DE DEAR, R. The Universal Thermal Climate Index UTCI goal and state of COST action. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
530. JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G.; WEIHS, P.; BATCHVAROVA, E. COST Action 730 on the Universal Thermal Climate Index UTCI. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY AND AEROBIOLY, 17, 2005, Garmisch-Partenkirchen. *Proceedings...* 2005.
531. JENDRITZKY, G.; HÖPPE, P. The UTCI and the ISB. *International Journal of Biometeorology*, 61, 1, p. 23-27, 2017.
532. JENDRITZKY, G.; KALKSTEIN, L. S.; MAUNDER W. J. *Climate and Human Health*. Geneva: WMO, 1996.
533. JENDRITZKY, G.; MAAROUF, A.; FIALA, D.; STAIGER, H. An update on the development of a Universal Thermal Climate Index. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY AND AEROBIOLY, 16, 2002, Kansas City. *Proceedings...* 2002.
534. JENDRITZKY, G.; MAAROUF, A.; STAIGER, H. Looking for a universal thermal climate index UTCI for outdoor applications. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 353-367. Oxford Brookes University, 2001.
535. JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W. A model analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Archives for meteorology, geophysics, and bioclimatology, Series B*, 29, p. 313-326, 1981.
536. JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W. A model analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Archives for meteorology, geophysics, and bioclimatology, Series B*, 29, p. 313-326, 1981.

537. JENDRITZKY, G.; SCHIRMER, H.; MENZ, G.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methode zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). *Beiträge Akad Raumforschung Landesplanung Hannover*, 114, p. 7-69, 1990.
538. JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. Klimatologische Probleme - ein einfaches Verfahren zur Vorhersage der Wärmebelastung. *Zeitschrift für angewandte Bäder und Klimaheilkunde*, 26, 1, p. 37-43, 1979.
539. JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; BUCHER, K.; GRAETZ, A.; LASCHEWSKI, G. *The Perceived Temperature: The method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body*. Deutscher Wetterdienst, 2005.
540. JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; BUCHER, K.; GRAETZ, A.; LASCHEWSKI, G. The perceived temperature—the method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body. In: INTERNET WORKSHOP ON WINDCHILL, hosted by Environment Canada, *Proceedings...* 2000.
541. JENDRITZKY, G.; TINZ, B. The thermal environment of the human being on the global scale. In: KJELLSTRÖM, T. (ed) *Heat, work and health: implications of climate change*. Global Health Action, 2009.
542. JENDRITZKY, G.; TINZ, B. The thermal environment of the human being on the global scale. *Global Health Action*, 2, p. 1-12, 2009.
543. JITKHAJORNWANICH, K.; PITTS, A. C. Interpretation of thermal responses of four subject groups in transitional spaces of buildings in Bangkok. *Building and Environment*, 37, 11, p. 1193-1204, 2002.
544. JOHANSSON, E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and Environment*, 41, p.1326-1338, 2006.
545. JOHANSSON, E.; EMMANUEL, R. The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *International Journal of Biometeorology*, 51, p. 119-133, 2006.
546. JOHANSSON, E.; SPANGENBERG, J.; GOUVÊA, M. L.; FREITAS, E. D. Scale-integrated atmospheric simulations to assess thermal comfort in different urban tissues in the warm humid summer of São Paulo, Brazil. *Urban Climate*, 6, p. 24-43, 2013.
547. JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - the need for standardization. *Urban Climate*, 10, p. 346-366, 2014.
548. JOKL, M. V. Standard layers: a new criterion of the thermal insulating properties of clothing. *International Journal of Biometeorology*, 26, p. 37-48, 1982.
549. JONES, B. W. Capabilities and limitations of thermal models for use in thermal comfort standards. *Energy and Buildings*, 34, p. 653-659, 2002.
550. KALKSTEIN, L. S.; GREEN, J. S. An evaluation of climate/mortality relationship in large U.S. cities and the possible impacts of climate change. *Environmental Health Perspectives*, 105, p. 84-93, 1997.
551. KALKSTEIN, L. S.; NICHOLS, M. C.; BARTHEL, C. D.; GREENE, J. S. A new spatial synoptic classification: application to air mass analysis. *International Journal of Climatology*, 16, 8, p. 983-1004, 1996.

552. KALKSTEIN, L. S.; VALIMONT, K. M. An evaluation of summer discomfort in the United States using a relative climatological index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 67, p. 842-848, 1986.
553. KALKSTEIN, L. S.; VALIMONT, K. M. An evaluation of winter weather severity in the United States using the weather stress index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 68, p. 1535-1540, 1988.
554. KALMAN, Y.; PEARLMUTTER, D.; ERELL, E. Impact of increasing the height of Tel Aviv buildings on pedestrian comfort and building energy efficiency. In: *PLEA2013 - 29TH CONFERENCE, SUSTAINABLE ARCHITECTURE FOR A RENEWABLE FUTURE*, Munich, 2013. *Proceedings...* 2013.
555. KAMON, E.; RYAN, C. Effective heat strain index using pocket computer. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 42, p. 611-615, 1981.
556. KANG, J. *Urban Sound Environment*. London: Taylor & Francis, 2006.
557. KANG, J.; ZHANG, M. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. *Building and Environment*, 45, 1, p. 150-157, 2010.
558. KANG, J.; YANG, W.; ZHANG, M. Sound environment and acoustic comfort in urban spaces. In: NIKOLOPOULOU; M. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Atenas: CRES, 2004.
559. KÁNTOR, N.; UNGER, J. The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment – the mean radiant temperature. *Central European Journal of Geoscience*, 3, p. 90-100, 2011.
560. KÁNTOR, N.; UNGER, J.; GULYÁS, A. Subjective estimations of thermal environment in recreational urban spaces – part 2: international comparison. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 1089-1101, 2012.
561. KATAVOUTAS, G.; GEORGIU, G. K.; ASIMAKOPOULOS, D. N. Studying the urban thermal environment under a human-biometeorological point of view: the case of a large coastal metropolitan city, Athens. *Atmospheric Research*, 152, p. 82-92, 2015.
562. KATAVOUTAS, G.; THEOHARATOS, G.; FLOCAS, H. A.; ASIMAKOPOULOS, D. N. Measuring the effects of heat wave episodes on the human body's thermal balance. *International Journal of Biometeorology*, 53, p. 177-187, 2009.
563. KATZSCHNER, A. Calibration of thermal comfort in different climates for urban planning concerns. *Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs, 20*. Universität Freiburg, 2010.
564. KATZSCHNER, L. The contribution of urban climate studies to a new urbanity. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* ANTAC, 2005.
565. KATZSCHNER, L. Urban bioclimate and open space planning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
566. KATZSCHNER, L. Urban climate maps: a tool for calculations of thermal conditions in outdoor spaces. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 453 - 458, 2000.
567. KATZSCHNER, L. Urban Climate Studies as tools for Urban Planning and Architecture In: IV ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1997. *Anais...* ANTAC, 1997.

568. KATZSCHNER, L.; BOSCH, U.; RÖTTGEN, M. Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings....* p. 411-415, 2002.
569. KATZSCHNER, L.; FREIRE, T.; NERY, J.; ANDRADE, T.; CARVALHO, L. Urban climate study of Salvador: thermal comfort pattern. In: V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999, Fortaleza. *Anais...* ANTAC, 1999.
570. KATZSCHNER, L.; THORSSON, S. Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 7., Yokohama, Japan, 2009. *Proceedings...* Yokohama, Japan, 2009.
571. KAWAMURA, W. Distribution of discomfort index in Japan in summer season. *Journal of Metabolic Research*, 17, 7, p. 460-466, 1965.
572. KEATINGE, W. R.; DONALDSON, G. C. Differences in cold exposures associated with excess winter mortality. In: HOLMÉR, I; KUKLANE, K. (ed) *Problems with cold work*, Arbete och hälsa, 18, p. 210-215, 1998.
573. KENNY, N. A.; WARLAND, J. S.; BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. G. Part A: assessing the performance of the COMFA outdoor thermal comfort model on subjects performing physical activity. *International Journal of Biometeorology*, 53, p. 415-428, 2009.
574. KENNY, N. A.; WARLAND, J. S.; BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. G. Part B: revisions to the COMFA outdoor thermal comfort model for application to subjects performing physical activity. *International Journal of Biometeorology*, 53, p. 429-441, 2009.
575. KERSLAKE, D. M. *The stress of hot environment*. Cambridge University Press, Cambridge, 1972.
576. KESSLER, E. Wind Chill Errors. *Bulletin of American Meteorological Society*, 74, p. 1743-1744, 1993.
577. KETTERER, C.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of the urban heat island in a city with complex topography - the case of Stuttgart, Germany. *Urban Climate*, 10, p. 573-584, 2014.
578. KILBOURNE, E. M. Heat waves and hot environments. *The Public Health Consequences of Disasters*. p. 245-269, Oxford University Press, New York, 1997. LE
579. KIM, J.; KIM, K. R.; CHOI, B. C.; LEE, D. G.; KIM, J. S. Regional distribution of perceived temperatures estimated by the human heat budget model (the Klima-Michel model) in South Korea. *Advances in Atmospheric Sciences*, 26, p. 275-282, 2009.
580. KLEMM, W.; HEUSINKVELD, B. G.; LENZHOLZER, S.; JACOBS, M. H.; VAN HOVE, B. Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands. *Building and Environment*, 83, p. 120-128, 2015.
581. KNEZ, I. Climate: a nested physical structure in places. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
582. KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, 50, p. 258-268, 2006.
583. KNEZ, I.; THORSSON, S. Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. *Building and Environment*, 43, 9, p.1483-1490, 2008.

584. KNEZ, I.; THORSSON, S.; ELIASSON, I. Psychological mechanism in outdoor place and weather assessment: towards a conceptual model. *International Journal of Biometeorology*, 53, p.101-11, 2009.
585. KONDRATYEV, G. M. Approximate thermal assessment of clothing insulation. *Transactions VNIISP*, 6, 1957.
586. KONSTANTINA, A. *Retrofitting historical buildings: potential and perspectives*. 92p. Dissertação (Mestrado). School of Science & Technology, International Hellenic University, Thessaloniki, Grécia, 2015.
587. KONSTANTINOV, P. I.; VARENTSOV, M. I.; MALININA, E. P. Modeling of thermal comfort conditions inside the urban boundary layer during Moscow's 2010 summer heat wave (case-study). *Urban Climate*, 10, p. 563-572, 2014.
588. KONZ S.; HWANG C.; DHIMAN B.; DUNCAN J.; and MASUD A. An experimental validation of mathematical simulation of human thermoregulation. *Computers in Biology and Medicine*, 7, p. 71-82, 1977.
589. KOPPE, C.; JENDRITZKY, G. Inclusion of short-term adaptation to thermal stresses in a heat load warning procedure. *Meteorologische Zeitschrift*, 14, p. 271-278, 2005.
590. KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, Vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6, p. 593-61, 1900.
591. KOVÁCS, A.; NÉMETH, Á. Tendencies and differences in human thermal comfort in distinct urban areas in Budapest, Hungary. *Universitatis Szegediensis, Tomus. Acta Climatologica et Chorologica*, 46, p.115-124, 2012.
592. KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; WATRIN, V.; SKUBS, D.; PINA, S. A. M. G. Verandahs and Self-Built Houses: The Case of Campinas, Brazil. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., Santiago, Chile, 2003. *Anais...* Santiago: PLEA, 2003.
593. KRÄUCHI, K. How is the circadian rhythm of core body temperature regulated? *Clinical Autonomic Research*, 12, p. 147-149, 2002.
594. KREITH, F. *Princípios da transmissão de calor*. São Paulo: Edgar Blücher, 1973.
595. KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Impactos do uso de climatização artificial na percepção térmica em espaços abertos no centro do Rio de Janeiro. *Ambiente Construído*, 16, 2, p. 133-148, 2016.
596. KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Interferências do fator cor da pele na percepção térmica de transeuntes. *Ambiente Construído*, 17, 1, p. 83-96, 2017.
597. KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C. Quantificação dos impactos da climatização artificial na sensação térmica de transeuntes em termos de alterações no microclima. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9, 1, p. 301-312, 2017.
598. KRÜGER, E. L.; DRACH, P. R. C.; EMMANUEL, R.; CORBELL, O. D. Estudo de conforto em espaços abertos em região de clima temperado: o caso de Glasgow, Reino Unido. *Ambiente Construído*, 12, 1, p. 7-25, 2012.
599. KRÜGER, E. L.; DRACH, P.; BRÖDE, P. Outdoor comfort study in Rio de Janeiro: site-related context effects on reported thermal sensation. *International Journal of Biometeorology*, 61, 3, p. 463-475, 2017.
600. KRÜGER, E. L.; DUMKE, E. M. S.; MICHALOSKI, A. O. Sensação de conforto térmico: respostas dos moradores da Vila Tecnológica de Curitiba. In: VI ENCONTRO

NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, nov. 2001, São Pedro. *Anais...* ANTAC, 2001.

601. KRÜGER, E. L.; MENDONÇA, F.; DUMKE, E. S. Intra-Urban Air Temperature Distribution, Urban Heat Island and Thermal Comfort Implications in A Subtropical City. *International Journal of Architectural Engineering Technology*, 1, p. 127-137, 2015.
602. KRÜGER, E. L.; MINELLA, F. O.; RASIA F. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. *Building and Environment*, 46, 3, p. 621-634, 2011.
603. KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A. Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. *Building and Environment*, 46, 3, p. 690-697, 2011.
604. KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; DRACH, P. Calibration of the physiological equivalent temperature index for three different climatic regions. *International Journal of Biometeorology*, 61, 7, 2017.
605. KRÜGER, E. L.; TAMURA, C.; BRÖDE, P.; SCHWEIKER, M.; WAGNER, A. Short- and long-term acclimatization in outdoor spaces: exposure time, seasonal and heatwave adaptation effects. *Building and Environment*, 116, Supplement C, p. 17-29, 2017.
606. KRYS, S. A.; BROWN, R. D. Radiation absorbed by a vertical cylinder in complex outdoor environments under clear sky conditions. *International Journal of Biometeorology*, 34, p. 69-75, 1990.
607. KUKLANE, K.; GAVHED, D.; FREDRIKSSON, K. A field study in dairy farms: thermal condition of feet. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27, 6, p. 367-373, 2001.
608. KURAZUMI, Y.; FUKAGAWA, K.; YAMATO, Y.; TOBITA, K.; KONDO, E.; TSUCHIKAWA, T.; HORIKOSHI, T.; MATSUBARA, N. Enhanced conduction-corrected modified effective temperature as the outdoor thermal environment evaluation index upon the human body. *Building and Environment*, 46, p. 12-21, 2011.
609. KURAZUMI, Y.; TSUCHIKAWA, T.; KONDO, E.; HORIKOSHI, T.; MATSUBARA, N. Conduction-corrected modified effective temperature as the indices of combined and separate effect of environmental factors on sensational temperature. *Energy and Buildings*, 42, p. 441-448, 2010.
610. KUWABARA, K.; MOCHIDA, T.; NAGANO, K.; SHIMAKURA, K. Evaluation of thermal sensation in urban environment. In: 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON AIR DISTRIBUTION IN ROOMS, Copenhagen. *Proceedings...* p. 417-420. Copenhagen: Roomvent, 2002.
611. KWOK, A. Keeping cool in the tropics with air movement. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 309-314, 2000.
612. KWONG, Q. J.; ADAM, N. M. Energy efficiency potential in tropical buildings—perspective of an enclosed transitional zone. *International Energy Journal*, 11, p. 111-122, 2010.
613. LABAKI, L. C.; FONTES, M. S. G. C.; BARTHOLOMEI, C. L. B.; DACANAL, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo. *Ambiente Construído*, 12, 1, p. 167-183, 2012.
614. LABAKI, L. C.; OLIVEIRA, M. C.; FREIRE, A. P. The effect of pavement materials on thermal comfort in open spaces. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.

615. LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio*, 4, 1, p. 23-42, 2011.
616. LABAKI, L.; SANTOS, R. Um método para medir a sombra. *Pesquisa FAPESP*, 61, janeiro e fevereiro, 2001.
617. LAI, D.; GUO, D.; HOU, Y.; LIN, C.; CHEN, Q. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. *Building and Environment*, 77, p. 110-118, 2014.
618. LAI, D.; ZHOU, C.; HUANG, J.; JIANG, Y.; LONG, Z.; CHEN, Q. Outdoor space quality: a field study in an urban residential community in central China. *Energy and Buildings*, 68, p. 713-720, 2014.
619. LALLY, V. E.; WATSON, B. F. Humiture revisited. *Weather*, 13, p. 254-256, 1960.
620. LANDSBERG, H. E. The Assessment of Human Bioclimate, a Limited Review of Physical Parameters. World Meteorological Organization, *Technical Note 123*, WMO, Geneva, 1972.
621. LANDSBERG, H. E. *The urban climate*. New York: Academic Press, 1981.
622. 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*, 21, p. 91-103, 2002.
623. LATINI, G.; GRIFONI, R.; TASCINI, S. Thermal comfort and microclimates in open spaces. In: BUILDING XI CONFERENCE, *Paper 79*, Florida. *Proceedings...* 2010.
624. LATYSHEV, G. T.; BOKSHA, V. G. Concerning medical estimation of weather (weather index and patients response). *Quest Kurortol*, 4, p. 345-351, 1965.
625. LECHA, L. Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics. *International Journal of Biometeorology*, 42, p. 77-83, 1998.
626. LEE, D. H. K. Proprioclimates of man and domestic animals. Climatology: reviews of research. UNESCO Conf. Paris, 1956. *Arid Zone Research Series*, 10, p. 102-125, 1958.
627. LEE, D. H. K. Seventy-five years of searching for a heat index. *Environmental Research*, 22, p. 331-356, 1980.
628. LEE, D. H. K.; HENSCHER, A. Effects of physiological and clinical factors on response to heat. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 134, p. 743-749, 1966.
629. LEE, D. H. K.; VAUGHAN, I. A. Temperature equivalent of solar radiation on man. *International Journal of Biometeorology*, 8, 1, p. 61-69, 1964.
630. LEE, H.; HOLST, J.; MAYER, H. Modification of human-biometeorologically significant radiant flux densities by shading as local method to mitigate heat stress in summer within urban street canyons. *Advances in Meteorology*, 1-13, 2013.
631. LEHMANN H. Microclimatic investigations of cooling in a forest region. *Veröffentlichungen der Geophysik Institute Leipzig*, 2, 4, 1936.
632. LEME, C.; MONTEIRO, L. M. Os recentes microapartamentos paulistanos: reflexões sobre o desempenho termo-luminoso dessas tipologias. In: VI SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2017, Porto Alegre. *Anais do VI Seminário Internacional de Construções Sustentáveis*. Porto Alegre: Imed, 2017.
633. LENZHOLZER, S.; KOH, J. Immersed in microclimatic space: Microclimate experience and perception of spatial configurations in Dutch squares. *Landscape and Urban Planning*, 95, 1-2, p.1-15, 2010.

634. LEVERATTO, M. J. Propuesta de Un Método para Analisar las Condiciones Microclimáticas en Espacios Urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL, 5., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., Fortaleza, 1999. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 1999.
635. LI, P. W.; CHAN, S. T. Application of a weather stress index for alerting the public to stressful weather in Hong Kong. *Meteorological Applications*, 7, p. 369-375, 2000.
636. LI, P. W.; CHAN, S. T.; OBSERVATORY, H. K.; ROAD, N.; KONG, H. Application of a weather stress index for alerting the public to stressful weather in Hong Kong. *Meteorological Applications*, 7, p. 369-375, 2000.
637. LIMA, D. C. R.; LIMA, P. R.; CARAM, R. M. Influência da geometria do cânion urbano no nível de estresse térmico de pedestres. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, Balneário Camboriu. *Anais...* 2017.
638. LIMA, I. M.; JARDIM, C. H. Conforto térmico em função das variações de temperatura e umidade relativa do ar no Bairro Castelo, Belo Horizonte-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA 17; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1, Campinas. *Anais...* Campinas: 2017.
639. LIN, B.; LI, X.; ZHU, Y.; QIN, Y. Numerical simulation studies of the different vegetation patterns' effects on outdoor pedestrian thermal comfort. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, p. 1707-1718, 2008.
640. LIN, T. P. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Building and Environment*, 44, p. 2017-2026, 2009.
641. LIN, T. P.; ANDRADE, H.; HWANG, R. L.; OLIVEIRA, S.; MATZARAKIS, A. The comparison of thermal sensation and acceptable range for outdoor occupants between Mediterranean and subtropical climates. In: ICB2008 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMETEOROLOGY. *Proceedings...* Tokyo: ISB, 2008.
642. LIN, T. P.; DE DEAR, R.; HWANG, R. L. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. *International Journal of Climatology*, 31, p. 302-312, 2011.
643. LIN, T. P.; MATZARAKIS, A. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology*, 52, p. 281-290, 2008.
644. LIN, T. P.; MATZARAKIS, A.; HWANG, R. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 45, 1, p.213-221, 2010.
645. LIN, T. P.; DEAR, R.; HWANG, R. L. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. *International Journal of Climatology*, 31, p. 302-312, 2011.
646. LIND, A. R. Effect of individual variation on upper limit of prescriptive zone of climates. *Journal of Applied Physiology*, 28, 1, p. 57- 62, 1970.
647. LIND, A. R.; HELLON, R. F. Assessment of physiologic severity of hot climate. *Journal of Applied Physiology*, 11, p. 35-40, 1957.
648. LINDBERG, F. *SOLWEIG1D User Manual*. Version 2015, 2015 http://gvc.gu.se/digitalAssets/1536/1536039_solweig1d-user-manual.pdf. Acesso em 01/08/2017.
649. LINDBERG, F.; HOLMER, B.; THORSSON, S. SOLWEIG 1.0 – Modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. *International Journal of Biometeorology*, 52, 7, p. 697-713, 2008.

650. LINDNER, K. Assesment of Sensible Climate in Warsaw Using UTCI. *Prace i Studia Geograficzne*, 47, p. 285-291, 2011.
651. LINDNER-CENDROWSKA, K. Assessment of bioclimatic conditions in cities for tourism and recreational purposes (a Warsaw case study). *Geographia Polonica*, 86, p. 55-66, 2013.
652. LINKE, F. Die Übertemperatur einer frei aufgestellten schwarzen Kugel. *Meteorologische Zeitschrift*, 43, p. 11, 1926.
653. LIOPO, T. N.; CICHENKO, G. V. *Climatic conditions and human thermal state*. Leningrad Hydrometeorological Publishing House (em russo), 1971.
654. LIU, W.; LIAN, Z.; DENG, Q.; LIU, Y.. Evaluation of calculation methods of mean skin temperature for use in thermal comfort study. *Building and Environment*, 46, 2, p.478-488, 2011.
655. LIU, W.; LIAN, Z.; ZHAO, B. A neural network evaluation model for individual thermal comfort. *Energy and Buildings*, 39, 10, p. 1115-1122, 2007.
656. LIU, W.; ZHANG, Y.; DENG, Q. The effects of urban microclimate on outdoor thermal sensation and neutral temperature in hot-summer and cold-winter climate. *Energy and Buildings*, 128, p. 190–197, 2016.
657. LLOPART, M.; COPPOLA, E.; GIORGI, F.; ROCHA, R. P. da; CUADRA, S. V. Climate change impact on precipitation for the Amazon and La Plata basins. *Climatic Change*, 125, p.111-125, 2014.
658. LOIS, E.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. *Anais...* São Pedro: ANTAC, 2001.
659. LOWE, D.; EBI, K. L.; FORSBERG, B. Heatwave early warning systems and adaptation advice to reduce human health consequences of heatwaves. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, p. 4623-4648, 2011.
660. LUCCHESI, J. R.; MIKURI, L. P.; DE FREITAS, N. V.; ANDREASIWA. Application of selected indices on outdoor thermal comfort assessment in Midwest Brazil. *International Journal of Energy and Environment*, 7, 4, p.291-302, 2016.
661. LUIZ, L. L.; NOVAES, G.; MÜLFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M. Urban External Space in Brazilian Modernist Architecture under the focus of Pedestrian Environmental Comfort. In: THE 33TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2017, Edinburgh. *Proceedings..* Edinburgh: PLEA. 1. p. 1195-1202, 2017.
662. LUZ, B.; ALUCCI, M. P.; MONTEIRO, L. M. A luminous efficiency predictive model of light-pipes. In: CLIMA 2010 - 10TH REHVA WORLD CONGRESS, 2010, Antalya. *Sustainable Energy Use in Buildings*. Antalya: REHVA, 2010.
663. LUZ, B.; MONTEIRO, L. M. Empirical and software verification of a simplified predictive model of luminous efficiency of light-pipes. In: PLEA 2014 - THE 30TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2014, Ahmedadab. *Proceedings of The 30th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 2, p. 113-120. Ahmedadab: PLEA, 2014.
664. LUZ, B.; MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo preditivo de eficiência de dutos de luz (EDL). In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE

- CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010.
665. MAAROUF, A.; BITZOS, M. *Windchill indices: a review of science, current applications and future directions for Canada*. Meteorological Service of Canada, Environment Canada, 2000.
 666. MACPHERSON, R. K. The assessment of the thermal environment. A review. *British Journal of Industrial Medicine*, 19, p. 151-164, 1962.
 667. MAHMOUD, A. H. A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. *Building and Environment*, 46, p. 2641-2656, 2011.
 668. MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorotrópicas na cidade de São Paulo – parte 1. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. *Anais...* Foz de Iguaçu, p. 305-314, 2002.
 669. MAIRIAUX, P.; MALCHAIRE, J. Comparison and validation of heat stress indices in experimental studies. *Ergonomics*, 38, p. 58-72, 1995.
 670. MAJID, N.; HANITA, A. Thermal Comfort of Urban Spaces in the Hot Humid Climate. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
 671. MAKAREMI, N.; SALLEH, E.; JAAFAR, M. Z.; GHAFARIANHOSEINI, A. H. Thermal comfort conditions of shaded outdoor spaces in hot and humid climate of Malaysia. *Building and Environment*, 48, p. 7-14, 2012.
 672. MAKAREMI, N.; SALLEH, E.; JAAFAR, M. Z.; HOSEINI, A. H. G. Thermal comfort conditions of shaded outdoor spaces in hot and humid climate of Malaysia. *Building and Environment*, 48, p. 7-14, 2012.
 673. MALCHAIRE, J.; PIETTE, A.; KAMPMANN, B.; MEHNERT, P.; GEBHARDT, H.; HAVENITH, G.; DEN HARTOG, E.; HOLMER, I.; PARSONS, K.; ALFANO, G.; GRIEFAHN, B. Development and validation of the predicted heat strain model. *Annals of Occupational Hygiene*, 45, 2, p. 123-135, 2001.
 674. MALONEY, S. K.; FORBES, C. F. What effect will a few degrees of climate change have on human heat balance? Implications for human activity. *International Journal of Biometeorology*, 55, p. 147-160, 2011.
 675. MARAGNO, G. V. *Sombras profundas - dimensão estética y repercusión ambiental del diseño de la varanda en la arquitectura brasileña*. 294p. Tese (Doutorado). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2010.
 676. MARKUS, T. A.; MORRIS, E. N. *Buildings, climate, and energy*. London: Pitman International Publishing Limited, 1980.
 677. MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K.; VIEZZER, J.; GRISE, M. M.; LIMA NETO, E. M. Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba-PR. *Floresta*, 44, 2014.
 678. MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. *Environment Canada*, CLI 1-79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service, 1979.
 679. MATEEVA, Z.; FILIPOV, A. Bioclimatic distance index in the Rila and Rhodopy area of Bulgaria. In: BLAZEJCZYK, K.; KRAWCZYK, B.; KUCHCIK, M. (eds) *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych. Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 188, p. 295-302, 2003.

680. MATHEUS, C.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em uma residência em forma de varanda com cobertura verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais..* Brasília, 2013.
681. MATYUKHIN, V. A.; KUSHNIRENKO, E. Y. Complex quality assessment of environmental influence on the human body. In: WMO; WHO SYMPOSIUM ON CLIMATE AND HUMAN HEALTH IN LENINGRAD, 1986, WMO. *Proceedings...* Geneva, 2, p. 41-45, 1987.
682. MATZARAKIS, A. Climate Change: Temporal and spatial dimension of adaptation possibilities at regional and local scale. *Bridging Tourism Theory and Practice*, 3, p. 237-259, 2010.
683. MATZARAKIS, A. Developments and applications of thermal indices in urban structures by RayMan and SkyHelios model. In: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. *Proceedings...* Toulouse, 2015.
684. MATZARAKIS, A. Modelling of radiation fluxes in urban areas and their relevance to thermal conditions of humans. In: THIRD SYMPOSIUM ON THE URBAN ENVIRONMENT. *Proceedings...* p. 163-164, 2000.
685. MATZARAKIS, A. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments-Application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 51, 4, p.323-334, 2007.
686. MATZARAKIS, A. *Rayman*. 2009. <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman/intro.htm>. Acesso em 01/08/2017.
687. MATZARAKIS, A. Validation of modelled mean radiant temperature within urban structures. AMS SYMPOSIUM ON URBAN ENVIRONMENT. *Proceedings...* Norfolk, 2002.
688. MATZARAKIS, A.; BLAZEJCZYK, K.; AMELUNG, B. *Climate change and tourism assessment and coping strategies*. Maastricht-Warsaw-Freiburg, 2007.
689. MATZARAKIS, A.; FRÖHLICH, D. Sport events and climate for visitors-the case of FIFA World Cup in Qatar 2022. *International Journal of Biometeorology*, 59, 4, p. 481-486, 2014.
690. MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another kind of environmental stress: Thermal stress. *Newsletters* No. 18, p. 7-10. WHO collaborating centre for air quality management and air pollution control, 1996.
691. MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Atmospheric conditions and human thermal comfort in urban areas. In: 11TH SEMINAR ON ENVIRONMENTAL PROTECTION "ENVIRONMENT AND HEALTH". Thessaloniki, Greece. *Proceedings...* p. 155-166, 2000.
692. MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Heat stress in Greece. *International Journal of Biometeorology*, 41, p.34-39, 1997.
693. MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 76-84, 1999.
694. MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Estimation and Calculation of the Mean Radiant Temperature Within Urban Structures. In: DE DEAR, R. J. ET AL. (Eds.). *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium: selected papers the conference ICBICUC'99*. Sydney: WCASP-50, WMO/TD, 2000.

695. MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 54, p.131-139, 2010.
696. MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 51, p. 323-334, 2007.
697. MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 23., 2006, Genève. *Proceedings...* Genève: Université de Genève. 2, p. 449-453, 2006.
698. MAYER H.; HOLST, J.; DOSTAL, P.; IMBERY, F.; SCHINDLER, D. Human thermal comfort in summer within an urban street canyon in Central Europe. *Meteorologische Zeitschrift*, 17, 241, 50, 2008.
699. MAYER H.; HÖPPE P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38, p. 43-49, 1987.
700. MAYER, H. Urban bioclimatology. *Experientia*, 49, p.957-963, 1993.
701. MAYER, H.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MONITORING AND MANAGEMENT OF URBAN HEAT ISLAND, Fujisawa, 1998. *Proceedings...* p. 155-168, 1998.
702. MAZHAR, N.; BROWN, R. D.; KENNY, N.; LENZHOLZER, S. Thermal comfort of outdoor spaces in Lahore Pakistan: lessons for bioclimatic urban design in the context of global climate change. *Landscape and Urban Planning*, 138, p. 110-117, 2015.
703. MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H. E.; LADELL, W. S. S.; SCOTT, J. W.; THOMSON, M. L.; WEINER, J. S. *The prediction of the physiological effects of warm and hot environments*. Medical Research Council Report 47/391. Londres, 1947.
704. MCCULLOUGH, E. A.; JONES, B. W. *A comprehensive database for estimating clothing insulation*. IER technical report 84-01 (final report to ASHRAE research project RP-411). Institute for Environmental Research, 1984.
705. MCGREGOR, G. R.; BASSEMOULIN, P.; EBI, K.; MENNE. *Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development*. 2014.
706. MCINTYRE D. A. *Indoor Climate*. London: Applied Science Publishers Ltd., 1980.
707. MCINTYRE, D. A. A guide to thermal comfort. *Applied Ergonomics*, 4, 2, p. 66-72, 1973.
708. MCKARNS, J. S.; BRIEF, R.S. Nomographs give refined estimate of heat stress index. *Heating, Piping, and Air Conditioning*, 38, p. 113-116, 1966.
709. MCCLAUGHLIN, J. T.; SHULMAN, M. An anthropocentric summer severity index. *International Journal of Biometeorology*, 21, p. 16-28, 1977.
710. MD DIN, M. F.; LEE, Y. Y.; PONRAJ, M.; OSSEN, D. R.; IWAQ, K.; CHELLIAPAN, S. Thermal comfort of various building layouts with a proposed discomfort index range for tropical climate. *Journal of Thermal Biology*, 41, p. 6-15, 2014.
711. MEHNERT, P.; BRÖDE, P.; GRIEFAHN, B. Gender-related difference in sweat loss and its impact on exposure limits to heat stress. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, p. 343-351, 2002.

712. MEHNERT, P.; MALCHAIRE, J.; KAMPMANN, B.; PIETTE, A.; GRIEFAHN, B.; GEBHARDT, H. J. Prediction of the average skin temperature in warm and hot environments. *European Journal of Applied Physiology*, 82, p. 52-60, 2000.
713. MELBOURNE, W. H. Criteria for environmental wind conditions. *Journal of Industrial Aerodynamics*, 3, p. 241-249, 1978.
714. MENDONÇA, R. ASSIS, E. Conforto térmico urbano. Estudo de caso do Bairro Floresta, Belo Horizonte. *Ambiente Construído*, 2003, p. 45-63, Porto Alegre: ANTAC, 2003.
715. MENDONÇA, R.; ASSIS, E. Conforto térmico urbano. Estudo de caso do Bairro Floresta, Belo Horizonte. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. *Anais...* ANTAC, 2001.
716. METJE, N.; STERLING, M.; BAKER, C. J. Pedestrian comfort using clothing values and body temperatures. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, p. 412-435, 2008.
717. MIECZKOWSKI, Z. The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer*, 29, 3, p. 220-233, 1985.
718. MILLS, G. Progress toward sustainable settlements: a role for urban climatology. *Theoretical and Applied Climatology*, 84, 2006.
719. MILLS, G. The radiative effects of building groups on single structures. *Energy and Buildings*, 25, p. 51-61, 1997.
720. MINELLA, F. C. O.; HONJO, S.; KRUGER, E. L. Estratégias de melhoria do ambiente térmico diurno em situação de verão de uma fração urbana da cidade de São Paulo. *Ambiente Construído*, 12, 4, p. 139-158, 2012.
721. MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. *Ambiente Construído*, 11, 1, p. 123-143, 2011.
722. MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, Natal. *Anais...* Natal: 2009.
723. MINELLA, F. O.; HONJO, S.; KRÜGER, E. Comparações microclimáticas de duas regiões distintas de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Búzios. *Anais...* Búzios: 2011.
724. MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). *NR 15 Atividades e operações insalubres*, Anexo 3 - Limites e tolerância para exposição ao calor. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978.
725. MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 1. *Chaleur et Industrie*, 276, p. 159-172, 1948.
726. MISSENARD, A. Équivalence thermique des ambiances: équivalences de passage, équivalences de séjours. Partie 2. *Chaleur et Industrie*, 277, p. 189-198, 1948.
727. MISSENARD, A. Equivalence Thermique des Ambiance. *Chaleur et Industrie*, 24, p.159-183, 1948.

728. MISSENARD, A. *Étude physiologique et technique de la ventilation*. Léon Eyrolles, Paris, 1933.
729. MISSENARD, A. Température effective d'une atmosphère Généralisation température résultante d'un milieu. In: *Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation*. Paris: Librerie de l'Enseignement Technique, p. 131-185, 1933.
730. MISSENARD, A. Théorie simplifiée du Thermomètre Résultant. *Chauf Vent*, 12, p. 347-352, 1935.
731. MITCHELL, D.; WHILLIER, A. Cooling power of underground environments. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 72, p. 93-99, 1971.
732. MIYANAGA, T.; URABE, W.; NAKANO, Y. Simplified human body model for evaluating thermal radiant environment in a radiant cooled space. *Building and Environment*, 36, p. 801-808, 2001.
733. MOCHIDA, A.; LUN, I. Y. F. Prediction of wind environment and thermal comfort at pedestrian level in urban area. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, p. 1498-1527, 2008.
734. MOCHIDA, T. Comfort Chart: an index for evaluating thermal sensation. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University*, 15, 2, p. 175-185, 1979.
735. MOLNAR, G. W. An evaluation of wind chill. In: HORVATH, S.M. (ed) *Cold Injury*. US Army Med. Res. Lab. Montpelier, Capital City Press, pp 175-221, 1958.
736. MONTEIRO, L. M. Alternatives to office buildings glazed facades in tropical climate. In: CLIMA 2010 - 10TH REHVA WORLD CONGRESS, 2010, Antalya. *Sustainable Energy Use in Buildings*. Antalya: REHVA, 2010.
737. MONTEIRO, L. M. An office building retrofit: comparative study of passive solutions for reducing thermal load. In: PLEA 2005 - THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2005, Zouk Mosbeh. *Environmental Sustainability: The Challenge of Awareness in Developing Societies*. Zouk Mosbeh: Notre Dame University, 2005.
738. MONTEIRO, L. M. Arquitetura da Adaptação. In: GONÇALVES, J.; BODE, K. (org.). *Edifício Ambiental*. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 1, p. 27-56, 2015.
739. MONTEIRO, L. M. Assessing outdoor thermal comfort conditions: methods and management tools. In: SB13 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE BUILDING, 2013, Oulu. *Proceedings of International Conference on Sustainable Building*. Oulu: SB, 2013.
740. MONTEIRO, L. M. Assessment of solar shading systems for building envelopes. *The Nordic Journal of Building Physics*, 4, p. 298, 2013.
741. MONTEIRO, L. M. Assessment of solar shading systems for building envelopes. In: NSB 2011 - 9TH NORDIC SYMPOSIUM ON BUILDING PHYSICS, 2011, Tampere. *Articles from the 9th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries*. Tampere: TUT, 2011. p. 298.
742. MONTEIRO, L. M. Building refurbishment and heat load passive reduction. In: CISBAT 2005 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2005, Lausanne. *Renewables in a Changing Climate: Innovation in Building Envelopes and Environmental Systems*. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2005.

743. MONTEIRO, L. M. Conforto térmico: conceitos, estudos de casos e desafios futuros. In: ENCONTRO ANUAL DE ARQUITETOS DO RIO GRANDE DO SUL, 2007, Porto Alegre. *Anais do Encontro Anual de Arquitetos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2007.
744. MONTEIRO, L. M. Conforto urbano. In: FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, no prelo, 2018.
745. MONTEIRO, L. M. Dimensionamento de sistema de ventilação natural para edificação não convencional. In: ECOBUILDING - FÓRUM INTERNACIONAL DE ARQUITETURA E TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2008, São Paulo. *Anais do Fórum Internacional de Arquitetura e Tecnologias para a Construção Sustentável*. São Paulo, 2008.
746. MONTEIRO, L. M. El impacto de la vegetación en el confort térmico en los espacios urbanos. *Boletín ArqSustentable*, 6, p. 43-50, 2014.
747. MONTEIRO, L. M. Environmental criteria for buildings. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013.
748. MONTEIRO, L. M. Environmental urban design: comparative performance assessments in central areas of Sao Paulo, Brazil. In: HIGUERAS, E.; CARDENAS, L. (Org.). *La Ciudad Solar*. 1 ed. Madrid: Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1, p. 22-29, 2013.
749. MONTEIRO, L. M. Estratégias passivas para redução de carga térmica em edificação vertical. In: ECOBUILDING - FÓRUM INTERNACIONAL DE ARQUITETURA E TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2008, São Paulo. *Anais do Fórum Internacional de Arquitetura e Tecnologias para a Construção Sustentável*. São Paulo, 2008.
750. MONTEIRO, L. M. Estudo comparativo de soluções passivas para redução de carga térmica em edifício de escritórios em São Paulo. In: COTEDI 2005 - CONGRESO LATINOAMERICANO SOBRE CONFORT Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS EDIFICACIONES, 2005, Cidade do México. *Confort y Comportamiento Térmico de las Edificaciones*. Cidade do México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2005.
751. MONTEIRO, L. M. Ferramenta computacional para avaliação da ventilação natural. In: II ENCHUMAN - ENCONTRO DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS HUMANAS, 2003, Campinas. *Anais do II Encontro de Pesquisas em Ciências Humanas*. Campinas: IFCH/Unicamp, 2003.
752. MONTEIRO, L. M. Membranes in the built environment. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013.
753. MONTEIRO, L. M. Modelos preditivos de conforto térmico em espaços abertos. In: III ENCHUMAN - ENCONTRO DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS HUMANAS, 2004, Campinas. *Há algo de vivo nas Humanidades?* Campinas: IFCH/Unicamp, 2004.
754. MONTEIRO, L. M. *Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

755. MONTEIRO, L. M. New issues on thermal comfort: lessons from Brazilian Architecture. In: MIECF 2016 - MACAO INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CO-OPERATIONAL FORUM AND EXHIBITION, 2016. MIECF 2016 - *Macao International Environmental Co-operational Forum and Exhibition*. Macau: MIECF, 2016.
756. MONTEIRO, L. M. Performance of semi-indoor and semi-outdoor spaces. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013.
757. MONTEIRO, L. M. Potential solutions to glazed facades in the tropics. In: PORTUGAL SB 2010, 2010, Algarve. *Sustainable Building Affordable to All*. Vilamoura: UNEP/iisBE, 2010.
758. MONTEIRO, L. M. Recursos projetuais para sustentabilidade e bem estar. *CADesign*. São Paulo, 14, 2009.
759. MONTEIRO, L. M. Renovation of façades: environmental and energy issues. In: COST ACTION C25 FINAL CONFERENCE ON SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTIONS, 2011, Innsbruck. *Sustainability of Constructions*. Innsbruck: University of Innsbruck/COST, 2011.
760. MONTEIRO, L. M. Review of numerical modelling of outdoor thermal comfort. In: SB05 - THE 2005 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE IN TOKYO, 2005, Tokyo. *The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo*. Tokyo: The University of Tokyo, 2005.
761. MONTEIRO, L. M. Software auxilia busca pela eficiência energética e conforto ambiental. *Sistemas Prediais*, 2, p. 43-44, 2008.
762. MONTEIRO, L. M. The Brazilian Experience in Energy and Environmental Issues: from Architecture to Urban Design. In: MIECF 2010 - MACAO INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CO-OPERATIONAL FORUM AND EXHIBITION, 2010, Macau. *The Gren Gateway*. Macao: MIECF, 2010. 1. p. O.16, 2010.
763. MONTEIRO, L. M. Thermal Adaptive Opportunities on Outdoor Spaces. In: 5TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON CIVIL ENGINEERING, 2015, Atenas. *Proceedings of The 5th Annual International Conference on Civil Engineering*. Atenas: ATINER, 2015.
764. MONTEIRO, L. M. Thermal comfort adaptive model for the subtropics. In: CLIMA 2013 - ENERGY EFFICIENT, SMART AND HEALTHY BUILDINGS, 2013, Praga. *Proceedings of CLIMA 2013 - Energy Efficient, Smart and Healthy Buildings*. Praga: Czech Society of Environmental Engineering, 2013.
765. MONTEIRO, L. M. Thermal comfort index for sustainable urban spaces. In: CESB 13 - SUSTAINABLE BUILDING AND REFURBISHMENT FOR NEXT GENERATION, 2013, Praga. *Proceedings of CESB 13 - Sustainable Building and Refurbishment for Next Generation*. Praga: CTU, 2013.
766. MONTEIRO, L. M. *Verificação comparativa da predição de sensação térmica por meio de simulações computacionais e de levantamentos empíricos em espaços urbanos da cidade de São Paulo*. 318p. Relatório (Pós-Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
767. MONTEIRO, L. M. Verificação comparativa de soluções alternativas a fachadas envidraçadas em edifícios de escritórios. In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL

DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010.

768. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Avaliação das condições térmicas de espaços semi-confinados por meio de verificação modelar comparativa e calibração empírica para a cidade de São Paulo. In: ENECS / ELECS 2007 - IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, Campo Grande. *Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*. Campo Grande: ANTAC, 2007.
769. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos. *Ambiente Construído (Online)*, 10, p. 79-101, 2010.
770. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em ambientes semi-confinados: proposição de modelo adaptativo. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 1, p. 1-19, 2009.
771. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. Online)*, 4, p. 12, 2013.
772. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelagem termo-fisiológica para avaliação de espaços sombreados por membranas têxteis. Núcleo de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FUPAM, 2008.
773. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos. *Ambiente Construído (Online)*, 12, p. 61-79, 2012.
774. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *Anais...* ANTAC, 2005.
775. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. *Ambiente Construído*, 7, 3, p. 43-58, 2007.
776. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Territorios y espacios urbanos sustentables: confort ambiental en espacios abiertos. *Boletín ArqSustentable*, 3, p. 1, 2011
777. MONTEIRO, L. M.; COSTOLA, D.; PRATA, A.; GONCALVES, J. Thermal comfort in high MRT environments: case study of a commercial single store glazed building. In: AIVC2008 - THE 29TH AIR INFILTRATION AND VENTILATION CENTRE CONFERENCE, 2008, Kyoto. *Advanced building ventilation and environmental technology for addressing climate change issues*. Kyoto: AIVC, 2008.
778. MONTEIRO, L. M.; DINIZ, F. I.; ALUCCI, M. P. Desempenho termo-luminoso de chapas perfuradas e telas metálicas. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2011, Vitória. *O que é, de fato, sustentável?*. Vitória: ANTAC, 2011.
779. MONTEIRO, L. M.; DUARTE, D.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico como condicionante do projeto arquitetônico-paisagístico: o caso dos espaços abertos do novo centro de pesquisa. *Ambiente Construído (Online)*, 8, p. 61-86, 2008.

780. MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J. Show-room de veículos: do projeto 'caixa de vidro' às questões de conforto ambiental e energia. *Sistemas Prediais*, 2, p. 24-29, 2008.
781. MONTEIRO, L. M.; MIANA, A. Iluminação natural e condicionamento térmico passivo: o impacto da arquitetura na eficiência energética. *Revista da Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica*, 1, p. 4-9, 2008.
782. MONTEIRO, L. M.; NOVAES, G.; IWAI, D. N. Avaliação empírico-preditiva em espaços urbanos: correlações entre sensação térmica e sonora. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. *Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió: ANTAC, 2014.
783. MONTEIRO, L. M.; OKAMOTO, J.; PRATA-SHIMOMURA, A. P. Assessment of outdoor comfort conditions based on the application of a participative model in open urban spaces. In: SSUC SYMPOSIUM, São Paulo, 2017. *Proceedings...* São Paulo, 2017.
784. MONTEIRO, L. M.; PRATA-SHIMOURA, A. Atividades de laboratório, de campo e de ateliê em Arquitetura e Urbanismo. In: 1º CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA USP, 2015, São Paulo. *Anais do 1º Congresso de Graduação da USP*, 2015.
785. MONTEIRO, L. M.; SATO, A.; GONCALVES, F. Vulnerable populations and climate change: thermal comfort in housing for the elderly. In: EEBP VII - 7TH INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL EFFECTS ON BUILDINGS AND PEOPLE, 2014, Cracóvia. *Proceedings of The 7th Internacional Symposium on Environmental Effects on Buildings and People*. Cracóvia: Pawe, 2014.
786. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. A methodology for comparative evaluation of outdoor thermal comfort models. In: COBEE - THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, Dalian. *Proceedings of The First International Conference on Building Energy and Environment*. Dalian: Tianjin Univ./ Purdue Univ., p. T03_60, 2008.
787. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. A new thermal comfort index for urban design: the case of São Paulo, Brazil. In: CEU08 - THE THIRD INTERNATIONAL COUNCIL FOR EUROPEAN URBANISM CONGRESS, 2008, Oslo. *Climate Change and Urban Design*. Oslo: CEU, 2008.
788. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Adaptive issues on outdoor thermal comfort. In: CISBAT 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE, 2011, Lausanne. *Proceedings of the CISBAT 2011 International Conference*, 2011.
789. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Ambiência térmica em espaços urbanos: proposição de modelo adaptativo de conforto para a Região Metropolitana de São Paulo. In: NUTAU 2010 - SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010, São Paulo. *O design e sua influência sobre a qualidade de vida nos espaços construídos, nas cidades e regiões metropolitanas*. São Paulo: NUTAU, 1, 2010.
790. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. An outdoor thermal comfort index for the subtropics. In: PLEA 2009 - THE 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2009, Quebec. *Architecture Energy and the Occupant's Perspective*. Quebec: Les Presses de l'Université Laval, 2. p. 1.2.9, 2009.
791. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Avaliação da ambiência térmica de espaços urbanos em função da cobertura vegetal. In: CINCOs 2010 - CONGRESSO DE INOVAÇÃO NA

- CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2010, Curia. *Actas do Congresso de Inovação na Construção Sustentável*. Curia: Universidade de Aveiro, 2010.
792. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Calibration of outdoor thermal comfort models. In: PLEA2006 - THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2006, Geneva. *PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva: PLEA, 2006.
 793. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Clima e espaços urbanos abertos em São Paulo, Brasil. In: SALXIII - SEMINARIO DE ARQUITECTURA LATINOAMERICANA, 2009, Ciudad de Panamá. *Arquitectura y Clima*. Ciudad del Panamá: ISTHMUS, 2009.
 794. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comfort models calibration for thermal assessment of urban spaces in São Paulo, Brazil. In: CISBAT 2007 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2007, Lausanne. *Renewables in a changing climate - Innovation in the Built Environment*. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2007.
 795. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Comparação empírica de avaliações preditivas de estresse termofisiológico em espaços urbanos. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-629, 2008.
 796. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em ambientes semi-confinados. In: MERCOFRIO 2008 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL, 2008, Curitiba. *Anais do Mercofrio 2008 - Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul*. Curitiba: ASBRAV, p. F-0805, 2008.
 797. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos em situações urbanas reais. In: LUSAMBE - 1º CONGRESSO LUSÓFONO SOBRE AMBIENTE E ENERGIA E 3ª JORNADAS DE ENERGIA DE CASCAIS, 2009, Estoril. *Anais do 1º Congresso Lusófono sobre Ambiente e Energia e 3ª Jornadas de Energia de Cascais*. Estoril: DCEA/FCT/UNL, 2009.
 798. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais do X Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VI Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Natal: ANTAC, 2009.
 799. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e do isolamento térmico da roupa. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais do X Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VI Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Natal: ANTAC, 2009.
 800. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos. Parte 3: consideração do sexo, aclimação e adaptação. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE

- CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais do X Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VI Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Natal: ANTAC, 2009.
801. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos: panorama brasileiro e especificidades climáticas. In: ENTAC2008 - XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. *Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Fortaleza: ANTAC, 2008.
 802. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos. In: ENCAC/ELACAC 2007 - IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais do IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Ouro Preto: ANTAC, p. 1221-1230, 2007.
 803. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos. In: ENCAC/ELACAC 2007 - IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais do IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Ouro Preto: ANTAC, p. 1231-1240, 2007.
 804. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços urbanos: o caso da cidade de São Paulo, Brasil. In: CINCOS 2010 - CONGRESSO DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2010, Curia. *Actas do Congresso de Inovação na Construção Sustentável*. Curia: Universidade de Aveiro, 2010.
 805. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico em espaços urbanos: verificação empírica de diferentes modelagens. In: PLURIS 2006 - PLANEAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 2006, Braga. *Planeamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável*. Braga: Universidade do Minho, 2006.
 806. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico urbano: temperatura equivalente de globo. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO,, 2011, Búzios. *Anais do XI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VII Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Búzios: ANTAC, 2011. p. 4.
 807. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto termoacústico em espaços urbanos abertos. In: ENTAC2012 - XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. *Anais do XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Juiz de Fora: ANTAC, 2012.
 808. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Designing and engineering with climate: a method for evaluation of outdoor thermal comfort models. In: ICB2008 - THE 18TH INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY, 2008, Tokyo. *Harmony within Nature*. Tokyo: ISB, 2008.
 809. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Different approaches of outdoor thermal comfort. In: CISBAT 2005 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2005, Lausanne. *Renewables in a Changing Climate: Innovation in Building Envelopes*

and Environmental Systems. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2005.

810. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Empirical evaluation of outdoor thermal comfort models considering different microclimatic conditions. In: PLEA2007 - THE 24TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2007, Singapore. *Proceedings of The 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Sinagapore: PLEA, 2007.
811. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: revisão histórica. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.
812. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: estado da arte. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.
813. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Membranas têxteis e conforto ambiental. In: VI ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2011, Vitória. *O que é, de fato, sustentável?*. Vitória: ANTAC, 2011.
814. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: IV CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL, 2010, Faro. *Actas do 4 Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, sustentável*. Faro: Universidade de Algarve, 2010. 1. p. 578.
815. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de temperatura operativa neutra para avaliação de espaços semi-confinados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008, São Paulo. *O espaço sustentável: inovações em edifícios e cidades*. São Paulo: FAUUSP, 2008.
816. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos preditivos de conforto térmico em espaços abertos: estudo experimental. In: COTEDI 2005 - CONGRESO LATINOAMERICANO SOBRE CONFORT Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS EDIFICACIONES, 2005, Cidade do México. *Confort y Comportamiento Térmico de las Edificaciones*. Cidade do México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2005.
817. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos preditivos de conforto térmico: estudo comparativo e experimental em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.
818. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos preditivos de estresse termo-fisiológico: estudo empírico comparativo em ambientes externos. In: ENTAC2008 - XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. *Anais do XII*

Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Fortaleza: ANTAC, 2008.

819. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos simplificados para consideração de grandezas físicas térmicas em espaços abertos. In: ENTAC2012 - XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. *Anais do XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Juiz de Fora: ANTAC, 2012.
820. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. O uso da vegetação como cobertura em espaços urbanos abertos: verificação comparativa experimental de conforto térmico. In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010.
821. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor central areas of Sao Paulo, Brazil: possibilities of thermal comfort. In: THE 28TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2012, Lima. *Proceedings of The 28th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 2012.
822. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort in Paulista Avenue, an iconic central area in Sao Paulo, Brazil. In: 5TH IBPC - INTERNATIONAL BUILDING PHYSICS CONFERENCE, 2012, Kyoto. *Proceedings of The 5th International Building Physics Conference*. Kyoto: IBPC, 2012.
823. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort modelling in Sao Paulo, Brazil. In: PLEA2008 - THE 25TH PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE INTERNATIONAL CONFERENCE, 2008, Dublin. *Towards Zero Energy Building*. Dublin: PLEA2008, 2008.
824. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort predictive models: a methodology for calibration. In: SB08 - THE 2008 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE IN MELBOURNE, 2008. *Proceedings of the 2008 World Sustainable Building Conference in Melbourne*. Melbourne: SB08, 2008.
825. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort: comparative study of a sidewalk, a square and a park in a downtown area. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. P4-44, 2009.
826. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort: comparison of results of empirical field research and predictive models simulation. In: WINDSOR 2006 INTERNATIONAL CONFERENCE, 2006, Windsor. *Comfort and Energy Use in Buildings, Getting them Right*. Windsor: Nceub, 2006.
827. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort: numerical modelling approaches and new perspectives. In: PLEA 2005 - THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2005, Zouk Mosbeh. *Environmental Sustainability: The Challenge of Awareness in Developing Societies*. Zouk Mosbeh: Notre Dame University, 2005.
828. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Possibilidades de adaptação em ambientes externos: uso de vestimentas e prática de atividades em função do conforto térmico urbano. In: ENTAC2010 - XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, Canela. *Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Canela: ANTAC, 2010.

829. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Procedimentos de quantificação de variáveis para análise termo-fisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. *VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceió: ENCAC/ELACAC, 2005.
830. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposal of an outdoor thermal comfort index: empirical verification in the subtropical climate. In: PLEA 2011 - THE 27TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2011, Louvain-la-Neuve. *Proceedings of PLEA 2011*. Louvain-la-Neuve: PLEA, 2011. 1. p. 462.
831. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposal of an outdoor thermal comfort index for subtropical urban areas. In: PALENC 2010 - PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 2010, Vilamoura. *PALENC 2010 Conference Proceedings*. Rhodes: Heliotopos, 2010.
832. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposal of thermal comfort index for assessing and designing urban spaces in Sao Paulo, Brazil. In: IBPC-4 - THE 4TH INTERNATIONAL BUILDING PHYSICS CONFERENCE, 2009, Istanbul. *Energy Efficiency and New Approaches*. Istanbul: Istanbul Technical University, 1. p. 943-948, 2009.
833. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposição de índice de conforto térmico em espaços abertos baseado em temperatura equivalente. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-631, 2008.
834. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Proposta de calibração de modelos preditivos para avaliação térmica de conforto em espaços externos na cidade de São Paulo. In: NUTAU 2006 - SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2006, São Paulo. *NUTAU 2006 - Inovações tecnológicas e Sustentabilidade*. São Paulo: FUPAM, 2006.
835. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Providing thermal comfort conditions in high mean radiant temperature environments in hot climates. In: CISBAT 2007 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2007, Lausanne. *Renewables in a changing climate - Innovation in the Built Environment*. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2007.
836. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Sustainable transitional spaces: adaptive model for thermal comfort. In: SASBE 2012 - 4TH CIB INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART AND SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT, 2012, São Paulo. *Proceedings of The 4th CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environment*. São Paulo: SASBE, 2012. 1. p. 425-430.
837. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Textile membranes as building envelope. In: CISBAT 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE, 2011, Lausanne. *Proceedings of the CISBAT 2011 International Conference*, 2011.
838. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. The impact of vegetation on outdoor thermal comfort in urban spaces. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE,

- 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. B14-6, 2009.
839. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort comparisons of different shading conditions in the subtropics. In: ICUC 8 - 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2012, Dublin. *Proceedings of The 8th International Conference on Urban Climate*. Dublin: ICUC, 2012.
 840. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort in central areas of Sao Paulo. In: ICUC 8 - 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2012, Dublin. *Proceedings of The 8th International Conference on Urban Climate*. Dublin: ICUC, 2012.
 841. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort in high mrt environments. In: COBEE - THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, Dalian. *Proceedings of The First International Conference on Building Energy and Environment*. Dalian: Tianjin Univ./ Purdue Univ., p. T03_58, 2008.
 842. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort in transitional spaces. In: CISBAT 2007 - CONFÉRENCE INTERNATIONALE ENERGIE SOLAIRE ET BÂTIMENT, 2007, Lausanne. *Renewables in a changing climate - Innovation in the Built Environment*. Lausanne: École Polytechnique Fédéral de Lausanne/Swiss Federal Office of Energy, 2007.
 843. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort index for the assessment of urban spaces in subtropical climates. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. B14-6, 2009.
 844. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Thermal comfort under textile membranes. In: ICUC 8 - 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2012, Dublin. *Proceedings of The 8th International Conference on Urban Climate*. Dublin: ICUC, 2012.
 845. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Transitional spaces in São Paulo, Brazil: mathematical modeling and empirical calibration for thermal comfort assessment. In: THE 10TH INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION CONFERENCE AND EXHIBITION, 2007, Beijing. *Proceedings of The 10th International Building Performance Simulation Association Conference and Exhibition*. Beijing: IBPSA, p. 737-744, 2007.
 846. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. User behavior prediction in function of urban outdoor thermal comfort. In: BECC 2010 - BEHAVIOR, ENERGY AND CLIMATE CHANGE CONFERENCE, 2010, Sacramento. *Behaviour, Energy and Climate Change*. Sacramento: CIEE University of California; PEEC Stanford University; ACEEE, 2010.
 847. MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Verificação comparativa experimental da aplicabilidade de diferentes modelos preditivos de conforto térmico em ambientes externos. In: ENTAC 2006 - XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. ENTAC 2006: *A construção do futuro*. ANTAC: Porto Alegre, p. 584-593, 2006.
 848. MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Avaliação do conforto térmico em espaços abertos e a reurbanização de um bairro periférico. In: 3º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-632, 2008.

849. MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Conforto térmico urbano: o caso do bairro Austin, Nova Iguaçu. RJ. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008, São Paulo. *O espaço sustentável: inovações em edifícios e cidades*. São Paulo: FAUUSP, 2008.
850. MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, J.; ALUCCI, M. P. Outdoor thermal comfort assessment and the revitalization of a dilapidated neighbourhood, in Rio de Janeiro, Brazil. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. P2-34, 2009.
851. MORABITO, M.; CRISCI, A.; CECCHI, L.; MODESTI, P. A.; MARACCHI, G.; GENSINI, G. F.; ORLANDINI, S. A biometeorological procedure to determine the optimal outdoor clothing insulation for the forecasted weather. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
852. MORAN, D. S. Stress evaluation by the physiological strain index. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 11, 4, p. 403-423, 2000.
853. MORAN, D. S.; CASTELLANI, J. W.; O'BRIEN, C.; YOUNG, A. J.; PANDOLF, K. B. Evaluating physiological strain during cold exposure using a new cold strain index. *American Journal of Physiology*, 277, 46, p. R556-R564, 1999.
854. MORAN, D. S.; EPSTEIN, Y. Evaluation of the Environmental Stress Index (ESI) for hot/dry and hot/wet climates. *Industrial Health*, 44, p. 399-403, 2006.
855. MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; LAOR, A.; HELED, Y.; MATTHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. Evaluation and refinement of the environmental stress index (ESI) for different climatic conditions. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 14, 1, p. 1-15, 2003.
856. MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; HELED, Y.; SHANI Y, MATTHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). *Journal of Thermal Biology*, 26, p. 427-431, 2001.
857. MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; VITALIS, A.; HELED, Y.; PARKER, R.; GONZALEZ, R. R. Evaluation of the environmental stress index (ESI) for the southern hemisphere. *Journal of Thermal Biology*, 29, p. 535-538, 2004.
858. MORAN, D. S.; SHAPIRO, Y.; EPSTEIN, Y.; MATTHEW, W.; PANDOLF, K. B. A modified discomfort index (MDI) as an alternative to the wet bulb globe temperature (WBGT). In: VIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, San Diego, p. 77-80. *Proceedings...* 1998.
859. MORAN, D. S.; SHITZER, A.; PANDOLF, K. B. A physiological strain index to evaluate heat stress. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 275, p. 129-134, 1998.
860. MORENO, M. M.; LABAKI, L. C.; NOGUCHI, E. Thermal Comfort Zone for Outdoor Areas in Subtropical Climate. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE INTERNATIONAL CONFERENCE, 25, 2008, Dublin. *Towards Zero Energy Building*. Dublin: PLEA, 2008.
861. MORENO, M. M.; NOGUCHI, E.; LABAKI, L. C. Índice de conforto térmico para áreas externas em clima tropical de altitude. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E V ENCONTRO LATINO-

AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* ANTAC, 2007.

862. MORGAN, D. L.; BASKETT, R. I. Comfort of man in the city: an energy balance model of man-environment coupling, *International Journal of Biometeorology*, v. 18, p. 184-198, 1974.
863. MORILLÓN, D.; SÁMANO, D. A.; ÁVILA, F. E.; ZAYAS, J. L. F. The comfort zone and the oscillation of the driving temperature. *Applied Energy*, 57, 1, p. 1-11, 1997.
864. MOUNT, L. E.; BROWN, D. The calculation from weather records of the requirement for clothing insulation. *International Journal of Biometeorology*, 29, p. 311-321, 1985.
865. MOUNT, L. E.; BROWN, D. The use of the meteorological records in estimating the effects of weather on sensible heat loss from sheep. *Agricultural Meteorology*, 27, p. 241-255, 1982.
866. MOURA, M. O. *O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico*. Dissertação de Mestrado. 318p. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFC, Fortaleza, 2008.
867. MURAKAMI, S.; IWASA, Y.; MORIKAWA, Y. Study on acceptable criteria for assessing wind environment at ground level based on residents' diaries. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 24, p. 1-18, 1986.
868. MYERS, J. N.; STEINBERG, M. A.; SOBEL, J.; ABRAMS, E.; MYERS, E. *Method, system, and software for calculating a multi factor temperature index*. US Patent: 6.768.945. Google Patents, 2004.
869. NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. Development of outdoor thermal index indicating universal and separate effects on human thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 55, 2, p. 19-227, 2011.
870. NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. Efficiency of index ETVO for evaluation of indoor thermal environment with and without solar Radiation. In: THE 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF INDOOR AIR QUALITY AND CLIMATE, Ghent, Belgium, 2016. *Proceedings...* p. 802-810, 2016.
871. NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. New comfort index during combined conditions of moderate low ambient temperature and traffic noise. *Energy and Buildings*, 37, p. 287-294, 2005.
872. NAGANO, K.; HORIKOSHI, T. New index indicating the universal and separate effects on human comfort under outdoor and non-uniform thermal conditions. *Energy and Buildings*, 43, p. 1694-1701, 2011.
873. NAGARA, K.; SHIMODA, Y.; MIZUNO, M. Evaluation of the thermal environment in an outdoor pedestrian space. *Atmospheric Environment*, 30, p. 497-505, 1996.
874. NAKAGAWA, K. Recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urban areas. *Geographical Review of Japan*, n. 69B, p. 206-224, 2006.
875. NAKANO, J.; TANABE, S. Thermal comfort and adaptation in semioutdoor environments. *ASHRAE Transactions*, 110, 2, p. 543-553, 2004.
876. NAKAYOSHI, M.; KANDA, M.; SHI, R. Outdoor thermal physiology along human pathways: a study using a wearable measurement system. *International Journal of Biometeorology*, 59, 5, p. 503-515, 2014.

877. NASCIMENTO, C. C. *Clima e morfologia urbana em Belém*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 1993.
878. NASIRA, R. A.; AHMADA, S. S.; AHMEDB, A. Z. Psychological Adaptation of Outdoor Thermal Comfort in Shaded Green Spaces in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, p. 865-878, 2012.
879. NDETTO, E. L.; MATZARAKIS, A. Basic analysis of climate and urban bioclimate of Dar es Salaam, Tanzania. *Theoretical and Applied Climatology*, 114, p. 213-226, 2013.
880. NEMATCHOUA, M. K.; ROSHAN, G.; TCHINDA, R. Impact of Climate Change on Outdoor Thermal Comfort and Health in Tropical Wet and Hot Zone (Douala), Cameroon. *Iranian Journal of Health Sciences*, 2, 2, p. 25–36, 2014.
881. NEVINS, R. G.; ROHLES, F. H.; SPRINGER, W.; FEYERHERM, A. M. A temperature-humidity chart for thermal comfort of seated persons. *ASHRAE Transactions*, 72, 1, p. 283-291, 1966.
882. NEWSHAM G. R.; TILLER, D. K. A field study of office thermal comfort using questionnaire software. *ASHRAE Transactions*, 103, 2, p. 3-17. Paper 4052, 1997.
883. NG, E.; REN, C. (eds.). *The Urban Climatic Map for a Sustainable Urban Planning*. Routledge, 2015.
884. NICK, L. M.; NEDEL, A. S. Climatologia do conforto térmico humano durante o verão para a cidade de Pelotas-RS, parte 1: índice de calor. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, AMBIÊNCIA, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: 2017.
885. NICOL, F.; WILSON, E.; UEBERJAHN-TRITTA; A.; NANAYAKKARA; L.; KESSLER; M. Comfort in outdoor spaces in Manchester and Lewes, UK. In: COMFORT AND ENERGY USE IN BUILDINGS: GETTING THEM RIGHT. *Conference proceedings*. Windsor: Network for comfort and energy use in buildings, 2006.
886. NICOL, J. F. Comfort and energy use in buildings – Getting them right. *Energy and Buildings*, 39, p.737-739, 2007.
887. NICOL, J. F. Some like it hot, comfort and energy in Pakistan. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY PERFORMANCE AND INDOOR CLIMATE IN BUILDINGS. *Proceedings...* p. 1117-1122. Lyon, 1994.
888. NICOL, J. F. *Thermal comfort: a handbook for field studies toward an adaptive model*. London, University of East London, 1993.
889. NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 563-572, 2002.
890. NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A.; ROAF, S. *Adaptive Thermal Comfort - principles and practice*. Routledge, 2012.
891. NICOL, J. F.; PARSONS, K. Special issue on thermal comfort standards. *Energy and Buildings*, 34, 6, p. 529-532, 2002
892. NICOL, J. F.; RAJA, I. A.; ALLAUDIN, A.; JAMY, G. N. Climatic variations in comfortable temperatures: the Pakistan projects. *Energy and Buildings*, 30, 3, p. 261-279, aug. 1999.
893. NIELSEN, B. Heat stress causes fatigue! In: MARCONNET, P.; KOMI, P.V; SALTIN, B; SEJERSTED, O.M. (ed) *Medicine and Sport Sciences*. Basel: Karger, 1992.

894. NIELSEN, B.; NIELSEN M. Body temperature during work at different environmental temperatures. *Acta Physiologica Scandinavica*, 56, p.120-129, 1962.
895. NIKOLOPOULOU, M. (org). *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*. Atenas: CRES, 2004.
896. NIKOLOPOULOU, M. Microclimate and comfort conditions in urban spaces: an intricate relationship. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 447-450, 2002.
897. NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. *Frontiers in Bioscience*, 3, p. 1552-1568, 2011.
898. NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; K. STEEMERS (eds.), *Environmental Diversity in Architecture*. London: Routledge, 2004.
899. NIKOLOPOULOU, M. *Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces*. PhD thesis. University of Cambridge: 1998.
900. NIKOLOPOULOU, M.; LYKODIS S.; KIKIRA, M. Thermal comfort models for open urban spaces. In: PROJECT RUROS - REDISCOVERING THE URBAN REALM AND OPEN SPACES. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. CRES, 2004.
901. NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, 42, p. 27-34, 1999.
902. NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. *Solar Energy*, 70, p. 227-235, 2001.
903. NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 15, 1998, Lisbon. *Proceedings...* p. 179-182, 1998.
904. NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in urban spaces: different forms of adaptation. In: REBUILD 1999: SHAPING OUR CITIES FOR THE 21ST CENTURY. *Proceedings...* Barcelona, 1999.
905. NIKOLOPOULOU, M.; LYKODIS, S. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41, p.1455-1470, 2006.
906. NIKOLOPOULOU, M.; LYKODIS, S. Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. *Building and Environment*, 42, p.3691-3707, 2007.
907. NIKOLOPOULOU, M.; LYKODIS, S.; KIKIRA, M. Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
908. NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35, p. 95-101, 2003.
909. NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* p. 565-570, London: James & James Science Publishers Ltd., 2000.
910. NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 15, 1998, Lisbon. *Proceedings...* Ed. James & James, London, 1998.

911. NINCE, P. C. C.; MUSIS, C. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Usos dos Índices PET e UTCI na avaliação do conforto termal no campus da UFMT em Cuiabá - MT. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 9, p. 2026-2036, 2013.
912. NIOSHI (National Institute for Occupational Safety and Health). *Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hot environment*. National Institute for Occupational Safety and Health, 86, Washington, p. 101-110, 1986.
913. NISHI, Y.; GAGGE, A. P. Humid operative temperature: a biophysical index of thermal sensation and discomfort. *Journal of Geophysical Research*, Paris, 63, p. 365-368, 1971.
914. NISHI, Y.; GAGGE, A. P. Moisture permeation of clothing: a factor governing thermal equilibrium and comfort. *ASHRAE Transactions*, 76, 1, p. 137-145, 1970.
915. NISHI, Y.; GONZALEZ, R. R.; GAGGE, A. P. Direct measurement of clothing heat transfer properties during sensible and insensible heat exchange with thermal environment. *ASHRAE Transactions*, 81, 2, 1975.
916. NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION), 2010. National Weather Service, National Oceanic and Atmospheric Administration. http://www.nws.noaa.gov/om/heat/heat_index.shtml Acesso em 02/06/2017.
917. NOBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. *Revista de Geografia*, 28, 1, p. 93-109, 2011.
918. NOGUCHI, M; GIVONI, B. Outdoor comfort as a factor in sustainable towns. In: 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE FOR TEACHERS IN ARCHITECTURE, Florence. *Proceedings...* 1997.
919. NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto acústico do pedestre em São Paulo. In: XII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2013, Brasília. *Anais do XII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VIII Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*. Brasília: ANTAC, 2013.
920. NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto urbano do pedestre: térmico e acústico. In: Encac/Elacac 2013 - XII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2013, Brasília. *Anais do XII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído / VIII Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*. Brasília: ANTAC, 2013.
921. NOVAES, G.; MONTEIRO, L. M. Estresse e conforto urbano em São Paulo. In: XIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / IX ENCONTRO LATINO-AMERICANO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2015, Campinas. *Anais do XIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e do IX Encontro Latino-Americano Conforto no Ambiente Construído*, 2015.
922. NOVAK, M. UTCI - first test in the Czech Republic. *Prace i Studia Geograficzne*, 47, p. 319-325, 2011.
923. NUNNELEY, S. A.; STRIBLEY, R. F. Fighter index of thermal stress (FITS): guidance for hot-weather aircraft operations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 50, 6, p. 639-642, 1979.

924. OCHOA, J. M.; SERRA, R. Microclimatic analysis of some urban scenarios, In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 15, 1998, Lisbon. *Proceedings...* Ed. James & James, London, 1998.
925. OFCM. *Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation and improvement projects*. US Department of Commerce, Federal Coordinator for Meteorological Services and Supporting Research, Washington, DC, 2003.
926. OGUNSOTE, O. O.; PRUCNAL-OGUNSOTE, B. Choice of a thermal index for architectural design with climate in Nigeria. *Habitat International*, 27, 1, p. 63-81, 2003.
927. OKE, T.R. *Boundary layer climates*. 2nd ed, 1987.
928. OLESEN, B. W. Guidelines for comfort. *ASHRAE Journal*, p. 41-46, Atlanta: ASHRAE, 2000.
929. OLESEN, B. W. International standards and the ergonomics of the thermal environment. *Applied Ergonomics*, 26, 4, p. 293-302, 1995.
930. OLESEN, B. W. Introduction to the new revised draft of EN ISO 7730. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor, UK. *Proceedings...* Oxford Brookes University, p. 31-44, 2001.
931. OLGAY, V. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos e urbanistas*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1998.
932. OLGAY, V. *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New Jersey: Princeton University Press, 1963.
933. OLIVA, G. T. *Relação do conforto humano com métricas de cobertura arbórea*. 99p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.
934. OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H. An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *International Journal of Biometeorology*, 52, p. 69-84, 2007.
935. OLIVETI, G.; ARCURI, N.; RUFFOLO, S. Experimental investigation on thermal radiation exchange of horizontal outdoor surfaces. *Building and Environment*, 38, p. 83-89, 2003.
936. ONO, H. P.; KAWAMURA, T. Sensible climates in monsoon Asia. *International Journal of Biometeorology*, 35, p. 39-47, 1991.
937. ONO, T.; MURAKAMI, S.; OOKA, R.; OMORI T. Numerical and experimental study on convective heat transfer of the human body in the outdoor environment. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, p. 1719-1732, 2008
938. OROSA, J. A.; COSTA, Á. M.; RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Á.; ROSHAN, G. Effect of climate change on outdoor thermal comfort in humid climates. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12, 1, p. 46, 2014b.
939. OROSA, J. A.; ROSHAN, G.; NEGAHBAN, S. Climate change effect on outdoor ambiances in Iranian cities. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 3, p. 1889-1898, 2014a.
940. OSCZEWSKI, R. J. The basis of wind chill. *Arctic*, 48, p. 372-382, 1995.
941. OSCZEWSKI, R. J. Understanding windchill. *Internet Workshop on Windchill*, April 3-7, 2000. Toronto: Meteorological Service of Canada - Environment Canada, 2000.
942. OSCZEWSKI, R. J. Windward cooling: an overlooked factor in the calculation of wind chill. *Bulletin of American Meteorological Society*, 81, p. 2975-2978, 2000.

943. OSCZEWSKI, R.; BLUESTEIN, M. The new wind chill equivalent temperature chart. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86, 10, p. 1453-1458, 2005.
944. OSELAND N. A. A within groups comparison of predicted and reported thermal sensation votes on climate chambers, offices and homes. In: HEALTHY BUILDINGS. *Proceedings...* Budapest, 1994.
945. OSELAND, N. A.; HUMPHREYS, M. A. (ed) *Thermal comfort: past, present and future*. Garston: BRE, 1994.
946. OSOKIN, I. M. About severity of winter in northern Asia. Problems of regional researches of winter season. Chita, *Russian Geographical Society*, 2, p. 28-31, 1968.
947. PALLOTTA, M.; HERDIES, D. L.; GONCALVES, L. G. G. Estudo das condições de tempo e conforto térmico no desempenho esportivo aplicado à Maratona da Cidade do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30, 2, p. 223-240, 2015.
948. PANDOLF, K. B.; MORAN, D. S. New Heat and Cold Strain Predictive Indices. In: RTO HFM SYMPOSIUM ON BLOWING HOT AND COLD: PROTECTING AGAINST CLIMATIC EXTREMES, Dresden, Alemanha. *Proceedings...* 2001.
949. PANDOLF, K. B.; STROSCHEIN, L. A.; DROLET, L. L. Prediction modelling of physiological responses and human performance in the heat. *Computers in Biology and Medicine*, 6, p. 319-329, 1986
950. PANTAVOU, K.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D.; THEOHARATOS, G. Empirical calibration of thermal indices in an urban outdoor Mediterranean environment. *Building and Environment*, 80, p. 283-292, 2014.
951. PANTAVOU, K.; THEOHARATOS, G.; SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. Outdoor thermal sensation in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI. *Building and Environment*, 66, p.82-95, 2013.
952. PAPPENBERGER, F.; JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; DUTRA, E.; DI GIUSEPPE, F.; RICHARDSON, D. S.; CLOKE, H. L. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, p. 311-323, 2014.
953. PARK, S.; TULLER, S. E.; JO, M. Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for microclimatic analysis in urban thermal environments. *Landscape and Urban Planning*, 125, p. 146-155, 2014.
954. PARSONS, K. C. Assessment of heat stress and heat stress indices. In: HANSENNE, M. (org) *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. Geneva, International Labour Office, 1998.
955. PARSONS, K. C. Environmentals ergonomics: a review of principles, methods and models. *Applied Ergonomics*, 31, p. 581-594, 2000.
956. PARSONS, K. C. *Human thermal environments: the effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*, Taylor and Francis, Londres, 1993.
957. PARSONS, K. C. International Standards for the assessment of the risk of the strain on clothing workers in hot environments. *The Annals of Occupational Hygiene*, 43, 5, p. 297-308, 1999.
958. PARSONS, K. C. Introduction to thermal comfort standards. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 19-30. Oxford Brookes University, 2001.

959. PARSONS, K. C. Thermal comfort standards: past, present and future, and open discussion that follows. In: OSELAND, N. A.; HUMPHREYS, M. A. (ed) *Thermal comfort: past, present and future*. p. 184-197. Garston: BRE, 1994.
960. PARSONS, K. C.; HAVENITH, G.; HOLMER, I.; NILSSON, H.; MALCHAIRE, J. The effects of wind and human movement on the heat and vapour transfer properties of clothing. *Annals of Occupational Hygiene*, 43, p. 347-352, 1999.
961. PATTON, H. D.; FUCHS, A. F. *Textbook of Physiology*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1989.
962. PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; SMETHURST, P. J.; O'CONNELL, A. M.; CARLYLE, C. J.; KHANNA, P. K. Soil temperature under forests: a simple model for predicting soil temperature under a range of forest types. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121, p. 167-182, 2004.
963. PAULERT, R. *Uso de elementos vazados na arquitetura: estudo de três obras educacionais contemporâneas*. 134p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
964. PBMC (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS). *Mitigação das mudanças climáticas*. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 463p, 2014.
965. PEARLMUTTER, D.; BERLINER, P.; SHAVIV, E. Analyzing the microclimatic influence of urban canyon geometry with an open-air scale model In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.
966. PEARLMUTTER, D.; BERLINER, P.; SHAVIV, E. Integrated modeling of pedestrian energy exchange and thermal comfort in urban street canyons. *Building and Environment*, 42, 6, p. 2396-2409, 2007.
967. PEARLMUTTER, D.; BERLINER, P.; SHAVIV, E. Physical modeling of pedestrian energy exchange within the urban canopy. *Building and Environment*, 41, p.783-795, 2006.
968. PEARLMUTTER, D.; BERLINER, P.; SHAVIV, E. Urban climatology in arid regions: current research in the Negev desert. *International Journal of Climatology*, 27, 14, p.1875-1885, 2007.
969. PEARLMUTTER, D.; BITAN, A.; BERLINER, P. Microclimatic analysis of "compact" urban canyons in an arid zone. *Atmospheric Environment*, 33, p. 4143-4150, 1999.
970. PEARLMUTTER, D.; JIAO, D.; GARB, Y. The relationship between bioclimatic thermal stress and subjective thermal sensation in pedestrian spaces. *International Journal of Biometeorology*, 58, 10, p. 2111-2127, 2014.
971. PEDERSEN, L. *Vaermestralingsundersogelser*. Committee for the study of domestic heating, Contribution 2, Copenhagen, 1948.
972. PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated World Map of the Koeppen-Geiger Climate Classification. p. 1633-1644. 2007.
973. PELLERIN, N.; CANDAS, V. Combined effects of temperature and noise on human discomfort. *Physiology & Behavior*, 78, p. 99-106, 2003.
974. PEPI, J. W. The summer simmer index. *Weather*, 3, p. 143-145, 1987.

975. PEREIRA, M. Percepção Sonora no espaço público: indicadores de tolerância ao ruído na cidade do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC- COTEDI, Curitiba, 2003, *Anais...* Curitiba, ENCAC 2003.
976. PERETTI, G.; MONTACCHINI, E.. Environmental quality of open spaces. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 465-468, 2002.
977. PERINI, K.; MAGLIOCCO, A. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, p. 495-506, 2014.
978. PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços urbanos abertos: avaliação em áreas de fluxo de pedestres. In: VIII ENCONTRO NACIONAL E V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. *Anais...* ANTAC, 2007.
979. PICKUP, J.; DE DEAR, R. An outdoor thermal comfort index (OUT-SET*). Part I: the model and its assumptions. In: DE DEAR, R.; KALMA, J.; OKE, T.; AULICIEMS, A. (eds) *Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium*. Geneva, WMO/WCASP, 50, p. 279-283, 2000.
980. PICOT, X. Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth. *Energy and Buildings*, p. 1-6, 2004.
981. PINNA, M. La Bioclimatologia Umana: lo sviluppo recente di um'antica disciplina. *Revista Geográfica Italiana*, 2, p.487-510, 1983.
982. PITTS, D. R.; SISSOM, L. E. *Fenômenos de transporte*. Transmissão de calor, mecânica dos fluidos e transferência de massa. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.
983. POSCHMANN, A. *Dissertation*. Frankfurt, 1932.
984. POTCHTER, O.; ITZHAK BEN-SHALOM, H. Urban warming and global warming: combined effect on thermal discomfort in the desert city of Beer Sheva, Israel. *Journal of Arid Environments*, 98, p. 113-122, 2013.
985. POTTER, J.; DE DEAR, R. Field study to calibrate an outdoor thermal comfort index. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 315-320, 2000.
986. POTVIN, A.; HEUREUX, A.; SARICOGLU, B.; ZARNOVICAN, K. Assessing environmental comfort: towards a systemic quantitative and qualitative approach. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 475-479, 2002.
987. PRATA, A.; FROTA, A.; MONTEIRO, L. M. Comparative evaluation of thermal comfort indices: case study in the cost city of Santos, Brazil. In: ICUC-7 - 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, Yokohama. *Proceedings of The 7th International Conference on Urban Climate*. Tokyo: Tokyo Institute of Technology, p. 4-30, 2009.
988. PRATA, A.; MONTEIRO, L. M. FROTA, A. Ensaio de erosão em túnel de vento e aplicação do índice PET para a avaliação do conforto do pedestre. In: CLIV08 - 1ER CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA DEL VIENTO, 2008, Montevideo. *1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento*. Montevideo: Universidad de la República / Asociación Latinoamericana de Ingeniería del Viento, 2008.
989. PRATA-SHIMOURA, A.; MONTEIRO, L. M. O Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética e ferramentas computacionais para apoio ao ensino de Conforto

- Ambiental. In: 1º CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA USP, 2015, São Paulo. *Anais do 1º Congresso de Graduação da USP*, 2015.
990. PRATA, A.; MONTEIRO, L. M. Pedestrian thermal comfort index applied to wind tunnel erosion. *International Association for Urban Climate*, 34, p. 24-27, 2009.
 991. PRATA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A. PET and TEP indexes: applicability to the evaluation of thermal comfort in external environments. In: PALENC 2010 - PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 2010, Rhodes. *PALENC 2010 Conference Proceedings*. Rhodes: Heliotopos, 2010.
 992. PRATA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A.; SARAIVA, J. G. Índices de conforto ambiental: estudo de caso na cidade de Santos - SP. In: Pluris2008 - 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2008, Santos. *Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, p. A-634, 2008.
 993. PRATA-SHIMOMURA, A.; MONTEIRO, L. M.; OKAMOTO JUNIOR, J. Opine – participative model for evaluation of comfort conditions in open urban spaces. In: THE 33TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 2017, Edinburgh. *Proceedings...* Edinburgh: PLEA, 1. p. 1251-1258, 2017.
 994. PRATA-SHIMOMURA, A. R. *Impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
 995. PRATA-SHIMOMURA, A. R.; FROTA, A. B.; CELANI, G. Modelos físicos na análise de ventilação urbana: o uso do túnel de vento. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, 3, 2, 2013.
 996. PRATA-SHIMOMURA, A. R.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A. Temperature of Equivalent Perception index applied to wind tunnel erosion technique pictures for the assessment of pedestrian thermal comfort. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, YOKOHAMA. *Proceedings...* Tokyo: Tokyo Institute of Technology, 2009.
 997. PRATA-SHIMOMURA, A.; MONTEIRO, L. M.; FROTA, A. Temperature of Equivalent Perception index applied to wind tunnel erosion technique pictures for the assessment of pedestrian thermal comfort. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2009, YOKOHAMA. *Proceedings...* Tokyo: Tokyo Institute of Technology, 2009.
 998. PSEFTELI, A. *Urban microclimate and thermal comfort evaluation*. 105p. Dissertação (Mestrado). School of Science & Technology, International Hellenic University, Thessaloniki, Grécia, 2011.
 999. PSIKUTA, A.; FIALA, D.; RICHARDS, M. Validation of the Fiala model of human physiology and comfort for COST. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
 1000. PULKET, C.; HENSCHER, A.; BURG, W. R.; SALTZMAN, B. E. A comparison of heat stress indices in a hot-humid environment. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 41, 6, p. 442-449, 1980.
 1001. QUAYLE, R. G.; STEADMAN, R. G. The Steadman wind chill: an improvement over present scales. *weather and forecasting*, 13, p. 1187-1193, 1998.

1002. RADÜNZ, T. L. *La notion de confort thermique dans les grands stades*. 118p. Etudes Approfondies - Ecole Polytechnique de Nantes, Nantes, 2003.
1003. RAJA, I. A.; VIRK, G. S. Thermal comfort in urban open spaces: a review. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 342-352. Oxford Brookes University, 2001.
1004. RAMOS, M. C.; STEEMERS, K. Comfort in Urban Spaces: The roles of physiological and psychological parameters. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.
1005. RANCURA, R.; LABAKI, L. C. Thermal Comfort in Open Spaces: Different Perception Between Workers and Users of a Street Market. In: 28TH CONFERENCE, OPPORTUNITIES, LIMITS & NEEDS TOWARDS AN ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE ARCHITECTURE, Lima. *Anais...* Lima: 2012.
1006. RICHARDS, M.; HAVENITH, G. Progress towards the final UTCI model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
1007. RIJAL, H. B.; TUOHY, P.; HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F.; SAMUEL, A.; CLARKE, J. Using results from field surveys to predict the effect of open windows on thermal comfort and energy use in buildings. *Energy and Buildings*, 39, p. 823-836, 2007.
1008. RISSANEN, S.; RINTAMÄKI, H. Cold and heat strain during cold-weather field training with nuclear, biological, and chemical protective clothing. *Military Medicine*, 172, 2, p. 128-132, 2007.
1009. ROAF, S. Standards for sustainability. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 1-10. Oxford Brookes University, 2001.
1010. ROAF, S.; NICOL, F.; RIJAL, H. Designing for comfort at high temperatures. *Architectural Science Review*, 58, 1, p. 35-38, 2015.
1011. ROBINSON, S.; TURREL, E. S.; GERKING, S. D. Physiologically equivalent conditions of air temperature and humidity. *American Journal of Physiology*, 143, p. 21-32, 1945.
1012. ROCHA, R. P. DA; GONÇALVES, F. L. T.; SEGALIN, B. Fog events and local atmospheric features simulated by regional climate model for the metropolitan area of São Paulo, Brazil. *Atmospheric Research*, 151, p. 176-188, 2015.
1013. RODRIGUEZ, C.; MATEOS, J.; GARMENDIA, J. Biometeorological comfort index. *International Journal of Biometeorology*, 29, 2, p. 121-129, 1985.
1014. ROHLES, F. H. Thermal comfort and strategies for energy conservation. *Journal of Social Issues*, 37, 2, p. 132-149, 1981.
1015. ROHLES, F. H.; NEVIN, R. G. The nature of thermal comfort for sedentary man. *ASHRAE Transactions*, 77, 1, p. 239-246, 1971.
1016. ROHLES, F.; HAYTER, R.; MILLIKEN, G. Effective temperature (ET*) as a predictor of thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 81, 2, p. 148-156, 1975.
1017. ROMANOVA, E. N.; GOBAROVA, E. O.; ZHILTSOVA, E. L. *Methods of using of systematic climate and microclimate information in development of strategies for urban construction concepts*. Hydrometeoizdat, St-Petersburg (em russo), 2000.

1018. RORIZ, M. *Conforto térmico em edificações: um modelo matemático e uma aplicação*. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
1019. RORIZ, M. Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Curitiba. *Anais...* ANTAC, 2003.
1020. RORIZ, M. *Zona de conforto térmico: um estudo comparativo de diferentes abordagens*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
1021. ROSSI, F. A. *Conforto térmico em espaços abertos em Curitiba*. Memorial de Qualificação de Doutorado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
1022. ROSSI, F. A. *Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação de sensação térmica em espaços abertos em Curitiba*. Tese (Doutorado em Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
1023. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Comparação entre sensação térmica real e o índice PET para Curitiba/PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília, 2013. *Anais...* 2013.
1024. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; BRÖDE, P. Definição de faixas de estresse térmico para espaços abertos em Curitiba, Paraná. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2011, Búzios, RJ. *Anais...* Búzios: ENTAC, 2011.
1025. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; GUIMARÃES, I. A. Modelo preditivo de sensação térmica em espaços abertos em Curitiba, PR. *Ra'e Ga: o Espaço Geográfico em Análise*, 29, p. 209, 2013.
1026. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; NIKOLOPOULOU, M. A influência da configuração urbana no microclima e sensação térmica em ruas de pedestre de Curitiba, Paraná. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2011, Búzios, RJ. *Anais...* Búzios: ENTAC, 2011.
1027. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; BRÖDE, P. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. *Ambiente Construído*, 12, p.41-59, 2012.
1028. ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; DRACH, P. Calibração do índice PET para Curitiba e Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, Balneário Camboriu. *Anais...* Balneário Camboriu, 2017.
1029. ROSSO, F.; PISELLO, A. L.; COTANA, F.; FERRERO, M. On the thermal and visual pedestrians' perception about cool natural stones for urban paving: A field survey in summer conditions. *Building and Environment*, 107, p. 198-214, out. 2016.
1030. ROTHFUSZ, L. P. The Heat Index Equation (or, more than you ever wanted to know about heat index). National Weather Service, Texas, Fort Worth, *National Oceanic and Atmospheric Transaction*, p. 23-90, 1990.
1031. ROX ANDERSON, R.; PARRISH, J. A. The optics of human skin. *Journal of Investigative Dermatology*, 77, p. 13-19, 1981.
1032. RUAS, Á. C.; LABAKI, L. C. Thermal comfort evaluation: international standards and their practical application. In: MOVING THERMAL COMFORT STANDARDS INTO THE 21ST

- CENTURY, 2001, Windsor. *Proceedings...* p. 446-452. Oxford Brookes University, 2001.
1033. RUBBLACK, K.; MEDVEDEVA, E. F.; GAEBELIN, H.; NOACH, H.; SCHULZ, G. Integrative evaluation of heat loading due to work and climate. *Zeitschrift fur die Gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete*, 27, p. 12-17, 1981.
 1034. RUIZ, M. A.; CORREA, E. Developing a Thermal Comfort Index for Vegetated Open Spaces in Cities of Arid Zones. *Energy Procedia*, 57, p. 3130-3139, 2014.
 1035. RUIZ, M. A.; CORREA, E. N. Adaptive model for outdoor thermal comfort assessment in an Oasis city of arid climate. *Building and Environment*, 85, p. 40-51, 2015.
 1036. RUIZ, M. A.; CORREA, E. N. Confort térmico en espacios abiertos. Comparación de modelos y su aplicabilidad en ciudades de zonas áridas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, p. 71-78, 2009.
 1037. RUIZ, M. A.; CORREA, E. N. Índices deductivos de confort térmico y su adaptación para espacios abiertos vegetados en zonas áridas. Casos de estudio: Cañones urbanos forestados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, p. 81-88, 2010.
 1038. RUIZ, M. A.; CORREA, E. N. Suitability of different comfort indices for the prediction of thermal conditions in tree-covered outdoor spaces in arid cities. *Theoretical and Applied Climatology*, 122, 1-2, p. 69-83, 2014.
 1039. RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings*, 105, p. 178-205, 2015.
 1040. RUSANOV, V. I. Appraisal of meteorological conditions defining human respiration. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*, 1, p. 57-60, 1989.
 1041. RUSANOV, V. I. Climate and human health. In: *WMO, Symposium on climate and human health in Leningrad*, 1986, WMO. *Proceedings...* Geneva, 2, p. 101-106, 1987.
 1042. RUSANOV, V. I. Complex meteorological indices and methods of climate assessment in medical purposes. Tomsk, Tomsk State University, Handbook for Students, 1981.
 1043. RUSANOV, V. I. *Methods of climate research in medical purposes*. Tomsk State University, Tomsk, 1973.
 1044. RUTTY, M.; SCOTT, D. Bioclimatic comfort and the thermal perceptions and preferences of beach tourists. *International Journal of Biometeorology*, 59, p. 37-45, 2015.
 1045. RUTTY, M.; SCOTT, D. Thermal range of coastal tourism resort microclimates. *Tourism Geographies*, 16, p. 346-363, 2014.
 1046. SÁ, P. Estudos para o estabelecimento de uma escala de temperatura efetiva no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia*. São Paulo, p. 67-69, 1934.
 1047. SAARONI, H.; PEARLMUTTER, D.; HATUKA, T. Human-biometeorological conditions and thermal perception in a Mediterranean coastal park. *International Journal of Biometeorology*, 59, 10, p. 1347-1362, 2014.
 1048. SAITO, M.; HOJO, A.; KOZUKA, T.; SHUKUYA, M. Investigation of the characteristics of outdoor air movement providing with 'Suzusisa' sensation. In: *PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* 2000.
 1049. SALATA, F.; GOLASI, I.; VOLLARO, R. D. L.; VOLLARO, A. D. L. Outdoor thermal comfort in the Mediterranean area. A transversal study in Rome, Italy. *Building and Environment*, 96, p. 46-61, 2016.

1050. SALTIN, B.; HERMANSEN, L. Esophageal rectal and muscle temperature during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 21, p. 1757-1762, 1966.
1051. SAMPAIO, A. V. C. F. *Clima urbano e arquitetura: adequação, conforto e qualidade de vida*. Dissertação de mestrado. Universidade Mackenzie, São Paulo, 1996
1052. SANDERS, A. F. Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, 53, p. 64-97, 1983.
1053. SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. New Equation for Estimating Outdoor Thermal Comfort in Humid-Tropical Environment. *European Journal of Sustainable Development*, 3, 4, p. 43-52, 2014.
1054. SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. Pair Influence of Wind Speed and Mean Radiant Temperature on Outdoor Thermal Comfort of Humid Tropical Environment. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 10, 2, p. 177-185, 2016.
1055. SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. (ed.). *Passive cooling of buildings*. London: James & James, 1996.
1056. SANTAMOURIS, M.; GAITANI, N.; SPANOU, A.; SALIARI, M.; GIANNOPOULOU, K.; VASILAKOPOULOU, K.; KARDOMATEAS, T. Using cool paving materials to improve microclimate of urban areas - design realization and results of the flisvos project. *Building and Environment*, 53, p. 128-136, 2012.
1057. SANTAMOURIS, M.; PAPANIKOLAOU, N.; KORONAKIS, I.; LIVADA, I.; ASIMAKOPOULOS, D. Thermal and air flow characteristics in a deep pedestrian canyon under hot weather conditions. *Atmospheric Environment*, 33, p. 4503-4521, 1999.
1058. SANTEE, W. R.; WALLACE, R. F. *Evaluation of weather service heat indices using the USARIEM heat strain decision aid (HSDA) model*. USARIEM technical report, 2003.
1059. SANTOS, B. J.; AMORIM, R. F. C.; PEIXOTO, L. Análise do conforto térmico humano no município de Arapiraca, Alagoas, utilizando software MATLAB. *Revista Brasileira de Geofísica*, 7, p. 939-948, 2014.
1060. SANTOS, F. A. DA C. *Avaliação do impacto do isolamento no conforto térmico de um edifício*. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010.
1061. SARAIVA, J. Ação do vento e nível de conforto em espaços urbanos. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE CONFORTO AMBIENTAL, 2, 1994, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, UFPa, 1994.
1062. SARDO, J.; PITZ, J. W.; HILLESHEIM, W. T.; PITZ, I. W.; NEVES, L. DE O. Análise do índice de sensação térmica para a cidade de Rio do Sul/SC. *Enciclopédia Biosfera*, 9, 17, p. 154-161, 2013.
1063. SARGENT, F.; TROMP, S. The first decade of the International Society of Biometeorology (1956-1966). *International Journal of Biometeorology*, 10, p. 207-214, 1966.
1064. SASAKI, R.; YAMADA, M.; UEMATSU, Y.; SAEKI, H. Comfort environment assessment based on bodily sensation in open air: relationship between comfort sensation and meteorological factors. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 87, 1, p. 93-110, 2000.
1065. SATO, A.; MONTEIRO, L. M.; GONCALVES, F. Resiliência às mudanças climáticas: conforto térmico de idosos em unidades residenciais. In: ENTAC 2014 - XV ENCONTRO

- NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, São Paulo. *Anais... Maceió*: ANTAC, 2014.
1066. SCARAZZATO, P. S. *Investigando sobre critérios para determinação dos níveis de conforto térmico*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
 1067. SCHARLAU, K. Die Schwüle als Messbare Grösse. *Bioklimatische Beiblätter*, 10, p. 19-23, 1943.
 1068. SCHELLEN, L.; LOOMANS, M. G.; DE WIT, M. H. ; OLESEN, B. W.; LICHTENBELT, W. D. The influence of local effects on thermal sensation under non- uniform environmental conditions - gender differences in thermophysiology, thermal comfort and productivity during convective and radiant cooling. *Physiology and Behavior*, 107, 2, p. 252-261, 2012.
 1069. SCHIEKE, S. M.; SCHROEDER, P.; KRUTMANN, J. Cutaneous effects of infrared radiation: from clinical observations to molecular response mechanisms. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 19, 5, p. 228-234, 2003.
 1070. SCHILLER, G.; KARSCHON, R. Microclimate and recreational value of tree plantings in deserts. *Landscape Planning*, 1, p. 329-337, 1974.
 1071. SCHOEN, C. A. New empirical model of the Temperature Humidity Index. *Journal of Applied Meteorology*, 44, p. 1413-1420, 2005.
 1072. SCHOENAU, G. J.; LUMBIS, A. J.; BESANT, R. W. Thermal performance of four sunspaces in a cold climate. *Energy and Buildings*, 14, 4, p. 273-286, 1990.
 1073. SCHOETTER, R.; GRAWE, D.; HOFFMANN, P.; KIRSCHNER, P.; GRÄTZ, A.; SCHLÜNZEN, K. H. Impact of local adaptation measures and regional climate change on perceived temperature. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, p. 117-130, 2013.
 1074. SCUDO, G.; DESSI, V. Thermal comfort in urban space renewal. In: PLEA2006 - THE 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. *Proceedings...* Geneva, Switzerland, 2006.
 1075. SEBASTIÃO, S. P. O.; FONTES, M. S. G. DE C. Conforto térmico em espaços de permanência: estudo de caso em um ambiente universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Brasília. *Anais...* Brasília: 2013.
 1076. SERRES, L.; TROMBE, A.; MIRIEL, J. Flux solaires absorbés par l'occupant d'un local vitré: prise en compte dans l'équation du confort thermique. *International Journal of Thermal Sciences*, 40, p. 478-488, 2001.
 1077. SHAFTOE, H. *Convivial Urban spaces: creating effective public places*. London: Earthscan, 2008.
 1078. SHAHIDAN, M. F.; SHARIFF, M. K. M.; JONES, P.; SALLEH, E.; ABDULLAH, A. M. A comparison of Mesua ferrea L. and Hura crepitans L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort . *Landscape and Urban Planning*, 97, 3, p.168-181, 2010.
 1079. SHAPIRO, Y.; PANDOLF, K. B.; GOLDMAN, R. F. Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 48, p. 83-96, 1982.
 1080. SHARMA, M. R.; ALI, S. Tropical Summer Index – a study of thermal comfort of Indian subjects. *Building and Environment*, 21,1, p.11-24, 1986.

1081. SHASHUA-BAR, L.; TSIROS, I. X.; HOFFMAN, M. Passive cooling design options to ameliorate thermal comfort in urban streets of a Mediterranean climate (Athens) under hot summer conditions. *Building and Environment*, 57, p. 110-119, 2012.
1082. SHELEIHOVSKYI, G. V. *Microclimate of southern cities*. Academy of Medicine Sciences of the USSR, Moscou, 1948.
1083. SHERIDAN, S. C. The redevelopment of a weather type classification scheme for North America. *International Journal of Climatology*, 22, p. 51-68, 2002.
1084. SHERIDAN, S. C.; DIXON, P. G. Spatiotemporal trends in human vulnerability and adaptation to heat across the United States. *Anthropocene*, 15, 2016.
1085. SHIMAKAWA, A. H.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Aplicação dos modelos preditivos de conforto PET e PMV em Presidente Prudente-SP: estudo de caso Parque do Povo. In: X ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VI ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. *Anais...* Natal: ANTAC, 2009.
1086. SHINZATO, P. *O impacto da vegetação nos microclimas urbanos*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
1087. SHITZER, A. A parametric analysis of wind chill equivalent temperatures by a dimensionless, steady-state analysis. *International Journal of Biometeorology*, 50, 4, p. 215-223, 2006.
1088. SHITZER, A. Assessing the effects of environmental radiation on Wind Chill equivalent temperatures. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
1089. SHITZER, A. Wind chill equivalent temperatures – regarding the impact due to the variability of the environmental convection heat transfer coefficient. *International Journal of Biometeorology*, 50, 4, p. 224-232, 2006.
1090. SHITZER, A.; EBERHART, R.C. (eds) *Heat transfer in medicine and biology – analysis and applications*. London: Plenum Press, 1985.
1091. SILVA DIAS, P. L. Humid tropics characteristics and tropics climate. In: MAKSIMOVIC, C.; TUCCI, C. E. M. (ed). *Urban drainage in specific climates*. Paris: UNESCO, p. 41-66, 2001.
1092. SILVA, A. B. A. *Da arquitetura imposta á arquitetura espontânea: um estudo de caso de conforto ambiental*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.
1093. SILVA, C; CORBELLA, O. Conforto ambiental urbano – apropriação e análise de dados microclimáticos. In: X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. *Anais...* ANTAC, 2004.
1094. SILVA, E. N.; RIBEIRO H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Biblio 3w*, 19, p. 1-15, 2014.
1095. SILVA, F. T.; DE ALVAREZ, C. E. An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 87, p.59-71, 2015.
1096. SILVA, I. M.; GONZALES, L. R.; FILHO, D. F. S. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 6, 4, p. 35-50, 2011.

1097. SILVA, P. S.; BENITES, H. S.; DUARTE, D.; MONTEIRO, L. M. Instrumentos urbanísticos para incremento de vegetação em áreas urbanas: análise comparada a partir da quota ambiental do município de São Paulo. In: SINGEORB - SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA, 2017, São Carlos. *Anais do Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana*. São Carlos: UFSCar - Universidade Federal de São Carlos.
1098. SILVA, T. DA; MONTEIRO, D. C. DA S.; SOUZA FILHO, J. F. DE; MOURA, M. DE O. Microclimas e avaliação do conforto térmico no bairro do centro em João Pessoa, Paraíba. *Revista Geonorte*, 2, 5, p. 401-410, 2012.
1099. SINOU, M.; STEEMERS, K. Environmental diversity in urban form. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.
1100. SIPLE, P. A.; PASSEL C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89, 1, p.177-199, 1945.
1101. SKULBS, D. *Conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2009.
1102. SMITH, F. E. *Effective temperature as an index of physiological stress*. Royal Navy Personnel Research Committee Report 53/728. Medical Research Council, Londres, 1952.
1103. SMITH, F. E. Indices of heat stress. *Medical Research Council*, Memo 29, 1958.
1104. SMITH, K. *Principles of applied climatology*. London: Megraw, Hill Book Company, 1975.
1105. SMITH, R. M.; HANNA, J. M. Skinfolds and resting heat loss in cold air and water temperature equivalence. *Journal of Applied Physiology*, 39, p. 93-102, 1975.
1106. SMITHSON, P. A.; BALDWIN, H. The cooling power of wind and its influence on human comfort in upland areas of Britain. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology, Series B*, 27, p. 361-380, 1979.
1107. SOARES, S. M. F. *A sustentabilidade energética nas unidades de turismo em espaço rural no noroeste de Portugal*. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade do Minho, Braga, 2013.
1108. SOHAR, E.; TENNENBAUM, J.; YASKI, D. Estimation of daily water intake (to replace water loss) from the cumulative discomfort index. In: TROMP, S. W. (ed) *Biometeorology*. Pergamon, Oxford, p. 401-403, 1962.
1109. SOLIGO, M. J.; IRWIN, P. A.; WILLIAMS, C. J. Pedestrian comfort including wind and thermal effects. In: THIRD ASIA-PACIFIC SYMPOSIUM ON WIND ENGINEERING, Hong Kong, 1993. *Proceedings...* 1993.
1110. SOUZA, A. DE; FERNANDES, W. A.; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; ALBREZ, E. DO A. Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38, 6, p. 708-715, 2012.
1111. SOUZA, D. M. DE; NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. *GEOGRAFIA (LONDRINA)*, 21, 2, p. 65-83, 2012.
1112. SOUZA, S. H. M. *Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA*. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

1113. SPAGNOLO, J. C.; DE DEAR, R. J. A human thermal climatology of subtropical Sydney. *International Journal of Climatology*, 23, p. 1383-1395, 2003.
1114. SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, 38, 5, p. 721-738, 2003.
1115. SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. H. S. Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo. *Revista SBAU*, 3, 2, p. 1-9, Piracicaba, 2008.
1116. SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. The Impact of Urban Vegetation on Microclimate in Hot Humid São Paulo. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, Singapore. *Proceedings...* Singapore: PLEA International, 2007.
1117. SPIGNARDI, M. C. M.; MONTEIRO, L. M. A influência das variáveis microclimáticas na decisão pelo uso da bicicleta em centros urbanos: uma revisão bibliográfica. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, no prelo, 2018.
1118. STAIGER, H.; BUCHER, K.; JENDRITZKY, G. Gefühlte Temperatur. Die physiologisch gerechte Bewertung von Wärmebelastung und Kältestress beim Aufenthalt im Freien in der Maßzahl Grad Celsius. *Annalen der Meteorologie*, v.33, p.100-107, 1998.
1119. STAIGER, H.; LASCHEWSKI, G.; GRÄTZ, A. The perceived temperature – a versatile index for the assessment of the human thermal environment. Part A: scientific basics. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 165-176, 2012.
1120. STATHOPOULOS, T. Pedestrian level winds and outdoor human comfort. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 94, p. 769-780, 2006.
1121. STATHOPOULOS, T.; WU, H.; ZACHARIAS, J. Outdoor human comfort in an urban climate. *Building and Environment*, 39, 3, p. 297-305, mar. 2004.
1122. STEADMAN, R. G. Indices of Windchill of Clothed Persons. *Journal of Applied Meteorology*, 10, p. 674-683, 1971.
1123. STEADMAN, R. G. The Assessment of Sultriness, Part II: effects of wind, extra radiation and atmospheric, *Journal of Applied Meteorology*, 18, 1979.
1124. STEADMAN, R. G. A universal scale of apparent temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, p. 1674-1687, 1984.
1125. STEADMAN, R. G. A universal scale of apparent temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, p. 1674-1687, 1984.
1126. STEADMAN, R. G. Norms of apparent temperature in Australia. *Australian Meteorological Magazine*, 43, p. 1-16, 1994.
1127. STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 861-873, 1979.
1128. STEEMERS, K. Assessing the urban microclimate: introducing innovative modelling techniques. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 157-158, 2002.
1129. STEEMERS, K. Energy and the city: density, buildings and transport. *Energy and Buildings*, 35, 1, p. 3-14, 2003.
1130. STOLWIJK, J. A. J. A mathematical model of physiological temperature regulation in man. *NASA contractor report, NASA CR-1855*, Washington DC, 1971.

1131. STOOPS, J. L. *The physical environment and occupant thermal perceptions in office buildings*. An evaluation of sampled data from five European countries. Göteborg, Chalmers University of Technology, 2001.
1132. SULMAN, F. G. *Short and long-term changes in climate*. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc., 1982.
1133. SWAID, H.; BAR-EL, M.; HOFFMAN, M.E. A bioclimatic design methodology for urban outdoor spaces. *Theoretical and Applied Climatology*, 48, p.49-61, 1993.
1134. SZAREK, W.; KUKLANE, K.; HOLMÉR, I. Comparison of Fiala model predictions with experimental data for extreme cold conditions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS, 12, 2007, Piran. *Proceedings...* 2007.
1135. SZOKOLAY, S. V. Bioclimatic architecture and solar energy. In: AULICIEMS, A. (ed) *Advances in bioclimatology*, p. 111-131. New York: Springer, 1998.
1136. SZOKOLAY, S. V. Use of the new effective temperature: ET* in practice. . In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* 2001.
1137. TACKEN, M. A comfortable wind climate for outdoor relaxation in urban area. *Building and Environment*, 24, 4, p. 321-324, 1989.
1138. TAKEBAYASHI, H.; MORIYAMA, M. Study on the urban heat island mitigation effect achieved by converting to grass-covered parking. *Solar Energy*, 83, p. 1211-1223, 2009.
1139. TALEB, H.; TALEB, D. Enhancing the thermal comfort on urban level in a desert area: case study of Dubai, United Arab Emirates. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, p. 253-260, 2014.
1140. TAN, S. A.; FWA, T. F. Pavement evaluation for thermal/glare comfort during footdrills. *Building and Environment*, 32, 3, p. 257-269, 1997.
1141. TANABE, S. Clothing, climate, and architecture. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 303-308, 2000.
1142. TANABE, S. I.; KOBAYASHI, K.; NAKANO, J.; OZEKI, Y.; KONISHI, M. Evaluation of thermal comfort using combined multi-node thermoregulation (65MN) and radiation models and computational fluid dynamics (CFD). *Energy and Buildings*, 34, p. 637-646, 2002.
1143. TAVARES, S. G. *Urban Comfort: Adaptive Capacity in Post-earthquake Christchurch*. 217p. Tese (Doutorado). Lincoln University, Christchurch, Nova Zelândia, 2015.
1144. TEBBANI, H.; BOUCHAHM, Y. Caractérisation du confort thermique dans les espaces extérieurs : Cas de la ville d'Annaba. *Nature & Technology*, 15, p. 14-25, 2016.
1145. TELLER, J.; AZAR, S. Townscope II – A computer system to support solar access decision-making. *Solar Energy*, 70, p. 187-200, 1999.
1146. TENNENBAUM, J.; SOHAR, E.; ADAR, R.; GILAT, T.; YASKI, D. The physiological significance of the cumulative discomfort index. *Harefuah*, 60, p. 315-319, 1961.
1147. TERJUNG, W. H. Physiologic climates of the conterminous US: a bioclimatological classification based on man. *Annals of the American Association of Geographers*, 56, p. 141-179, 1966.
1148. TERJUNG, W. H. World patterns of distribution of the monthly comfort index. *International Journal of Biometeorology*, 12, p. 119-151, 1968.

1149. TESTA A.; SPECCHIA, V. The outdoors space system of urban microclimate conditioning. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* 2000.
1150. THILENIUS, R.; DORNO, C. Das Davoser Frigorimeter (ein Instrument zur Dauerregistrierung der physiologischen Abkühlungsgrösse). *Meteorologische Zeitschrift*, 42, p. 57-60, 1925.
1151. THITISAWAT, M.; POLAKIT, K.; CALDIERON, J. M.; MANGONE, G. Physical and statistical assessment of outdoor comfort for South Florida region. In: INTERNATIONAL SUBTROPICAL CITIES CONFERENCE, 3, Brisbane. *Proceedings...* Brisbane: Queensland, 2011.
1152. THOM, E. C. A new concept of cooling degree days. *Air Conditioning, Heating and Ventilation*, 54, 6, p. 73-80, 1957.
1153. THOM, E. C.; BOSEN, J. F.; The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 2, p. 57-60, 1959.
1154. THORNTHWAITE, C. A charter for climatology. *World Meteorological Organization Bulletin*, 2, 1953.
1155. THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. R. The water balance. *Publications in Climatology*, 8, 1, 104p, 1955.
1156. THORSSON, S.; HONJO, T.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; LIM, E. M. Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places. *Environment and Behavior*, 39, p. 660-684, 2007.
1157. THORSSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMER, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International Journal of Climatology*, 27, p. 1983-1993, 2007.
1158. THORSSON, S.; LINDQVIST, M.; LINDQVIST, S. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *International Journal of Biometeorology*, 48, p.149-156, 2004.
1159. THORSSON, S.; TSUYOSHI, H.; LINBERG, F.; ELIASSON I.; LIM, E. Thermal comfort conditions and patterns of behaviour in outdoor urban spaces in Tokyo. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
1160. TOGAWA, T. Non-contact skin emissivity: measurement from reflectance using step change in ambient radiation temperature. *Clinical Physics and Physiological Measurement*, 10, 1, p. 39-48, 1989.
1161. TOPARLAR, Y.; BLOCKEN, B.; MAIHEU, B.; HEIJST, G. J. F. VAN. A review on the CFD analysis of urban microclimate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, p. 1613-1640, 2017.
1162. TORRES, S.; BARBIRATO, G. Qualidade bioclimática de espaços públicos urbanos: um estudo de caso em conjuntos habitacionais de Maceió – AL. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. *Anais...* NUTAU, 2004.
1163. TOUDERT, F. A. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. Freiburg, Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg. 2005

1164. TRINDADE DA SILVA, F.; ENGEL DE ALVAREZ, C. An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 87, p. 59-71, 2015.
1165. TROMP, S. W. A physiological method for determining the degree of meteorological cooling. *Nature*, 210, p. 486-487, 1966.
1166. TROMP, S. W. *Biometeorology*. London: Heuden, 1980.
1167. TROMP, S. W. *Medical Biometeorology: Weather, Climate and the Living Organism*. Elsevier. Amsterdam, London, New York: Publishing Company, 1963.
1168. TROMP, S. W. *Progress in Biometeorology*. Amsterdam: Swets and Zertlinger, 1972.
1169. TROYER, F.; ALLACKER, K. Visualisation of climatic environments based on the Test Reference Year. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21, 2004, Eindhoven. *Proceedings...* 2004.
1170. TSE, J. M. Y.; JONES, P. Investigation of Adaptive Thermal Comfort in Building Transitional Spaces - Case Studies in Cardiff, UK. In: HONG KONG JOINT SYMPOSIUM. *Proceedings...* Hong Kong, 2017.
1171. TSELIU, A.; TSIROS, I. X.; LYKODIS, S.; NIKOLOPOULOU, M. An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. *Building and Environment*, 45, 5, p.1346-1352, 2010.
1172. TSIROS, I. X.; EFTHIMIADOU, A.; HOFFMAN, M.; TSELIU, A. Summer Thermal Environment and Human Comfort in Public Outdoor Urban Spaces in a Mediterranean Climate (Athens). In: PLEA 2012. *Proceedings...* Lima - Peru, 2012.
1173. TSITOURA, M.; TSOUTSOS, T.; DARAS, T. Evaluation of comfort conditions in urban open spaces. Application in the island of Crete. *Energy Conversion and Management*, 86, p. 250-258, 2014.
1174. TSUJIHARA, M.; NAKAMURA, Y.; TANAKA, M. Proposal of climatic mitigation ratio for evaluation of thermal comfort inside semi-outdoor space attached to buildings corresponding to geographical characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 53-58, 2000.
1175. TSUZUKI, K. Thermal comfort and thermophysiological responses of school boys and girls. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY & INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 15, 1999, Sydney. *Selected Papers from the Conference...* Geneva: World Meteorological Organization, p. 291-296, 2000.
1176. UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME). *Buildings and Climate Change: Status, challenges and opportunities*. 2007. <http://www.unep.org/sbci/pdfs/BuildingsandClimateChange.pdf>. Acesso em 20/11/2012.
1177. UNFPA (UNITED NATIONS POPULATION FUND). *State of World Population 2011 – People and Possibilities in a World of 7 Billion*. 2011. <http://www.unfpa.org/public/home/publications/pid/8726>. Acesso em 15/02/2014.
1178. UNGER, J. Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a European city. *International Journal of Biometeorology*, 43, p. 139-144, 1999.
1179. UN-HABITAT (UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME). *Cities and climate change: global report on human settlements*. 2011. http://www.unhabitat.org/jo/en/inp/Upload/2332420_GRHS-2011.pdf. Acesso em 30/11/2012.

1180. URBAN, A.; KYSELÝ, J. Comparison of UTCI with other thermal indices in the assessment of heat and cold effects on cardiovascular mortality in the Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, p. 952-967, 2014.
1181. USP (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO). *Anuário Estatístico 2015*, 2015. <https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle>. Acesso em 25/12/2015.
1182. VALLE, F. J. C. *Zona variable de confort térmico*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2002.
1183. VALQUES, I. J. B.; LISOT, A.; TAMANINI, C. A. M.; SOARES, P. F. O estresse urbano no conforto ambiental. In: VIII ENCAC/V ELACAC, 2007, Ouro Preto. *Anais... ANTAC*, 2007.
1184. VAN HOOF, J. Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all? *Indoor Air*, 18, p. 182-201, 2008.
1185. VAN HOOF, J.; HENSEN, J. L. M. Quantifying the relevance of adaptive thermal comfort models in moderate thermal climate zones. *Building and Environment*, 42, 1, p. 156-170, 2007.
1186. VAN HOVE, L. W. A.; JACOBS, C. M. J.; HEUSINKVELD, B. G.; ELBERS, J. A.; VAN DRIEL, B. L.; HOLTSLAG, A. A. M. Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. *Building and Environment*, 83, p. 91-103, 2015.
1187. VANOS, J. K.; WARLAND, J. S.; GILLESPIE, T. J.; KENNY, N. A. Improved predictive ability of climate-human-behaviour interactions with modifications to the COMFA outdoor energy budget model. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 1065-1074, 2012.
1188. VANOS, J. K.; WARLAND, J. S.; GILLESPIE, T. J.; KENNY, N. A. Review of the physiology of human thermal comfort while exercising in urban landscapes and implications for bioclimatic design. *International Journal of Biometeorology*, 54, p. 319-334, 2010.
1189. VANOS, J. K.; WARLAND, J. S.; GILLESPIE, T. J.; SLATER, G. A.; BROWN, R. D.; KENNY, N. A. Human energy budget modeling in urban parks in Toronto and applications to emergency heat stress preparedness. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51, p. 1639-1653, 2012.
1190. VANOS, J.; WARLAND, J.; GILLESPIE, T.; KENNY, N. Thermal comfort modelling of body temperature and psychological variations of a human exercising in an outdoor environment. *International Journal of Biometeorology*, 56, 1, p. 21-32, 2012.
1191. VASCONCELLOS, V. M. N.; CORBELL, O. D. Entorno construído e microclima: uma contribuição metodológica para o estudo de praças em cidade tropical quente e úmida. In: ENCONTRO NACIONAL, 10, ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2009, Natal. *Anais... Porto Alegre: ANTAC*, p.1963-1972, 2009.
1192. VASCONCELOS, P. E. DE M. *Estudo da relação entre variáveis térmicas e o desempenho de estudantes da Academia de Polícia Militar do Estado da Paraíba*. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.
1193. VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3787, Part 1*. Environmental meteorology – Climate and air pollution maps for cities and regions. Berlin: Beuth, 2015.

1194. VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3787, Part 2. Environmental meteorology – Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level – Part I: Climate*. Berlin: Beuth, 2008.
1195. VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3787, Part 2. Environmental meteorology – Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air hygiene for urban and regional planning at regional level – Climate*. Berlin: Beuth, 1998.
1196. VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3789, Part 2. Environmental meteorology – interactions between atmosphere and surfaces; calculation of the short and long wave radiation*. Berlin: Beuth, 1994.
1197. VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE). *VDI 3789, Part 3. Environmental meteorology, interactions between atmosphere and surfaces – calculation of spectral irradiances in the solar wave-length range*. Berlin: Beuth, 2001.
1198. VELOSO, M.; ELALI, G.; ATAIDE, R.; ARAUJO, H.; ARAUJO, V.; MARCELO, V. Quality and environmental comfort in Natal/RN, Brazil. In: *PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, 19, 2002, Toulouse. *Proceedings...* p. 497-501, 2002.
1199. VENHARI, A. A.; TENPIERIK, M.; HAKAK, A. M. Heat mitigation by greening the cities, a review study. *Environment, Earth and Ecology*, 1, 1, p. 5-32, 2017.
1200. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. Dynamic model of facial cooling. *Journal of Applied Meteorology*, 12, p. 1241-1246, 2002.
1201. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. Facial cooling during cold air exposure. *Bulletin of American Meteorological Society*, 84, p. 927-933, 2003.
1202. VERNON, H. M. The measurement of radiant heat in relation to human comfort. *Journal of Industrial Hygiene*, 14, p. 95-111, 1932.
1203. VERNON, H. M.; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *The Journal of Hygiene*, 32, p. 431-462, 1932.
1204. VICINI, L.; SOUZA, A. M. *Análise Multivariada da Teoria à Prática*. Caderno Didático. Santa Maria: UFSM, 2005.
1205. VIEIRA, F. M. *Proposta de roteiro para análise e concepção bioclimática dos espaços externos urbanos. Estudo de casos: praças*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.
1206. VILLADIEGO, K.; VELAY-DABAT, M. A. Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: A field study in Barranquilla. *Building and Environment*, 75, p. 142-152, 2014.
1207. VOGT *et al.* A thermal environment in physiologically significant terms. *Archive for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology*. 29, p. 313-326, 1981.
1208. VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P. Graphical determination of heat tolerance limits. *Ergonomics*, 25, 4, p. 285-294, 1982.
1209. VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; DAULL, F. Required sweat rate as an index of thermal strain in industry. In: CENA, K.; CLARK, J. A. (eds) *Bioengineering, thermal physiology and comfort*. Elsevier, Amsterdam, p. 99-110, 1981.
1210. VOGT, J. J.; CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; HOEFT, A. Die erforderliche Schweissabgabe als Index der Wiirmebelastung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 32, p. 241-250, 1978.

1211. WALLACE, R. F.; KRIEBEL, D.; PUNNETT, L.; WEGMAN, D. H.; WENGER, C. B.; GARDNER, J. W.; GONZALES, R. R. The effects of continuous hot weather training on risk of exertional heat illness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, p. 84-90, 2005.
1212. WALTON, D.; DRAVITZKI, V.; DONN, M. The relative influence of wind, sunlight and temperature on user comfort in urban outdoor spaces. *Building and Environment*, 42, p. 3166-3175, 2007.
1213. WANNER, H.; FILLIGER, P. Orographic Influence on Urban Climate. *Weather and Climate*, 9, p. 22-28, 1989.
1214. WATANABE, S.; NAGANO, K.; ISHII, J.; HORIKOSHI, T. Evaluation of outdoor thermal comfort in sunlight, building shade, and pergola shade during summer in a humid subtropical region. *Building and Environment*, 82, p. 556-565, 2014.
1215. WATSON, I. D.; JOHNSON, G. T. Estimating person view-factors from fish eye lens photographs. *International Journal of Biometeorology*, 32, p. 123-128, 1988.
1216. WATTS, J. D.; KALKSTEIN, S. L. The development of a Warm-Weather Relative Stress Index for environmental applications. *Journal of Applied Meteorology*, 43, p. 503-513, 2004.
1217. WEBB, C. G. An analysis of some observations of thermal comfort in an equatorial climate. *British Journal of Industrial Medicine*, 16, p. 297-310, 1959.
1218. WEBB, C. G. Thermal discomfort in an equatorial climate. A monogram for the equatorial comfort index. *Journal of the IHVE*, 27, p. 10, 1960.
1219. WEISS, M. The humisery and other measures of summer discomfort. *National Weather Digest*, 7, 2, p. 10-18, 1982.
1220. WENZEL, H. G. Heat stress upon undressed man due to different combinations of elevated environmental temperature, air humidity, and metabolic heat production: a critical comparison of heat stress indices. *Journal of Human Ergology*, 7, p. 185-206, 1978.
1221. WESTERBERG, U.; KNEZ, I.; ELIASSON, I. Urban climate spaces: a multidisciplinary research project. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
1222. WHITTOW, G. C. Terminology of thermoregulation. *The Physiologist*, 1966.
1223. WILLIAMSON, S. P. (coord). *Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation and improvement projects*. Washington: Office of The Federal Coordinator For Meteorological Services And Supporting Research, 2003.
1224. WINANSIH, E.; ANTARIKSA; SURJONO; LEKSONO, A. S. Thermal comfort at the street corridor around public places, Case Study Alun-Alun Malang City. *Journal of Islamic Architecture*, 3, 4, p. 177-182, 2016.
1225. WINSLOW, C. E. A.; GAGGE, A. P.; GREENBURG, L.; MORIYAMA, I. M.; RODEE, E. J. The calibrating of the thermo-integrator. *American Journal of Hygiene*, 22, p.137-156, 1935.
1226. WINSLOW, C. E. A.; HARRINGTON, L. P. *Temperature and human life*. Princeton: Princeton University Press, 1949.
1227. WINSLOW, C. E. A.; HERRINGTON, L. P.; GAGGE, A. P. Physiological reactions of the human body to varying environmental temperatures. *American Journal of Physiology*, 120, p. 1-22, 1937.

1228. WINSLOW, C. E. A.; HERRINGTON, L. P.; GAGGE, A. P. Relations between atmospheric conditions, physiological reactions and sensations of pleasantness. *American Journal of Hygiene*, 26, 1, p. 103-115, 1937.
1229. WINTERLING, G. A. Humiture-revised and adapted for the summer season in Jacksonville, Florida. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 60, p. 329-330, 1979.
1230. WISSLER E. H. Mathematical simulation of human thermal behaviour using whole body models. In: SHITZER A.; EBERHART R. C. (ed) *Heat transfer in medicine and biology analysis and applications*. New York and London, Plenum Press, p. 325-373, 1985.
1231. WMO (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION). *WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*. World Meteorological Organization, 2014. <https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>. Acesso em 21/02/2015.
1232. WOJTACH, B. *UTCI calculator*. Institute of Meteorology and Hydrology, Warsaw, 2012. <http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php>. Acesso em 01/08/2017.
1233. WOLFRAM, B. R.; MONTEIRO, L. M. Avaliação da influência da arborização no conforto térmico do pedestre em meio urbano: estudo de caso em espaços abertos do Bairro da Luz, São Paulo-SP. In: XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Búzios, 2011. *Anais...*, p. 16. Búzios: ANTAC, 2011
1234. WONG, N. H.; CHONG, A. Z. M. Performance evaluation of misting fans in hot and humid climate. *Building and Environment*, 45, p. 2666-2678, 2010.
1235. WONG, N.; TAN, F.; LAM, K. P. Designing for Tropical Hot-and-Humid Outdoors. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20, 2003, Santiago. *Proceedings...* 2003.
1236. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Community Noise*. 1999. <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. Acesso em 31/03/2011.
1237. WRI/EMBARQ BRASIL (WORLD RESEARCH INSTITUTE – BRASIL). Diagnóstico e propostas para a melhoria da microacessibilidade - estações de trem no entorno do Rio Pinheiros, São Paulo/SP. São Paulo: WRI Brasil, 2015.
1238. XAVIER, A. A. P. *Condições de conforto térmico para estudantes de segundo grau na região de Florianópolis*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
1239. XAVIER, A. A. P.; LAMBERTS, R. Indices of thermal comfort developed from field survey in Brazil. *ASHRAE Transactions*, 106, p. 45-58, 2000.
1240. XAVIER, A. A. P.; LAMBERTS, R.; LUCILA, C. *Proposta de zona de conforto térmico obtida a partir de estudos de campo em Florianópolis*. In: V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, nov. 1999, Fortaleza. *Anais...* ANTAC, 1999.
1241. XI, T.; LI, Q.; MOCHIDA, A.; MENG, Q. Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment*, 52, p. 162-170, 2012.
1242. YAGLOU, C. P. A method of improving the effective temperature index, *ASHVE Transactions*, 53, 1947.
1243. YAGLOU, C. P.; MILLER, W. E. Effective temperature with clothing. *Transactions of the American Society of Heating and Ventilating Engineers*, 31, 89, 1925.

1244. YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16, p. 302-16, 1957.
1245. YAHIA, M. W.; JOHANSSON, E. Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *International Journal of Biometeorology*, 57, p. 615-630, 2013.
1246. YAN, Y. Y. Climate comfort indices. In: OLIVER, J. E. (ed) *Encyclopedia of world climatology*. Springer, Dordrecht, p. 227-231, 2005.
1247. YAN, Y. Y.; OLIVER, J. E. The clo: a utilitarian unit to measure weather/climate comfort. *International Journal of Climatology*, 16, p. 1045-1056, 1996.
1248. YANG, W.; KANG, J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 66, p. 211-229, 2005.
1249. YANG, W.; WONG, N. H.; JUSUF, S. K. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Building and Environment*, 59, p.426-435, 2013.
1250. YE, G.; YANG, C.; CHEN, Y.; LI, Y. A new approach for measuring predicted mean vote (PMV) and standard effective temperature (SET*). *Building and Environment*, 38, 1, p. 33-44, 2003.
1251. YIN, J. F.; ZHENG, Y. F.; WU, R. J.; TAN, J. G.; YE, D. X.; WANG, W. An analysis of influential factors on outdoor thermal comfort in summer. *International Journal of Biometeorology*, 56, p. 941-948, 2012.
1252. YOKLIC, M. R. Human thermal comfort: a catalyst for more sustainable urban design. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18, 2001, Florianópolis. *Proceedings...* p. 677-680, 2001.
1253. YOUNG, K. C. The influence of environmental parameters on heat stress during exercise. *Journal of Applied Meteorology*, 18, p. 886-897, 1979.
1254. YU, J.; CAO, G.; CUI, W.; OUYANG, Q.; ZHU, Y. People who live in a cold climate: thermal adaptation differences based on availability of heating. *Indoor Air*, 23, 4, 2013.
1255. YU, J.; OUYANG, Q.; ZHU, Y.; SHEN, H.; CAO, G.; CUI, W.; WEBB, C. A comparison of the thermal adaptability of people accustomed to air-conditioned environments and naturally ventilated environments. *International Journal of Environment and Health*, 22, 2, p. 110-118, 2012.
1256. YU, L.; KANG, J. Factors influencing the sound preference in urban open spaces. *Applied Acoustics*, 71, 7, p. 622-633, 2010.
1257. ZACHARIAS, J.; STATHOPOULOS, T.; WU, H. Microclimate and downtown open space activity. *Environment and Behaviour*, 33, 2, p. 296-315, 2001.
1258. ZAHNEN, B. The human dimension of doing urban climatology: some hermeneutical aspects. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 5, 2003, Lodz, Poland. *Proceedings...* 2003.
1259. ZAMBRANO, L.; MALAFAIA, C.; BASTOS, L. E. G. Thermal Comfort Evaluation in Outdoor Space of Tropical Humid Climate. In: PLEA 2006 - 23RD CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. *Proceedings...* Geneva, Switzerland, 2006.
1260. ZANINOVIC, K. Limits of warm and cold bioclimatic stress in different climatic regions. *Theoretical and Applied Climatology*, 45, 1, p. 65-70, 1992.
1261. ZANLORENZI, H. C. P.; SILVA FILHO, D. F. DA. Microclima nos espaços urbanos abertos: um estudo comparativo de medições em campo aberto x registros de estação

- meteorológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.
1262. ZENG, Y.; DONG, L. Thermal Human Biometeorological Conditions and Subjective Thermal Sensation in Pedestrian Streets in Cheng-du, China. *International Journal of Biometeorology*, 59, 1, p. 99-108, 2015.
1263. ZHANG, S.; MENG, G.; WANG, Y.; LI, J. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. *International Journal of Biometeorology*, 36, 63-68, 1992.
1264. ZHANG, Y.; ZHAO, R. Overall thermal sensation, acceptability and comfort. *Building and Environment*, 43, 1, p. 44-50, 2008.
1265. ZHAO, L.; LI, L.; ZHOU, X.; WEI, C. Study on summer outdoor thermal comfort of Guangzhou Campus. *Building Science*, 8, p. 93-98, 2016.
1266. ZHAO, L.; ZHOU, X.; LI, L.; HE, S.; CHEN, R. Study on outdoor thermal comfort on a campus in a subtropical urban area in summer. *Sustainable Cities and Society*, 22, p. 164-170, 2016.
1267. ZHAO, R. Investigation of transient thermal environments, *Building and Environment*, 42, 12, p. 3926-3932, 2007.
1268. ZHOU, Z.; CHEN, H.; DENG, Q.; MOCHIDA, A. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in a humid subtropical climate city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12, p. 73-79, 2013.
1269. ZÖLD, A. Thermal comfort at transient conditions. In: PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 17, 2000, Cambridge. *Proceedings...* London: James & James Science Publishers Ltd, 2000.
1270. ZORAS, S. Urban environment thermal improvement by the bioclimatic simulation of a populated open urban space in Greece. *International Journal of Ambient Energy*, 36, 4, p. 156-169, 2015.
1271. ZORAS, S.; DIMOUDI, A.; EVAGELOPOULOS, V.; LYSSOUDIS, S.; DIMOUDI, S.; TAMIOLAKI, A. M.; STATHIS, V.; POLYZAKIS, A.; DELIGIORGI, E. Bioclimatic rehabilitation of an open market place by a computational fluid dynamics simulation assessment. *Future Cities and Environment*, 1, 6, 2015.
1272. ZORZI, L. DE M. DE. *A influência dos parques verdes no conforto térmico urbano: estudo de caso em Porto Alegre - RS*. 160p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
1273. ZUHAIRY, A. A.; SAYIGH, A. A. M. The development of the bioclimatic concept in building design. *Renewable Energy*, 3, 4-5, p. 521-533, 1993.