

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
MESTRADO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO E PATRIMÔNIO SUSTENTÁVEL

Simone Queiroz da Silveira Hirashima

**CALIBRAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO  
TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE (PET) PARA  
ESPAÇOS ABERTOS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, MG**

Belo Horizonte  
Escola de Arquitetura  
2010

Simone Queiroz da Silveira Hirashima

**CALIBRAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO  
TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE (PET) PARA  
ESPAÇOS ABERTOS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, MG**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável.

Área de concentração: Bens Culturais, Tecnologia e Território.

Orientadora: Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte  
Escola de Arquitetura da UFMG

2010

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

H668c

Hirashima, Simone Queiroz da Silveira.

Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET) para o município de Belo Horizonte, MG / Simone Queiroz da Silveira Hirashima. - 2010.

225f. : il.

Orientadora: Eleonora Sad de Assis.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Conforto térmico – Belo Horizonte (MG). 2. Climatologia urbana – Belo Horizonte (MG). 3. Planejamento urbano – Fatores climáticos. 4. Belo Horizonte (MG) - Clima. I. Assis, Eleonora Sad de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

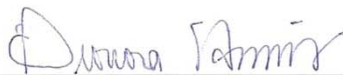
CDD: 711.42

**SIMONE QUEIROZ DA SILVEIRA**

“Calibração do índice de Conforto Térmico Temperatura Equivalente Fisiológica (PET) para Espaços Abertos do Município de Belo Horizonte”

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

Comissão Examinadora:



---

Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis (EAUFMG- orientadora)



---

Profa. Dra. Telma Cortes Quadros de Andrade, Universidade Federal da Bahia



---

Profa. Dra Virginia Maria Dantas de Araújo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Belo Horizonte, 09 de agosto de 2010.

## Dedicatória

Dedico este trabalho  
aos meus queridos pais.

## Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e a todas as instituições que contribuíram, voluntariamente, para a realização desta pesquisa:

- À profa. Dra. Eleonora Sad de Assis, pela orientação, incentivo e amizade;
  
- Ao Convênio Bilateral (Edital CNPq 004/2007), entre Brasil e Alemanha, referente ao projeto *Clima Urbano, Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas (Urban climate, Urban Design and Global Climate Changes)*, por proporcionar a troca de conhecimento entre as instituições participantes - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade de Kassel e Universidade de Freiburg - e por financiar minha ida à Salvador/BA, para reunião com as equipes;
  
- Às professoras da Universidade Federal da Bahia (UFBA), M.Sc. Jussana Maria Fahel Guimarães Nery, Dra. Márcia Rebouças Freire, Dra. Telma Côrtes Quadros de Andrade, e M.Sc. Tereza Maria Moura Freire, pelos ensinamentos e sugestões em diversas etapas do estudo, e à mestranda Sandra Helena Miranda de Souza, também da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pela disponibilização de referências;
  
- Ao Prof. Dr. Lutz Katzschner, da Universidade de Kassel, pelo acompanhamento da pesquisa, disponibilização de referências e importantes direcionamentos;
  
- Ao Programa de Bolsas Coimbra Group para Jovens Professores e Pesquisadores de Universidades da América Latina (*Coimbra Group Scholarships Programme for Young Professors and Researchers from Latin American Universities*), pelo apoio financeiro durante minha permanência na Alemanha para estudos referentes a esta pesquisa;
  
- Aos professores e doutorandos das universidades alemãs que me receberam durante o período de pesquisa na Alemanha, pela valiosa contribuição: ao Prof. Dr. Martin Kappas, da Georg-August-Universität Göttingen; ao Prof. Dr. Lutz Katzschner, à Doutoranda Antje Katzschner e ao Eng. Pesquisador Sebastian Kupski, da Universität Kassel; ao Prof. Dr. Michael Bruse, ao Prof. Dr. Paul Dostal e ao Doutorando Sebastian Huttner da Johannes Gutenberg-Universität Mainz; à Profa. Dra. Jutta Holst e ao Prof. Dr. Helmut Mayer, da Albert-Ludwigs-Universität Freiburg;

- Ao Laboratório de Controle de Processos Industriais, do Departamento de Engenharia Eletrônica, Escola de Engenharia da UFMG, pelo desenvolvimento do sistema de integração ao canal externo do *data logger* HOBO e calibração dos termômetros de globo, em especial ao Prof. Dr. Fábio Gonçalves Jota, Acad. Hudson Dyele Pinheiro de Oliveira e Acad. Hugo Leonardo Mendes;

- À Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, pela orientação durante as etapas de confecção dos termômetros de globo e pela sugestão de importantes referências bibliográficas;

- À colega mestranda Jussara Grosch Ludgero Ramos, do Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável - MACPS, da UFMG, pela colaboração nas etapas de confecção dos termômetros de globos e calibração da instrumentação utilizada;

- À bolsista de graduação Acad. Clara Maíra Oliveira Ferreira, pelo auxílio no levantamento das características morfológicas das áreas de estudo e pela confecção de arquivos nos softwares AutoCAD®, SketchUp® e ECOTECT®, e à bolsista de graduação Acad. Raquel de Faria Rodrigues, pela contribuição na confecção dos termômetros de globo;

- Ao Prof. Dr. Rafael Silva Brandão, da Universidade Federal de São João Del-Rei, e ao doutorando Wellington Lopes Assis, do Instituto de Geociências da UFMG, pelo fornecimento de informações sobre abrigos meteorológicos;

- Ao 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5º DISME/INMET), pela cessão de dados climáticos e pela colaboração na aferição dos termo-higrômetros e abrigos; em especial aos meteorologistas Jorge Luiz Moreira, Alexandre Gabelha e Claudemir de Azevedo Félix, ao Geógrafo Marco Túlio Silva Araújo e ao Chefe da Seção de Observação e Meteorologia Aplicada Sílvia Dias de Alkmim e ao Chefe do Núcleo de Telecomunicações (NUTEL) Ângelo de Castro D`Ávila;

- Ao Laboratório de Vazão da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC-MG), em especial aos engenheiros Dra. Maria Luiza Moraes dos Santos, M.Sc. Ramón Zeferino, e M.Sc. Ricardo Santos Teixeira, do pelo apoio na calibração do anemômetro;

- À MEDIÇÃO Soluções Metrológicas Integradas, pela calibração do termômetro de globo preto de 15cm;

- Ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física da UFMG, em especial à Profa. Dra. Danusa Dias Soares, pela cessão da Câmara Climática para a aferição dos termômetros de globo;

- À Profa. Dra. Ilka Afonso Reis, do Departamento de Estatística da UFMG, pelo auxílio na definição da amostra e no tratamento estatístico;

- À Empresa Júnior de Estatística da UFMG– ESTATMG, em especial à Acad. Dayanne Maria Ribeiro Rocha e Acad. Tássia de Oliveira Rezende, pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados;

- Ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, pela autorização para desenvolvimento da pesquisa, após a submissão à sua apreciação de um protocolo de pesquisa, contendo informações sobre o projeto;

- À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), pela permissão para utilização temporária de espaço público, em cada um dos dias de levantamento de campo, por meio da concessão do Documento Municipal de Licença para evento em logradouro público, e à Polícia Militar do estado de Minas Gerais – PMMG, pela possibilidade de disponibilização de policiamento nestes dias, caso fosse necessário;

- À Profa. M.Sc. Iraci Miranda Pereira e ao doutorando Wellington Lopes Assis pela indicação de participantes para os levantamentos de campo;

- Aos acadêmicos e aos amigos, pela participação voluntária nos levantamentos de campo para aplicação de questionários, nomeadamente: Adriane Borges Moreira Dias, Ana Cláudia Cardoso Maffia, Ana Flávia Mendes de Castro, Ana Paula de Almeida Rocha, Camila Martins da Luz Fernandes, Carolina Rodrigues Daniel, Clara Maíra Oliveira Ferreira, Cláudia Rocha Guidi, Daniele Gomes Ferreira, Eleonora Sad de Assis, Felício Alves Teixeira Júnior, Guilherme Caixeta Brandão, Iara Milena Santos, Kátia Taciana Moreira Leão, Maria Luíza Carvalho Prata, Mariana Maia Martins, Matheus dos Santos, Matheus Farley Lelis Vieira, Nathália de Oliveira Carvalho, Olavio José da Costa Neto, Paula Oliveira Belarmino, Priscila de Souza Mariano, Rafael Campos Teixeira Miranda, Rafaela Cristina Costa, Ramon Paes Guimarães, Raquel Amédée Péret de Resende, Raquel de Faria Rodrigues, Rejane Magiag Loura, Simone Silva Rosa, Thais Matoso de Novaes Sugiuti;

- Ao Arquiteto e Cientista Social Hayato Hirashima, à Profa. Joselina da Glória Queiroz da Silveira e ao Eng. Zulênio José da Silveira, pelo auxílio na organização dos levantamentos de campo;

- Ao Programa de Vocação Científica da UFMG (PROVOC na UFMG) - Programa de Iniciação Científica Júnior (BIC-Júnior), pela disponibilização de alunos do 2º grau para auxílio nos levantamentos de campo e no tratamento dos dados coletados: Acad. Ana Flávia M. de Castro, Acad. Iara Milena Santos, Acad. Matheus dos Santos, Acad. Matheus Farley Lelis Vieira;

- Aos alunos da disciplina TAU 022 – Conforto Térmico nos Edifícios e na Cidade, pelo auxílio nos levantamentos de campo e no tratamento dos dados coletados;

- Ao servidor do setor de informática da UFMG, Especialista em Redes de Telecomunicações Rodrigo Moreira de Souza Rocha, pelo auxílio no entendimento da modelagem termofisiológica em linguagem computacional;

- Ao Prof. Dr. Luis Enrique Zárate, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG) e aos alunos do Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada (LICAP) da PUC-MG, pela ajuda no entendimento do programa computacional para cálculo do índice Temperatura Equivalente Fisiológica – PET;

- Ao Prof. Dr. Michael Bruse e ao Doutorando Sebastian Huttner, da Johannes Gutenberg-Universität Mainz, ao Dr. Leonardo Marques Monteiro e ao Doutorando Jörg Spangenberg, pelos ensinamentos e esclarecimentos de dúvidas sobre o software ENVI-met®;

- Ao Prof. Dr. Michael Bruse e ao Prof. Dr. Paul Dostal, da Johannes Gutenberg-Universität Mainz, pelos ensinamentos sobre o software BOT-World®;

- Ao Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, pelo auxílio na determinação da especificação dos equipamentos utilizados na pesquisa;

- À Profa. Dra. Léa Cristina Lucas Souza, da Universidade Federal de São Carlos, pelos ensinamentos sobre a determinação e a representação do fator de visão do céu através de um SIG 3D (módulo para o software Arc View®);

- Ao Prof. M.Sc. Willi de Barros Gonçalves, da Escola de Belas Artes da UFMG, pelos ensinamentos sobre o software ECOTECT®;
- À Arq. M.Sc. Jacqueline Alves Vilela, pela disponibilização de material sobre o cálculo do parâmetro fator de visão do céu;
- À Georgina Vasquez, pela revisão da tradução do Resumo para a língua inglesa;
- Aos professores e funcionários do Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável - MACPS, da UFMG, pelos ensinamentos e colaboração;
- Aos professores do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética nas Edificações – LABCON, da Escola de Arquitetura da UFMG, em especial ao Prof. M.Sc. Victor Mourthé Valadares, pela sugestão de bibliografia, à Profa. M.Sc. Grace Cristina Roel Gutierrez, pelos esclarecimentos sobre ensaios de emissividade;
- Aos amigos e colegas do LABCON, em especial, Camila, Daniele, Iraci, Jacqueline, Jussara e Rejane, pelas colaborações constantes;
- À minha família pelo carinho, apoio e dedicação;
- Ao meu marido, Hayato, por tudo.

“(...) na primavera e no outono, que eram as épocas em que Cadaqués ficava mais desejável, ninguém deixava de pensar com temor na tramontana, um vento de terra inclemente e tenaz, que, segundo acreditam os nativos e alguns escritores experientes, leva consigo os germes da loucura.

(...) Senti-a antes que chegasse, um domingo na hora da sesta, com o presságio inexplicável de que alguma coisa ia acontecer. (...)

– É a tramontana – me disse. – Em menos de uma hora estará aqui.”

Gabriel García Márquez. “Tramontana”.

In: *Doze Contos Peregrinos*, p. 183-190, 2009.

## RESUMO

Pesquisas sobre as mudanças climáticas globais e sobre o clima urbano demonstram que a urbanização afeta o balanço local de energia, provocando alterações no clima das cidades e influenciando o conforto térmico de seus habitantes. Nesse contexto, o presente estudo objetivou a proposição de procedimentos para medição de variáveis microclimáticas urbanas, coleta de variáveis individuais e subjetivas e tratamento dos dados obtidos, com vistas à calibração do índice de conforto térmico denominado temperatura fisiológica equivalente (PET), para espaços abertos do município de Belo Horizonte - MG. Para a condução dos trabalhos, utilizou-se o método indutivo experimental. O processo de amostragem considerou a população adulta, saudável e aclimatada às condições climáticas do município. As variáveis estudadas foram coletadas por meio de medições em campo e aplicação simultânea de questionários, em dias representativos de cada uma das quatro estações, durante os anos de 2009 e 2010, e em duas áreas contrastantes com relação às características morfológicas como fator de visão do céu, altura dos edifícios, tipo de pavimentação, presença de fontes de água e vegetação. Para os levantamentos de campo, um abrigo meteorológico portátil, de fácil montagem, foi desenvolvido, com materiais leves, duráveis, resistentes e acessíveis. O termômetro de globo cinza de 40mm foi confeccionado a partir de informações da literatura. Os dados obtidos em campo, assim como os valores de PET calculados, foram tratados estatisticamente utilizando-se análise descritiva e regressão logística ordinal. Os resultados indicam que a metodologia adotada propiciou resultados satisfatórios para a obtenção dos valores de PET e para sua calibração. A análise descritiva das variáveis coletadas confirmou a importância do sombreamento, da umidificação do ar e da manutenção dos canais de vento nos recintos urbanos. Na calibração do PET foram delimitadas três faixas: o intervalo “confortável” teve como limite superior o valor de 30,5°C; o intervalo referente a “calor” foi delimitado pelos valores de 30,5°C a 35°C, sendo 35°C o limite inferior do intervalo referente a “muito calor”. Considerando o inverno mais quente que o esperado, que ocorreu no ano de 2009, e a conseqüente amplitude do índice PET obtida durante o ano - de 20 a 41°C – os intervalos referentes às situações climáticas de baixas temperaturas, assim como o limite inferior do intervalo de conforto, não puderam ser definidos. O índice PET calibrado permitirá aos planejadores urbanos avaliar a adequação termohigrométrica dos espaços abertos e comparar, preditivamente, diferentes soluções de projetos, direcionando as tomadas de decisão em projetos urbanísticos.

Palavras-chave: Temperatura fisiológica equivalente (PET). Índice de conforto térmico. Conforto térmico. Clima urbano. Planejamento urbano.

## ABSTRACT

Research on global climate change and on urban climate demonstrates that urbanization affects the local energy balance, causing changes in the climate of cities and influencing the thermal comfort of its inhabitants. In this context, this study aimed to propose procedures for measuring urban microclimatic variables, collect individual and subjective variables and treat data in order to calibrate the thermal comfort index known as physiological equivalent temperature (PET) for open spaces in the city of Belo Horizonte - MG. Tasks were conducted through the inductive experimental method. A population of adults who are healthy and acclimated to the climatic conditions of the city was considered. The variables were collected through field measurement simultaneously with administration of questionnaires in representative days of each one of the four seasons during the years 2009 and 2010 in two contrasting areas regarding morphological characteristics such as the sky view factor, the height of buildings, the type of floor, the presence of water sources and the vegetation. For field investigation, a portable and of easy assembly weather shelter was designed using lightweight, durable, sturdy and affordable material. The construction of the 40mm gray globe thermometer was based on information in the literature. The collected and measured data, as well as the calculated values of PET, were statistically analyzed through descriptive analysis and ordinal logistic regression. The results suggest that the methodology used provided satisfactory outcomes to obtaining the values of PET and to its calibration. The descriptive analysis of the collected data confirmed the importance of shading, air humidification and maintenance of channels of wind in the urban enclosures. In calibrating the PET index, three ranges were defined: the "comfortable" range had the upper limit value of 30.5°C, the "hot" range was defined by the values of 30.5°C to 35°C, and the lower limit of the "very hot" range was 35°C. Considering the winter of 2009, which was hotter than usual, and the resulting amplitude of the index PET obtained during the year - 20-41°C, the intervals related to cold climatic situations, as well as the lower limit of the "comfortable" range, could not be defined. The calibration of the PET index will allow planners to evaluate the thermal adequacy of open spaces and to compare different design solutions ahead of time, directing decision making in urban projects.

**Key Words:** Physiological Equivalent Temperature (PET). Thermal comfort index. Thermal comfort. Urban climate. Urban planning.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Distribuição da temperatura corporal, do centro do corpo e de sua parte mais externa, em ambientes frios (A) e quentes (B) .....	43
FIGURA 2	Componentes do balanço energético humano .....	44
FIGURA 3	Cálculo dos cursos temporais da temperatura da pele ( $T_{sk}$ ) e temperatura do centro do corpo ( $T_{core}$ ), no modelo IMEM, após a entrada do indivíduo em um ambiente com condições climáticas frias ( $T_a = T_{mrt} = 0^\circ\text{C}$ , $VP = 5\text{hPa}$ , $v = 1\text{m/s}$ ), proveniente de condições térmicas neutras. As linhas horizontais representam os níveis de estado estacionário .....	69
FIGURA 4	Cálculo dos cursos temporais da temperatura da pele ( $T_{sk}$ ) e temperatura do centro do corpo ( $T_{core}$ ), no modelo IMEM, após a entrada do indivíduo em um ambiente com condições climáticas quentes ( $T_a = 30^\circ\text{C}$ , $T_{mrt} = 60^\circ\text{C}$ , $VP = 15\text{hPa}$ , $v = 0,5\text{m/s}$ ), proveniente de condições térmicas neutras. As linhas horizontais representam os níveis de estado estacionário .....	69
FIGURA 5	Metodologia adotada .....	73
FIGURA 6	Divisão administrativa do município de Belo Horizonte adotada pela Prefeitura Municipal (à esquerda) e localização das duas áreas de estudo na regional Centro-Sul (à direita) .....	77
FIGURA 7	Praça da Liberdade: área menos verticalizada, com muita área verde, com maior fator de visão do céu, com solo permeável - em grande parte sem pavimentação e com muitas fontes de água .....	77
FIGURA 8	Praça Sete de Setembro: área muito verticalizada, com poucas árvores, com menor fator de visão do céu, com solo menos permeável – quase todo pavimentado e sem fontes de água .....	77
FIGURA 9	Visão do céu na Praça da Liberdade .....	78
FIGURA 10	Visão do céu na Praça Sete de Setembro .....	78
FIGURA 11	Simulação realizada no software SketchUp®, para a Praça da Liberdade, dia 22/04/2009, às 15h, 1ª Campanha de medição .....	79
FIGURA 12	Simulação realizada no software SketchUp®, para a Praça Sete de Setembro, dia 23/04/2009, às 15h, 1ª Campanha de medição .....	79
FIGURA 13	Pontos de medição selecionados para a Praça da Liberdade .....	80
FIGURA 14	Pontos de medição selecionados para a Praça Sete de Setembro .....	80
FIGURA 15	Montagem dos equipamentos em campo nos pontos previamente estabelecidos, no sol .....	92
FIGURA 16	Montagem dos equipamentos em campo nos pontos previamente estabelecidos, na sombra .....	92
FIGURA 17	Termômetro de globo cinza de 40mm, com fonte de alimentação externa por bateria de 9V .....	200
FIGURA 18	Corte e lixamento da lateral do plug de esgoto .....	202
FIGURA 19	Furação da base do abrigo e encaixe da porca sextavada de 1/4" .....	202
FIGURA 20	Fixação do equipamento no interior do abrigo .....	202
FIGURA 21	Abrigo meteorológico .....	202
FIGURA 22	Questionário 1 .....	203
FIGURA 23	Questionário 2 .....	204
FIGURA 24	Questionário 3 .....	205

FIGURA 25	Organização da sala do LABCON para o procedimento de aferição dos <i>data loggers</i> .....	207
FIGURA 26	Organização dos dezessete <i>data loggers</i> para o procedimento de aferição dos mesmos .....	207
FIGURA 27	Localização dos <i>data loggers</i> no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET .....	208
FIGURA 28	Abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET, com os <i>data loggers</i> em seu interior	208
FIGURA 29	Aferição do anemômetro de copos no túnel de vento do CETEC – MG. A imagem mostra o anemômetro Lambrecht a ser aferido e o anemômetro de pás fixados no suporte giratório, bem como o termoanemômetro montado em suporte próprio próximo à extremidade do túnel de vento .....	212
FIGURA 30	Organização do ambiente para aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm .....	214
FIGURA 31	Detalhe da aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm .....	214
FIGURA 32	Câmara bioclimática do LAFISE, utilizada na aferição dos termômetros de globo utilizados .....	216
FIGURA 33	Termômetros de globo organizados no interior da câmara bioclimática do LAFISE, durante o procedimento de aferição desses equipamentos .....	216
FIGURA 34	Termômetros de globo organizados no interior da câmara bioclimática do LAFISE, durante o procedimento de aferição desses equipamentos .....	216
FIGURA 35	Teste do abrigo de 100mm de diâmetro, inicialmente sem a proteção da peça antiinfiltração utilizada como pára-sol, realizado no heliodon do LABCON/UFMG	220
FIGURA 36	Teste do abrigo de 100mm de diâmetro, posteriormente com a proteção da peça antiinfiltração sugerida para ser utilizada como pára-sol, realizado no heliodon do LABCON/UFMG .....	220
FIGURA 37	Abrigos montados sobre tripé, a 1,1m do solo, com e sem revestimentos, para o procedimento de aferição no 5º DISME/INMET .....	221
FIGURA 38	Posicionamento dos abrigos, com e sem revestimentos, com relação ao abrigo do 5º DISME/INMET para o procedimento de aferição .....	221
FIGURA 39	Certificado de Calibração CCM509/10 .....	225

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Comparação entre os valores medidos pelo termômetro de globo cinza de 40mm no sol e na sombra durante a segunda Campanha .....	91
GRÁFICO 2	Correlação entre os valores de PET calculados por meio do programa Rayman 1.2® (2000) e do programa desenvolvido na Universidade de Freiburg, versão de J. Holst (2007) .....	103
GRÁFICO 3	Duração da aplicação dos questionários, considerando dados de todas as campanhas .....	109
GRÁFICO 4	Altura dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	110
GRÁFICO 5	Idade dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	110
GRÁFICO 6	Sexo dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	110
GRÁFICO 7	Peso dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	110
GRÁFICO 8	Taxa metabólica dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	111
GRÁFICO 9	Vestimenta dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	111
GRÁFICO 10	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	111
GRÁFICO 11	Entendimento do questionário pelos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	112
GRÁFICO 12	Local de moradia dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	112
GRÁFICO 13	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados, considerando dados de todas as campanhas .....	112
GRÁFICO 14	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C1PL .....	119
GRÁFICO 15	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C2PL .....	119
GRÁFICO 16	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C3PL .....	119
GRÁFICO 17	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C4PL .....	119
GRÁFICO 18	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C1PL .....	120
GRÁFICO 19	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C2PL .....	120
GRÁFICO 20	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C3PL .....	120
GRÁFICO 21	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C4PL .....	120
GRÁFICO 22	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C1PL .....	120
GRÁFICO 23	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C2PL .....	120
GRÁFICO 24	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C3PL .....	121
GRÁFICO 25	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C4PL .....	121
GRÁFICO 26	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C1PL .....	121

GRÁFICO 27	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C2PL .....	121
GRÁFICO 28	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C3PL .....	121
GRÁFICO 29	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C4PL .....	121
GRÁFICO 30	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C1PL .....	122
GRÁFICO 31	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C2PL .....	122
GRÁFICO 32	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C3PL .....	122
GRÁFICO 33	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C4PL .....	122
GRÁFICO 34	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C1PL .....	123
GRÁFICO 35	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C2PL .....	123
GRÁFICO 36	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C3PL .....	123
GRÁFICO 37	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C4PL .....	123
GRÁFICO 38	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C1PL .....	123
GRÁFICO 39	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C2PL .....	123
GRÁFICO 40	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C3PL .....	124
GRÁFICO 41	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C4PL .....	124
GRÁFICO 42	Altura dos entrevistados, C1PL .....	125
GRÁFICO 43	Altura dos entrevistados, C2PL .....	125
GRÁFICO 44	Altura dos entrevistados, C3PL .....	125
GRÁFICO 45	Altura dos entrevistados, C4PL .....	125
GRÁFICO 46	Idade dos entrevistados, C1PL .....	125
GRÁFICO 47	Idade dos entrevistados, C2PL .....	125
GRÁFICO 48	Idade dos entrevistados, C3PL .....	125
GRÁFICO 49	Idade dos entrevistados, C4PL .....	125
GRÁFICO 50	Sexo dos entrevistados, C1PL .....	126
GRÁFICO 51	Sexo dos entrevistados, C2PL .....	126
GRÁFICO 52	Sexo dos entrevistados, C3PL .....	126
GRÁFICO 53	Sexo dos entrevistados, C4PL .....	126
GRÁFICO 54	Peso dos entrevistados, C1PL .....	126
GRÁFICO 55	Peso dos entrevistados, C2PL .....	126
GRÁFICO 56	Peso dos entrevistados, C3PL .....	126

GRÁFICO 57	Peso dos entrevistados, C4PL .....	126
GRÁFICO 58	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PL .....	127
GRÁFICO 59	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PL .....	127
GRÁFICO 60	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PL .....	128
GRÁFICO 61	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PL .....	128
GRÁFICO 62	Atividade física dos entrevistados, C1PL .....	128
GRÁFICO 63	Atividade física dos entrevistados, C2PL .....	128
GRÁFICO 64	Atividade física dos entrevistados, C3PL .....	128
GRÁFICO 65	Atividade física dos entrevistados, C4PL .....	128
GRÁFICO 66	Taxa metabólica dos entrevistados, C1PL .....	129
GRÁFICO 67	Taxa metabólica dos entrevistados, C2PL .....	129
GRÁFICO 68	Taxa metabólica dos entrevistados, C3PL .....	129
GRÁFICO 69	Taxa metabólica dos entrevistados, C4PL .....	129
GRÁFICO 70	Vestimenta dos entrevistados, C1PL .....	129
GRÁFICO 71	Vestimenta dos entrevistados, C2PL .....	129
GRÁFICO 72	Vestimenta dos entrevistados, C3PL .....	129
GRÁFICO 73	Vestimenta dos entrevistados, C4PL .....	129
GRÁFICO 74	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C1PL .....	130
GRÁFICO 75	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C2PL .....	130
GRÁFICO 76	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C3PL .....	130
GRÁFICO 77	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C4PL .....	130
GRÁFICO 78	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C1PL .....	131
GRÁFICO 79	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C2PL .....	131
GRÁFICO 80	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C3PL .....	131
GRÁFICO 81	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C4PL .....	131
GRÁFICO 82	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C1PL .....	131
GRÁFICO 83	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C2PL .....	131
GRÁFICO 84	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C3PL .....	131
GRÁFICO 85	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C4PL .....	131
GRÁFICO 86	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C1PL .....	132
GRÁFICO 87	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C2PL .....	132
GRÁFICO 88	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C3PL .....	132
GRÁFICO 89	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C4PL .....	132
GRÁFICO 90	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C1PL .....	133
GRÁFICO 91	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C2PL .....	133
GRÁFICO 92	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C3PL .....	133
GRÁFICO 93	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C4PL .....	133
GRÁFICO 94	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C1PL .....	134
GRÁFICO 95	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C2PL .....	134
GRÁFICO 96	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C3PL .....	134

GRÁFICO 97	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C4PL .....	134
GRÁFICO 98	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C1PL .....	134
GRÁFICO 99	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C2PL .....	134
GRÁFICO 100	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C3PL .....	134
GRÁFICO 101	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C4PL .....	134
GRÁFICO 102	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C1PL .....	135
GRÁFICO 103	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C2PL .....	135
GRÁFICO 104	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C3PL .....	135
GRÁFICO 105	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C4PL .....	135
GRÁFICO 106	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C1PL	136
GRÁFICO 107	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C2PL	136
GRÁFICO 108	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C3PL	136
GRÁFICO 109	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C4PL	136
GRÁFICO 110	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C1PL .....	137
GRÁFICO 111	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C2PL .....	137
GRÁFICO 112	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C3PL .....	137
GRÁFICO 113	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C4PL .....	137
GRÁFICO 114	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C1PL .....	137
GRÁFICO 115	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C2PL .....	137
GRÁFICO 116	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C3PL .....	137
GRÁFICO 117	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C4PL .....	137
GRÁFICO 118	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C1PL .....	138
GRÁFICO 119	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C2PL .....	138
GRÁFICO 120	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C3PL .....	138
GRÁFICO 121	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C4PL .....	138
GRÁFICO 122	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C1PL .....	138
GRÁFICO 123	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C2PL .....	138
GRÁFICO 124	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C3PL .....	139
GRÁFICO 125	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C4PL .....	139
GRÁFICO 126	Local de moradia dos entrevistados, C1PL .....	139
GRÁFICO 127	Local de moradia dos entrevistados, C2PL .....	139
GRÁFICO 128	Local de moradia dos entrevistados, C3PL .....	140
GRÁFICO 129	Local de moradia dos entrevistados, C4PL .....	140
GRÁFICO 130	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C1PL .....	140
GRÁFICO 131	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C2PL .....	141
GRÁFICO 132	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C3PL .....	141
GRÁFICO 133	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C4PL .....	142

GRÁFICO 134	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C1PS .....	148
GRÁFICO 135	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C2PS .....	148
GRÁFICO 136	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C3PS .....	148
GRÁFICO 137	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C4PS .....	148
GRÁFICO 138	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C1PS .....	149
GRÁFICO 139	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C2PS .....	149
GRÁFICO 140	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C3PS .....	149
GRÁFICO 141	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C4PS .....	149
GRÁFICO 142	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C1PS .....	149
GRÁFICO 143	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C2PS .....	149
GRÁFICO 144	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C3PS .....	150
GRÁFICO 145	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C4PS .....	150
GRÁFICO 146	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C1PS .....	150
GRÁFICO 147	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C2PS .....	150
GRÁFICO 148	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C3PS .....	150
GRÁFICO 149	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C4PS .....	150
GRÁFICO 150	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C1PS .....	151
GRÁFICO 151	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C2PS .....	151
GRÁFICO 152	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C3PS .....	151
GRÁFICO 153	Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C4PS .....	151
GRÁFICO 154	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C1PS .....	151
GRÁFICO 155	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C2PS .....	151
GRÁFICO 156	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C3PS .....	152
GRÁFICO 157	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C4PS .....	152
GRÁFICO 158	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C1PS .....	152

GRÁFICO 159	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C2PS .....	152
GRÁFICO 160	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C3PS .....	152
GRÁFICO 161	Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C4PS .....	152
GRÁFICO 162	Altura dos entrevistados, C1PS .....	153
GRÁFICO 163	Altura dos entrevistados, C2PS .....	153
GRÁFICO 164	Altura dos entrevistados, C3PS .....	153
GRÁFICO 165	Altura dos entrevistados, C4PS .....	153
GRÁFICO 166	Idade dos entrevistados, C1PS .....	154
GRÁFICO 167	Idade dos entrevistados, C2PS .....	154
GRÁFICO 168	Idade dos entrevistados, C3PS .....	154
GRÁFICO 169	Idade dos entrevistados, C4PS .....	154
GRÁFICO 170	Sexo dos entrevistados, C1PS .....	154
GRÁFICO 171	Sexo dos entrevistados, C2PS .....	154
GRÁFICO 172	Sexo dos entrevistados, C3PS .....	154
GRÁFICO 173	Sexo dos entrevistados, C4PS .....	154
GRÁFICO 174	Peso dos entrevistados, C1PS .....	155
GRÁFICO 175	Peso dos entrevistados, C2PS .....	155
GRÁFICO 176	Peso dos entrevistados, C3PS .....	155
GRÁFICO 177	Peso dos entrevistados, C4PS .....	155
GRÁFICO 178	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PS .....	156
GRÁFICO 179	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PS .....	156
GRÁFICO 180	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PS .....	156
GRÁFICO 181	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PS .....	156
GRÁFICO 182	Atividade física dos entrevistados, C1PS .....	157
GRÁFICO 183	Atividade física dos entrevistados, C2PS .....	157
GRÁFICO 184	Atividade física dos entrevistados, C3PS .....	157
GRÁFICO 185	Atividade física dos entrevistados, C4PS .....	157
GRÁFICO 186	Taxa metabólica dos entrevistados, C1PS .....	157
GRÁFICO 187	Taxa metabólica dos entrevistados, C2PS .....	157
GRÁFICO 188	Taxa metabólica dos entrevistados, C3PS .....	157
GRÁFICO 189	Taxa metabólica dos entrevistados, C4PS .....	157
GRÁFICO 190	Vestimenta dos entrevistados, C1PS .....	158
GRÁFICO 191	Vestimenta dos entrevistados, C2PS .....	158
GRÁFICO 192	Vestimenta dos entrevistados, C3PS .....	158
GRÁFICO 193	Vestimenta dos entrevistados, C4PS .....	158
GRÁFICO 194	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C1PS .....	158
GRÁFICO 195	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C2PS .....	158
GRÁFICO 196	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C3PS .....	159

GRÁFICO 197	Localização dos entrevistados durante a entrevista, C4PS .....	159
GRÁFICO 198	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C1PS .....	159
GRÁFICO 199	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C2PS .....	159
GRÁFICO 200	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C3PS .....	159
GRÁFICO 201	Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C4PS .....	159
GRÁFICO 202	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C1PS .....	160
GRÁFICO 203	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C2PS .....	160
GRÁFICO 204	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C3PS .....	160
GRÁFICO 205	Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C4PS .....	160
GRÁFICO 206	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C1PS .....	160
GRÁFICO 207	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C2PS .....	160
GRÁFICO 208	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C3PS .....	160
GRÁFICO 209	Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C4PS .....	160
GRÁFICO 210	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C1PS .....	161
GRÁFICO 211	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C2PS .....	161
GRÁFICO 212	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C3PS .....	161
GRÁFICO 213	Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C4PS .....	161
GRÁFICO 214	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C1PS .....	162
GRÁFICO 215	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C2PS .....	162
GRÁFICO 216	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C3PS .....	162
GRÁFICO 217	Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C4PS .....	162
GRÁFICO 218	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C1PS .....	162
GRÁFICO 219	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C2PS .....	162
GRÁFICO 220	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C3PS .....	162
GRÁFICO 221	Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C4PS .....	162
GRÁFICO 222	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C1PS .....	163
GRÁFICO 223	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C2PS .....	163
GRÁFICO 224	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C3PS .....	163
GRÁFICO 225	Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C4PS .....	163
GRÁFICO 226	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C1PS .....	164
GRÁFICO 227	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C2PS .....	164
GRÁFICO 228	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C3PS .....	164
GRÁFICO 229	Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C4PS .....	164
GRÁFICO 230	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C1PS .....	165
GRÁFICO 231	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C2PS .....	165
GRÁFICO 232	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C3PS .....	165
GRÁFICO 233	Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C4PS .....	165
GRÁFICO 234	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C1PS .....	165
GRÁFICO 235	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C2PS .....	165

GRÁFICO 236	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C3PS .....	165
GRÁFICO 237	Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C4PS .....	165
GRÁFICO 238	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C1PS .....	166
GRÁFICO 239	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C2PS .....	166
GRÁFICO 240	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C3PS .....	166
GRÁFICO 241	Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C4PS .....	166
GRÁFICO 242	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C1PS .....	166
GRÁFICO 243	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C2PS .....	166
GRÁFICO 244	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C3PS .....	167
GRÁFICO 245	Entendimento do questionário pelos entrevistados, C4PS .....	167
GRÁFICO 246	Local de moradia dos entrevistados, C1PS .....	167
GRÁFICO 247	Local de moradia dos entrevistados, C2PS .....	167
GRÁFICO 248	Local de moradia dos entrevistados, C3PS .....	168
GRÁFICO 249	Local de moradia dos entrevistados, C4PS .....	168
GRÁFICO 250	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C1PS .....	169
GRÁFICO 251	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C2PS .....	169
GRÁFICO 252	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C3PS .....	170
GRÁFICO 253	Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C4PS .....	170
GRÁFICO 254	Calibração do índice PET para espaços abertos do município de Belo Horizonte, obtido por meio de regressão logística ordinal .....	171
GRÁFICO 255	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 963870 .....	207
GRÁFICO 256	Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelos dois <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 963870 .....	207
GRÁFICO 257	Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C) durante a aferição dos <i>data loggers</i> no 5º DISME/INMET .....	209
GRÁFICO 258	Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%) durante a aferição dos <i>data loggers</i> no 5º DISME/INMET .....	209
GRÁFICO 259	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelo <i>data logger</i> identificado pelo número de série 904042 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET .....	209
GRÁFICO 260	Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelo <i>data logger</i> identificado pelo número de série 904042 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET .....	209
GRÁFICO 261	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelo <i>data logger</i> identificado pelo número de série 963870 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET .....	210
GRÁFICO 262	Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelo <i>data logger</i> identificado pelo número de série 963870 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET .....	210
GRÁFICO 263	Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s) durante a aferição do anemômetro de copos, no CETEC – MG .....	212
GRÁFICO 264	Comparação entre os valores medidos de velocidade do vento (m/s), pelo anemômetro de copos e pelo anemômetro de pás do CETEC – MG .....	213

GRÁFICO 265	Comparação entre os valores medidos de velocidade do vento (m/s), pelo anemômetro de copos e pelo termoanemômetro .....	213
GRÁFICO 266	Comparação entre os valores medidos de voltagem (V), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 963870, durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm .....	215
GRÁFICO 267	Comparação entre os valores medidos de temperatura de globo (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 963870, durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm .....	215
GRÁFICO 268	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo no LAFISE. O gráfico permite visualizar as seqüências medidas simultaneamente pelo termômetro de globo preto, de 15cm e pelo termômetro de globo cinza, de 40mm .....	217
GRÁFICO 269	Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo no LAFISE. O gráfico permite visualizar as seqüências medidas simultaneamente pelo termômetro de globo preto, de 15cm e pelo termômetro de globo de 40mm, também utilizando um globo preto .....	217
GRÁFICO 270	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 904044, durante o procedimento anterior de aferição dos equipamentos no LABCON/UFGM, em fevereiro, 2009 .....	221
GRÁFICO 271	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 963870 e 904042, colocados respectivamente no interior dos abrigos confeccionados com e sem revestimento .....	221
GRÁFICO 272	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 904044, colocados respectivamente no interior do abrigo confeccionado sem revestimento e no interior do abrigo meteorológico do 5° DISME/INMET .....	222
GRÁFICO 273	Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos <i>data loggers</i> identificados pelos números de série 904042 e 904044, colocados respectivamente no interior do abrigo confeccionado com revestimento e no interior do abrigo meteorológico do 5° DISME/INMET .....	222

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Exemplos de valores de PET para diferentes cenários climáticos .....	51
TABELA 2	Intervalos do índice térmico PET para diferentes graus de percepção térmica dos seres humanos, considerando produção interna de calor de 80W e resistência térmica da vestimenta 0,9clo (de acordo com JENDRITZKY <i>et. al.</i> , 1990, <i>apud</i> MATZARAKIS; MAYER; 1997) .....	53
TABELA 3	Calibração proposta para o índice PET para a cidade de São Paulo (SP) .....	53
TABELA 4	Divisões da população, Contagem 2007, baseada no censo de 2000, na faixa etária de 20-59 anos, por sexo, para fins de amostragem .....	75
TABELA 5	Amostra adotada para o município de Belo Horizonte, considerando um erro amostral de 10% .....	75
TABELA 6	Valores de taxas metabólicas utilizados no presente estudo .....	83
TABELA 7	Valores de nebulosidade para cada um dos dias de levantamento de campo, no horário de 15h (18UTC) .....	101
TABELA 8	Frequências absoluta do total de pessoas abordadas em cada uma das áreas, durante cada uma das campanhas de coleta de dados, e em toda a pesquisa ....	108
TABELA 9	Análise descritiva das variáveis individuais altura, peso, idade, vestimenta e atividade física dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas	109
TABELA 10	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas .....	111
TABELA 11	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C1PL (22/04/2009)	113
TABELA 12	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C2PL (22/07/2009)	113
TABELA 13	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C3PL (15/10/2009)	113
TABELA 14	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C4PL (28/01/2010)	114
TABELA 15	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mrt}$ , da C1PL (22/04/2009) ...	115
TABELA 16	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mrt}$ , da C2PL (22/07/2009) ...	115
TABELA 17	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mrt}$ , da C3PL (15/10/2009) ...	115
TABELA 18	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mrt}$ , da C4PL (28/01/2010) ...	116
TABELA 19	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C1PL (22/04/2009) .....	117
TABELA 20	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C2PL (22/07/2009) .....	117
TABELA 21	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C3PL (15/10/2009) .....	117
TABELA 22	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C4PL (28/01/2010) .....	118
TABELA 23	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PL .....	127
TABELA 24	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PL .....	127
TABELA 25	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PL .....	127
TABELA 26	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PL .....	127

TABELA 27	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C1PS (23/04/2009)	143
TABELA 28	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C2PS (21/07/2009)	143
TABELA 29	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C3PS (14/10/2009)	143
TABELA 30	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_a$ , RH, v, da C4PS (29/01/2010)	143
TABELA 31	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mt}$ , da C1PS (23/04/2009) ..	144
TABELA 32	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mt}$ , da C2PS (21/07/2009) ..	145
TABELA 33	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mt}$ , da C3PS (14/10/2009) ..	145
TABELA 34	Análise descritiva das variáveis microclimáticas $T_g$ , $T_{mt}$ , da C4PS (29/01/2010) ..	145
TABELA 35	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C1PS (23/04/2009) .....	146
TABELA 36	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C2PS (21/07/2009) .....	146
TABELA 37	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C3PS (14/10/2009) .....	147
TABELA 38	Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C4PS (29/01/2010) .....	147
TABELA 39	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PS .....	155
TABELA 40	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PS .....	155
TABELA 41	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PS .....	156
TABELA 42	Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PS .....	156
TABELA 43	Intervalos do índice térmico PET para diferentes graus de percepção térmica encontrados para Belo Horizonte .....	171

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Indicação das datas e dos horários em que ocorreram os levantamentos de campo, em cada uma das campanhas .....	81
QUADRO 2	Perguntas-padrão e escalas de julgamento subjetivo de ambientes, do ponto de vista térmico, utilizadas no presente estudo .....	97
QUADRO 3	Perguntas-padrão e escalas de julgamento referentes à percepção das sensações térmicas, relativamente às variáveis ambientais específicas, utilizadas no presente estudo .....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASHRAE	American Society of Heating and Refrigerating Engineers
CETEC-MG	Centro Tecnológico de Minas Gerais
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
C1	Primeira campanha de coleta de dados
C2	Segunda campanha de coleta de dados
C3	Terceira campanha de coleta de dados
C4	Quarta campanha de coleta de dados
C1PL	Primeira campanha – Levantamento de campo na Praça da Liberdade
C1PS	Primeira campanha – Levantamento de campo na Praça Sete de Setembro
C2PL	Segunda campanha – Levantamento de campo na Praça da Liberdade
C2PS	Segunda campanha – Levantamento de campo na Praça Sete de Setembro
C3PL	Terceira campanha – Levantamento de campo na Praça da Liberdade
C3PS	Terceira campanha – Levantamento de campo na Praça Sete de Setembro
C4PL	Quarta campanha – Levantamento de campo na Praça da Liberdade
C4PS	Quarta campanha – Levantamento de campo na Praça Sete de Setembro
5º DISME/INMET	5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia
IMEM	Modelo Não Estacionário de Munique
ISO	International Organization for Standardization
LABCON	Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética nas Edificações
LAFISE	Laboratório de Fisiologia do Exercício
MACPS	Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
MEMI	Modelo de Balanço Energético de Munique
PBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PET	Temperatura Fisiológica Equivalente
PL	Praça da Liberdade
PMMG	Polícia Militar do Estado de Minas Gerais
PMV	Voto Médio Preditado
PPD	Porcentagem Preditada de Dissatisfeitos
PS	Praça Sete de Setembro

## LISTA DE SÍMBOLOS

$C$	fluxo de calor convectivo e condutivo
$E_d$	fluxo de energia latente por difusão de vapor
$E_{sw}$	fluxo de energia latente por evaporação do suor (perspiração)
$E_{res}$	fluxo de energia por respiração
$Atm$	radiação atmosférica de onda longa
$Dir$	radiação solar direta
$Dif$	radiação difusa
$Ref$	radiação refletida de onda curta
$R$	radiação de onda longa dos humanos
$E$	radiação de onda longa do entorno
$H$	calor interno produzido por metabolismo
$I_{cl}$	Resistência térmica da vestimenta
$M$	taxa metabólica
$W$	atividade física
$S$	fluxo de calor a ser armazenado para aquecimento/resfriamento do corpo
$T_{cl}$	temperatura média da superfície da roupa
$T_{sk}$	temperatura média da pele
$T_c$	temperatura do centro do corpo
$F_{cs}$	fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele
$F_{sc}$	fluxo de calor da superfície da pele através da roupa para a superfície externa dessa camada
$V_b$	fluxo sanguíneo do centro do corpo para a pele
$\rho_b$	densidade do sangue
$c_b$	calor específico do sangue
$T_{mrt}$	temperatura radiante média
$T_a$	temperatura do ar
$VP$	pressão de vapor
$v$	velocidade do ar
$T_{core}$	temperatura do centro do corpo
$t_r$	temperatura radiante média
$t_g$	temperatura de globo
$v_a$	velocidade do ar
$\epsilon_g$	emissividade do globo
$D$	diâmetro do globo
$f_{cl}$	fator de roupa
$RH$	umidade do ar
$T_g$	temperatura de globo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>2</b>	<b>ESTUDOS PRECEDENTES</b> .....	<b>37</b>
2.1	Balanco termofisiológico do corpo humano .....	37
2.1.1	Termorregulação .....	38
2.1.1.1	Termogênese .....	38
2.1.1.2	Termólise .....	39
2.1.1.3	Mecanismos de controle .....	41
2.1.2	Equação do balanço termofisiológico .....	44
2.2	Modelagens termofisiológica e índices de conforto térmico .....	46
2.2.1	O modelo MEMI .....	48
2.2.2	O índice PET .....	50
2.3	Conforto térmico e fatores intervenientes .....	54
2.3.1	Conceito de sensação de conforto térmico .....	54
2.3.2	Variáveis que influenciam na sensação de conforto térmico .....	56
2.3.3	Aspectos socioculturais e psicológicos da sensação térmica .....	60
2.3.4	Conforto adaptativo .....	63
2.3.4.1	Adaptações físicas .....	64
2.3.4.2	Adaptações fisiológicas .....	65
2.3.4.3	Adaptações psicológicas .....	65
2.3.5	Tempo de exposição às condições climáticas e história térmica .....	67
2.3.6	Diversidade térmica .....	70
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>72</b>
3.1	Etapa preparatória .....	74
3.1.1	Amostragem .....	74
3.1.2	Definição e caracterização das áreas de estudo .....	75
3.1.3	Definição dos pontos de medição de variáveis microclimáticas .....	79
3.1.4	Definição dos dias e horários dos levantamentos de campo .....	80
3.1.5	Definição das variáveis e dos dados-controle .....	81
3.1.5.1	Variáveis microclimáticas .....	81
3.1.5.2	Variáveis individuais .....	82
3.1.5.3	Variáveis subjetivas .....	83

3.1.5.4	Dados-controle .....	84
3.1.6	Equipamentos, medidas e metodologia de medição .....	84
3.1.6.1	Termômetro de globo preto de 15cm .....	85
3.1.6.2	Termômetro de globo cinza de 40mm .....	87
3.1.6.3	Equipamentos utilizados na pesquisa .....	89
3.1.6.4	Montagem local dos equipamentos .....	92
3.1.6.5	Metodologia de medição .....	93
3.1.7	Elaboração dos questionários .....	93
3.1.7.1	Questionário 1 .....	95
3.1.7.2	Questionário 2 .....	96
3.1.7.3	Questionário 3 .....	98
3.1.8	Testes de instrumentos e de procedimentos .....	98
3.1.8.1	Primeira pesquisa exploratória .....	98
3.1.8.2	Segunda pesquisa exploratória .....	99
3.1.9	Organização dos levantamentos de campo .....	99
3.1.9.1	Formalidades prévias para realização do estudo e dos levantamentos de campo .....	99
3.1.9.2	Dimensionamento da equipe .....	100
3.1.9.3	Treinamento da equipe .....	101
3.2	Etapa de coleta de dados .....	101
3.3	Etapa de tratamento dos dados coletados .....	102
3.3.1	Cálculo dos valores de PET .....	102
3.3.2	Tratamento estatístico .....	104
3.4	Incertezas experimentais .....	106
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>108</b>
4.1	Análise descritiva .....	108
4.1.1	Conjunto das campanhas .....	109
4.1.2	Praça da Liberdade .....	113
4.1.3	Praça Sete de Setembro .....	142
4.2	Regressão logística ordinal - Calibração do PET para Belo Horizonte, MG .....	171
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>176</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>181</b>

<b>APÊNDICES</b> .....	198
APÊNDICE A Montagem do termômetro de globo cinza de 40mm ....	199
APÊNDICE B Desenvolvimento do abrigo meteorológico .....	201
APÊNDICE C Questionários 01, 02 e 03 .....	203
APÊNDICE D Aferição dos <i>data loggers</i> .....	206
APÊNDICE E Aferição do anemômetro .....	211
APÊNDICE F Aferição dos termômetros de globo cinza, 40mm .....	214
APÊNDICE G Aferição do abrigo meteorológico .....	219
<b>ANEXO</b> .....	223
ANEXO A Calibração do termômetro de globo preto, 15cm .....	224

## 1 INTRODUÇÃO

A população mundial alcançou, no ano de 2000, a cifra de 6 bilhões de habitantes e, pela primeira vez, os seres humanos se transformaram em uma “espécie predominantemente urbana”, o que pode ser retratado pelo quadro da época em que 50% desta população passou a viver em áreas urbanizadas (EDWARDS, 2004). Nesse mesmo ano, na América Latina, considerada dentre as regiões em desenvolvimento, a mais urbanizada, a porcentagem da população que residia em áreas urbanas chegou a 75,3%, respondendo por 79,8% da população na América do Sul<sup>1</sup>, valores esses que superaram os números mundiais. No Brasil, o quadro não foi diferente: no ano de 2000, a população brasileira atingiu os 169.799.170 milhões de habitantes<sup>2</sup>, sendo que a região sudeste detinha o maior volume populacional do país, concentrando 42,6% da população. Nesse mesmo ano, mais de 81% da população brasileira habitava áreas urbanas, sendo que, no estado de Minas Gerais esse número chegou a 82% (CUNHA, 2003).

Com relação à degradação do ambiente, as cidades são consideradas áreas de impacto máximo da ação antrópica (ASSIS, 1990). O aumento da densidade populacional nos centros urbanos, associado ao rápido crescimento das cidades e sua conseqüente urbanização, altera sobremaneira a paisagem natural. A falta de planejamento urbano e o inadequado manejo dos recursos naturais, muitas vezes, acarretam transformações significativas no ambiente, que podem gerar elevados custos sociais, quando interferem negativamente na qualidade de vida humana. Dentre as transformações ambientais resultantes da urbanização estão as alterações climáticas locais e a concentração de poluentes que, no ambiente construído, configuram um clima peculiar, ou seja, o clima urbano (LOMBARDO, 1985).

Segundo Lombardo (1985), o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, produzido pelas inter-relações constituídas pela ação ecológica natural associada aos fenômenos urbanos, ou seja, é um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos. Portanto, dentre os problemas típicos das cidades, estão aqueles relacionados ao conforto térmico urbano, que repercutem desfavoravelmente na saúde, na qualidade de vida, nas atividades sociais, comerciais, econômicas e recreacionais

---

<sup>1</sup> Fonte: ESTADO do meio ambiente e retrospectivas políticas: 1972-2002. [200-]. Disponível em: <[http://www.wviuama.org.br/geo\\_mundial\\_arquivos/cap2\\_areasurbanas.pdf](http://www.wviuama.org.br/geo_mundial_arquivos/cap2_areasurbanas.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2010.

<sup>2</sup> Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2000: Resultados do universo*. [200-]. Disponível em : < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2010.

realizadas em ambiente externo, e no conforto termohigrométrico interno dos edifícios, aumentando os gastos energéticos destes.

Já se nota alguma preocupação na legislação brasileira sobre as cidades, mas essa legislação ainda não produziu instrumentos efetivos para integrar as questões ligadas às mudanças climáticas locais na prática urbanística. Neste contexto, o Estatuto da Cidade<sup>3</sup>, que estabelece diretrizes gerais da política urbana, ressalta a importância da sustentabilidade das cidades. O conceito de sustentabilidade, que pressupõe três dimensões indissociáveis: ambiental, econômica e social, passa a ser então o balizador de atuações diversas nas cidades. Atualmente, é crescente a preocupação em proporcionar boa qualidade ambiental aos espaços urbanizados, e estudos relacionados ao conforto térmico urbano constituem importantes contribuições para a melhoria das condições microclimáticas e conseqüentemente das atividades econômicas e sociais.

Segundo Steemers *et al.* (2004), o contexto urbano oferece um ambiente rico e variado, capaz de influenciar o modo como os espaços são percebidos e utilizados pelas pessoas. Da mesma maneira, as condições térmicas e, por conseqüência as condições de conforto térmico urbano, segundo conclusões dos estudos de Nikolopoulou (2004), afetam o comportamento das pessoas e o uso dos espaços externos, resultando em diferentes usos desses espaços, de acordo com as diferentes condições microclimáticas (NIKOLOUPOULOU, 2004).

Desta forma, ao proporcionar à população um ambiente térmico urbano confortável, as atividades sociais, comerciais, econômicas e recreacionais nos espaços abertos são promovidas, propiciando maior vitalidade aos recintos urbanos e reforçando a identidade da paisagem cultural. O adequado tratamento dos espaços urbanos pode reduzir o gasto energético dos edifícios do entorno e, em maior escala, melhorar o clima da cidade, atenuando os efeitos adversos da ilha de calor urbana. Portanto, avaliar e compreender as condições de conforto térmico em espaços urbanos torna-se fator fundamental para o desenvolvimento das cidades (NIKOLOUPOULOU, 2004).

As cidades, por sua vez, segundo Burt *et al.* (1982, *apud* MAYER; HÖPPE, 1987), possuem diferentes microclimas, relacionados às diferentes estruturas urbanas edificadas, que devem ser avaliados separadamente do bioclima da cidade como um todo. Mayer e Höppe (1987)

---

<sup>3</sup> BRASIL. Lei n.º 10.257, de 10 jul. 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2010.

salientam ainda que, para a utilização dos resultados da climatologia urbana como um entre os muitos fundamentos do planejamento urbano, é necessário considerar o ser humano como referência, nesse caso, avaliar os diferentes microclimas urbanos de forma termofisiologicamente relevante.

Neste contexto, Mayer (1996, *apud* MAYER; MATZARAKIS, 1998) demonstra que a avaliação biometeorológica humana do componente térmico dos microclimas urbanos é importante por relacionar-se a vários parâmetros meteorológicos e não apenas à temperatura do ar, afetando as sensações térmicas dos seres humanos, às quais devem ser quantificadas. A quantificação das sensações térmicas e, conseqüentemente, a determinação das condições de conforto termohigrométrico podem ser conseguidas por meio da utilização dos índices de conforto, os quais representam o efeito integrado das diversas variáveis que influenciam na sensação térmica.

Porém, enquanto a sensação de conforto termohigrométrico em ambientes internos é bem documentada, as avaliações de conforto em ambientes externos são menos compreendidas (ALI TOUDERT, 2005). Inicialmente, considerando a ausência de estudos empíricos de conforto térmico e modelos relevantes especificamente desenvolvidos para situações externas, supôs-se que a teoria convencional de conforto térmico desenvolvida para aplicações em ambientes internos poderia ser transferida, sem modificações, para aplicações também em ambientes externos (VDI, 1998, *apud* KENZ; THORSSON, 2006).

No entanto, estudos conduzidos em ambientes externos sobre as respostas subjetivas das pessoas mostraram que as sensações térmicas reais diferem daquelas preditas e que os limites de conforto determinados para ambientes internos não são diretamente transferíveis para o ambiente externo, o que questiona a validade da utilização, em ambientes externos, dos índices desenvolvidos para ambientes internos (KENZ; THORSSON, 2006).

Segundo Nikolopoulou *et al.* (2004), os parâmetros ambientais que afetam as condições de conforto termohigrométrico nos ambientes externos, apesar de semelhantes aos dos ambientes internos, se encontram dentro de uma gama muito mais ampla e apresentam maior variabilidade. Em condições típicas de ambientes internos, a temperatura radiante média é quase igual à temperatura do ar, a velocidade do ar é mais baixa e a atividade física é, na maioria das vezes, sedentária. Já em ambientes externos podem existir grandes diferenças na temperatura radiante média, no tempo e no espaço, devido à radiação solar direta, e as velocidades do ar são mais altas (ALI TOUDERT, 2005), além das diferentes atividades físicas praticadas. Devido a esta complexidade, em termos de variabilidade

temporal e espacial, constatam-se poucas tentativas de compreender as condições de conforto nos ambientes externos (NIKOLOPOULOU *et al.*, 2004).

Recentemente, ainda, a relevância de métodos exclusivamente baseados em termofisiologia tem sido questionada e pesquisas sociais, utilizando questionários, vêm sendo desenvolvidas, com vistas a validar os índices de conforto contra os votos reais das pessoas (ALI TOUDERT, 2005). Em seus estudos, Nikolopoulou e Steemers (2003, *apud* KENZ; THORSSON, 2006) demonstraram que apenas 50% da variância na avaliação de conforto subjetivo foi explicada por meio de parâmetros físicos, indicando que os processos psicológicos podem estar envolvidos na avaliação térmica dos ambientes externos. Conseqüentemente, diferentes abordagens se fazem necessárias para avaliar o conforto térmico de ambientes internos e externos (HÖPPE, 2002). Também foi demonstrado que os atuais índices de conforto térmico para exteriores não podem ser adotados em diferentes estações e zonas geográficas e climáticas sem serem calibrados (SPAGNOLO; DE DEAR, 2003, *apud* KENZ; THORSSON, 2006).

Diante do contexto exposto, o presente estudo parte da premissa de que é possível prever as condições de conforto térmico em ambientes urbanos por meio da utilização de um índice calibrado para determinado clima e população. Essa premissa baseia-se na idéia de que a calibração do índice a ser utilizado requer a consideração, não somente de uma abordagem fisiológica, mas também dos fatores adaptativos, utilizados pela população para se ajustar às condições climáticas específicas de cada local.

Optou-se pela utilização do índice de conforto térmico denominado Temperatura Equivalente Fisiológica (PET), desenvolvido na Alemanha, que tem sido amplamente adotado pelos pesquisadores nas avaliações referentes ao conforto térmico em ambientes externos. O presente estudo tem como objetivos:

Objetivo geral:

A calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET), para espaços abertos do município de Belo Horizonte.

Objetivos específicos:

- a) a proposição de uma metodologia para medição de variáveis microclimáticas urbanas, coleta de variáveis individuais e subjetivas e tratamento dos dados obtidos, com vistas à calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET);

- b) a avaliação da influência das condições microclimáticas de recintos urbanos no conforto termohigrométrico dos usuários aclimatados, tomando como caso de estudo o município de Belo Horizonte, MG, como representante de condições de clima tropical continental com períodos distintos chuvoso e seco;

Este trabalho faz parte de um projeto de cooperação bilateral entre Brasil e Alemanha, Edital CNPq 04/2007, denominado *Clima Urbano, Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas (Urban climate, Urban Design and Global Climate Changes)*, cujas entidades integrantes são a Universidade Federal da Bahia (UFBA), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade de Kassel (Alemanha) e a Universidade de Freiburg (Alemanha). Esse projeto bilateral possibilitou o desenvolvimento conjunto dos procedimentos empregados, os quais foram embasados não apenas na experiência européia, mas também na normalização internacional e na vivência do grupo brasileiro de pesquisadores com levantamentos de campo envolvendo variáveis qualitativas e quantitativas.

Esta dissertação foi estruturada em cinco capítulos, além das referências, apêndices e anexo. Neste primeiro capítulo introdutório, apresentou-se o contexto em que o trabalho encontra relevância e seus objetivos principais.

O capítulo 2, denominado Estudos Precedentes, apresenta a revisão bibliográfica e a fundamentação teórica que auxiliam no entendimento das questões fisiológicas, físicas, sociais, culturais e psicológicas que influenciam na percepção e na preferência de sensações térmicas. Neste capítulo, o balanço termofisiológico do corpo humano, as modelagens termofisiológicas e o índice de conforto térmico PET são abordados e considerações sobre o conforto térmico urbano são realizadas.

O capítulo 3, denominado Metodologia, detalha a metodologia utilizada para a condução do estudo, que pode ser subdividido em três etapas distintas: Etapa preparatória, Etapa de coleta de dados e Etapa de tratamento dos dados coletados, incluindo, ainda, um item específico sobre a possibilidade de existência de incertezas experimentais.

O capítulo 4, denominado Apresentação e Análise dos Resultados, reúne os resultados obtidos na etapa de tratamento estatístico dos dados coletados e suas respectivas representações e análises, comparando-os criticamente aos resultados dos estudos precedentes.

O capítulo 5, denominado Conclusões e Considerações Finais, apresenta as conclusões do estudo e as considerações finais. Neste capítulo, discutem-se os resultados obtidos com base nas premissas, nos objetivos e na metodologia empregada, apontando-se as limitações do trabalho realizado e sugerindo-se trabalhos futuros. Ressalta-se, ainda, a aplicabilidade dos resultados gerados para o planejamento e desenho urbanos.

Nas Referências são listados os livros, os artigos, as obras, as Leis e as normas utilizadas, bem como os programas computacionais utilizados e os *sites* consultados. Em seguida, por fim, são apresentados sete apêndices para elucidar os detalhes metodológicos, a fim de facilitar o entendimento das questões apontadas no estudo. O anexo apresenta o laudo de calibração do termômetro usado no globo de 15cm.

## 2 ESTUDOS PRECEDENTES

Este item do trabalho apresenta a revisão dos estudos precedentes específicos sobre o tema da dissertação e a fundamentação teórica que auxilia no entendimento das questões fisiológicas, físicas, sociais, culturais e psicológicas que influenciam na percepção e na preferência de sensações térmicas. Neste capítulo, serão abordados o balanço termofisiológico do corpo humano, as modelagens termofisiológicas e o índice de conforto térmico PET e serão tecidas considerações sobre o conforto térmico urbano.

### 2.1 Balanço termofisiológico do corpo humano

O conforto térmico, segundo Baker (2004), possui um dos elos mais fortes e mais evidentes com a sobrevivência, pois como animais homeotérmicos, temos que manter nossa temperatura interna aproximadamente constante, desde o nascimento até a morte, em ambientes que vão do clima tropical ao polar. Segundo esse autor, esta não é uma tarefa fácil, e falhar em realizá-la produz resultados terríveis: “É tão grave como a incapacidade de encontrar comida, ou do ponto de vista da espécie, a incapacidade de encontrar um companheiro” (BAKER, 2004, p. 51).

A temperatura interna do corpo humano é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos: entre 36,1 e 37,2°C; sendo, em estado de enfermidade, 32°C o limite inferior, e 42°C o limite superior para sobrevivência (FROTA; SHIFFER, 1995). A manutenção da temperatura interna do organismo humano relativamente constante, característica denominada homeotermia, depende de um balanço entre a taxa de produção de calor (termogênese) e a taxa de perda de calor (termólise) para o ambiente. Em condição fisiológica típica, ocorre o equilíbrio entre termogênese e termólise, de modo que, ocorrendo regime estacionário entre ambos os fatores, a temperatura corporal permanece dentro da faixa de normalidade (MONTEIRO, 2008). O aparelho termorregulador do organismo humano é que comanda a redução/aumento dos ganhos e o aumento/redução das perdas de calor por meio de alguns mecanismos de controle (FROTA; SHIFFER, 1995).

Nos itens a seguir a termogênese, a termólise e os mecanismos de controle da termorregulação, assim como a equação do balanço termofisiológico, serão sucintamente

apresentados. A compreensão do balanço termofisiológico do corpo humano neste trabalho faz-se necessária uma vez que a sensação térmica está intrinsecamente relacionada às trocas de calor entre corpo e ambiente.

### 2.1.1 Termorregulação

A termorregulação, conforme já mencionado, objetiva a manutenção da temperatura interna do corpo relativamente constante, sendo o meio natural de controle das trocas de calor do organismo com o ambiente.

Nas ocasiões em que as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente acontecem sem maior esforço, o indivíduo sente conforto térmico e sua capacidade de trabalho, desse ponto de vista, é máxima. Porém, quando as condições microclimáticas causam sensação de frio ou de calor, é porque o corpo está perdendo mais calor ou menos calor que o necessário para a manutenção da homeotermia, a qual passa a ser conseguida então com um esforço adicional e com uma conseqüente queda do rendimento no trabalho (FROTA; SHIFFER, 1995). Isto confirma a importância de se proporcionar condições térmicas confortáveis aos usuários dos ambientes.

#### 2.1.1.1 Termogênese

A produção de calor no corpo humano denomina-se termogênese. A termogênese, comumente regular e contínua, é um fenômeno essencialmente químico, em que as transformações metabólicas resultam em produção de calor (MONTEIRO, 2008).

A energia térmica produzida pelo organismo humano advém de reações químicas internas, sendo a mais importante a combinação do carbono, introduzido no organismo sob a forma de alimentos, com o oxigênio, extraído do ar pela respiração. Denomina-se metabolismo, esse processo de produção de energia interna a partir de elementos combustíveis orgânicos (FROTA; SHIFFER, 1995).

A produção total de calor metabólico pode ser dividida em metabolismo basal, ou seja, a produção de calor devido aos processos vegetativos e automáticos que são contínuos, e o

metabolismo muscular, ou seja, a produção de calor pelos músculos devido à realização de trabalho controlado de maneira consciente (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

Dessa forma, também a contração dos músculos, ao efetuar trabalho mecânico, produz calor. Segundo Frota e Shiffer (1995), a quantidade de calor liberado pelo corpo por meio da contração muscular será função do trabalho desenvolvido.

De toda a energia adquirida pelo corpo por meio do metabolismo, apenas 20% é convertida em potencialidade de trabalho, sendo os 80% restantes transformados em calor, que deve ser dissipado para que a temperatura corporal seja mantida em equilíbrio. Então, desde o ponto de vista da termodinâmica, o rendimento energético orgânico do corpo humano é consideravelmente baixo (FROTA; SHIFFER, 1995).

#### 2.1.1.2 Termólise

A perda de calor pelo corpo humano para o ambiente denomina-se termólise. A termólise, diferentemente da termogênese, é um fenômeno essencialmente físico. Constituem-se mecanismos termolíticos: a condução, a convecção, a radiação e a evapotranspiração (MONTEIRO, 2008).

Segundo Frota e Shiffer (1995), o organismo perde calor para o ambiente sob duas formas distintas: o calor sensível e o calor latente. O calor sensível é perdido para o ambiente por meio das trocas secas – condução, convecção e radiação, e é função das diferenças de temperatura entre o corpo e o ambiente. Já o calor latente é perdido para o ambiente através das trocas úmidas – evapotranspiração, envolvendo mudança de estado de agregação da água.

Monteiro (2008, p. 92) define condução como “o processo pelo qual o calor flui de uma região de determinada temperatura para outra de temperatura mais baixa, dentro de um meio (sólido, líquido ou gasoso) ou entre meios diferentes em contato físico direto”. O calor dissipado por condução para o ambiente é pequeno quando o indivíduo está vestido e calçado (FROTA; SHIFFER, 1995).

A convecção pode ser definida como “o processo de transporte de energia por uma ação combinada da condução de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura.

Ocorre como mecanismo de transferência de energia entre uma superfície sólida e um líquido ou um gás” (MONTEIRO, 2008, p. 94). Dessa forma, as trocas de calor por convecção dependem tanto da diferença entre a temperatura do ar e a do sistema corpo-vestimenta quanto da velocidade do ar em contato com o sistema (FROTA; SHIFFER, 1995).

A transmissão de calor por convecção é classificada em convecção natural e convecção forçada. Na convecção natural, o movimento do fluido ocorre devido às diferenças de densidade causadas pelos gradientes de temperatura. Na convecção forçada, o movimento do fluido é induzido por algum agente externo ao processo (MONTEIRO, 2008).

Já a radiação, conforme Monteiro (2008, p. 96), é “o processo pelo qual o calor flui de um corpo a determinada temperatura para um de mais baixa, quando os mesmos estão separados no espaço, ainda que exista vácuo entre eles”. Assim, haverá dissipação de calor por radiação sempre que as superfícies dos corpos presentes no ambiente estiverem a uma temperatura inferior à do sistema corpo-vestimenta (FROTA; SHIFFER, 1995).

Nos ambientes há uma contínua troca de energia radiante que é refletida, absorvida e/ou transmitida. O conforto térmico é influenciado pelas radiações de ondas curtas (solares) e pelas radiações de ondas longas (terrestres). A radiação solar é recebida na forma de luz visível e de radiações infra-vermelhas. A radiação terrestre é emitida em função da temperatura e emissividade dos objetos (KENNY *et.al.*, 2008).

E, por fim, a evapotranspiração refere-se à troca de calor que implica a passagem de um líquido ao estado gasoso. “O calor latente de evaporação é a quantidade de calor necessária para evaporar um litro de água” (MONTEIRO, 2008, p. 98). No corpo humano há dois tipos de trocas evaporativas: a perspiração insensível, que constitui um fenômeno normal, e a perspiração sensível, que é um recurso termorregulador. Ambas absorvem calor do corpo, retirando calor das superfícies por evaporação. Como perspiração insensível considera-se a evaporação da água das superfícies do trato respiratório que satura o ar expirado e a evaporação da água perdida por meio de contínua difusão pela epiderme. Como perspiração sensível, ou exsudação, considera-se o suor (FROTA; SHIFFER, 1995; MONTEIRO, 2008).

Frota e Shiffer (1995) elucidam duas condicionantes que limitam a eventual perda de calor por evapotranspiração, a primeira delas relacionada às variáveis individuais e a segunda, às variáveis microclimáticas:

- a) a quantidade máxima de suor possível de ser secretada pelo organismo na unidade de tempo, varia individualmente, dependendo do grau de aclimação e do biotipo de cada indivíduo;
- b) a quantidade máxima de suor possível de ser evaporada, na unidade de tempo, depende da umidade relativa e da velocidade do ar.

### 2.1.1.3 Mecanismos de controle

Quando o organismo se encontra em situações de desconforto ou de estresse, por calor ou por frio, em função da necessidade de reduzir ou de aumentar a perda e a produção de calor, são ativados, inconscientemente, os mecanismos de controle, com vistas a desencadear determinadas respostas fisiológicas que auxiliam na manutenção da homeotermia.

Também em resposta à necessidade de manter a temperatura interna aproximadamente constante, o homem vem desenvolvendo ao longo dos anos um vasto conjunto de ações para minimizar as condições adversas – desde a busca por abrigo em cavernas até o uso de climatização artificial nos edifícios (BAKER, 2004).

O sistema de regulação da temperatura corporal é de natureza nervosa. Seu centro regulador se localiza no hipotálamo (MONTEIRO, 2008). A termogênese e a termólise são também controladas pelo sistema glandular endócrino. Mas, é através da pele, principal órgão termorregulador do organismo humano, que se realizam as trocas de calor (FROTA; SHIFFER, 1995).

A temperatura da pele é regulada pelo fluxo sanguíneo que a percorre (FROTA; SHIFFER, 1995). Conforme o estado térmico do corpo, os vasos sanguíneos periféricos são dilatados ou contraídos, influenciando assim, a quantidade de calor a ser perdido. Quando os vasos sanguíneos são dilatados, mais sangue flui do centro do corpo para as camadas mais externas deste, aumentando a temperatura da pele, o que resulta em maior perda de calor pelo corpo, uma vez que o gradiente de temperatura entre a superfície do corpo e o ambiente é aumentado. Nos casos em que a temperatura ambiente é mais alta que a temperatura da superfície corporal, o ganho de calor do corpo é reduzido pela vasodilatação. A vasoconstrição, ou seja, a contração dos vasos capilares mais próximos à

pele enquanto os do centro do corpo se dilatam, conduz aos efeitos opostos, armazenando energia para o corpo. O fluxo de sangue do centro para a periferia do corpo é, desta forma, controlado pela temperatura da pele e pela temperatura do centro do corpo. Temperaturas altas no centro do corpo induzem o fluxo circulatório de sangue enquanto baixas temperaturas da pele, o inibem (HÖPPE, 1993).

O ser humano tem sensação de frio quando as condições ambientais proporcionam perdas de calor do corpo além das necessárias para manutenção da homeotermia, e seu organismo reage ao frio, por meio de seus mecanismos termorreguladores, buscando reduzir as perdas de calor e aumentar a sua produção interna (FROTA; SHIFFER, 1995). Nesta situação, a vasoconstrição periférica, como se viu, é o primeiro mecanismo termorregulador a ser acionado. Assim a pele se resfria, atingindo uma temperatura mais próxima à do meio, reduzindo as perdas de calor (FIGURA 1). Posteriormente, o arrepio é ativado, aumentando a rugosidade da pele e, conseqüentemente, reduzindo as perdas de calor por convecção. Após o arrepio, se persiste a situação de frio, haverá o aumento do metabolismo entre 30 e 100% (LAMBERTS *et al.*, 1997), devido ao aumento da atividade muscular (calafrios), e da estimulação da fome (MONTEIRO, 2008).

Esses são os mecanismos automáticos e inconscientes que objetivam aumentar a termogênese e reduzir a termólise em situações de frio. Conscientemente, o homem utiliza mecanismos instintivos, como adotar uma postura de encolhimento, para diminuir a área de exposição da pele às condições climáticas adversas, ou culturais, como esfregar as mãos, ingerir alimentos ou bebidas quentes e realizar atividades físicas mais intensas, com vistas a aumentar a produção interna de calor. Para melhor se adaptar ao meio, o ser humano também faz uso de suas habilidades, como a confecção e a utilização de vestimentas adequadas e a construção de ambientes termicamente mais confortáveis. Dessa forma, o calor produzido internamente será maior, compensando as perdas do organismo para o meio (LAMBERTS *et al.*, 1997).

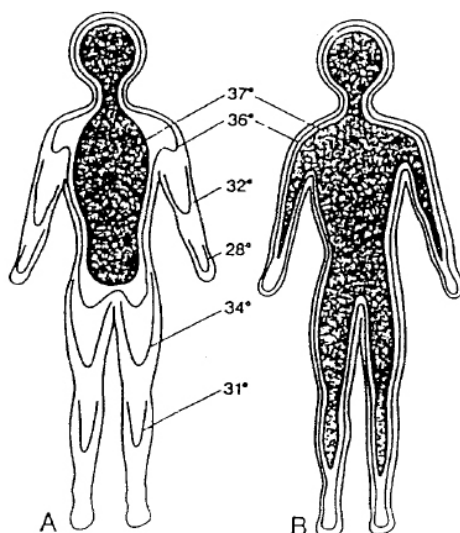


FIGURA 1 - Distribuição da temperatura corporal, do centro do corpo e de sua parte mais externa, em ambientes frios (A) e quentes (B). Fonte: ASCHOFF *et al*, 1971, *apud* HÖPPE, 1993.

Em contraposição à situação anteriormente apresentada, em situações de calor, ocorrem processos inversos. O ser humano tem sensação de calor quando as perdas de calor do corpo são inferiores às necessárias para manutenção da homeotermia, e seu organismo reage ao calor, por meio de seus mecanismos termorreguladores, buscando o incremento das perdas de calor e a diminuição da sua produção interna (FROTA; SHIFFER, 1995).

O corpo reage às situações de calor proporcionando condições de troca de calor mais intensa entre o organismo e o ambiente por meio da vasodilatação periférica, já explicada anteriormente, da exsudação e da estimulação da sede (FROTA; SHIFFER, 1995). O suor é o processo termorregulatório mais efetivo em situações em que o corpo se encontra em stress térmico causado por condições de calor excessivo ou por uma alta taxa metabólica produzida, por exemplo, por elevada atividade física (HÖPPE, 1993). Nestas situações, a perda de calor é proporcionada pela evaporação do suor. A termogênese é diminuída, inconscientemente, por meio de menor atividade metabólica, menor tônus muscular e inibição da fome (MONTEIRO, 2008).

Conscientemente, tende-se a realização de menor atividade física, adoção de posturas mais expansivas e uso de menos agasalhos (MONTEIRO, 2008). Podem ser elencados também os mecanismos instintivos, como nadar ou buscar locais sombreados e ventilados, e culturais, como abanar, ou ainda a utilização das habilidades como o uso de ventiladores (LAMBERTS *et al.*, 1997).

### 2.1.2 Equação do balanço termofisiológico

O balanço termofisiológico do corpo humano objetiva, portanto, a manutenção do equilíbrio entre a termogênese e a termólise com vistas à manutenção da temperatura interna do corpo em nível aproximadamente constante: o calor é produzido continuamente como resultado da atividade metabólica e deve ser dissipado e regulado para evitar mudanças na temperatura corpórea. A troca do calor com o meio ambiente ocorre por condução, convecção, evapotranspiração e radiação, por meio da pele e do trato respiratório. O calor que não for dissipado será acumulado no corpo, conforme FIGURA 2.

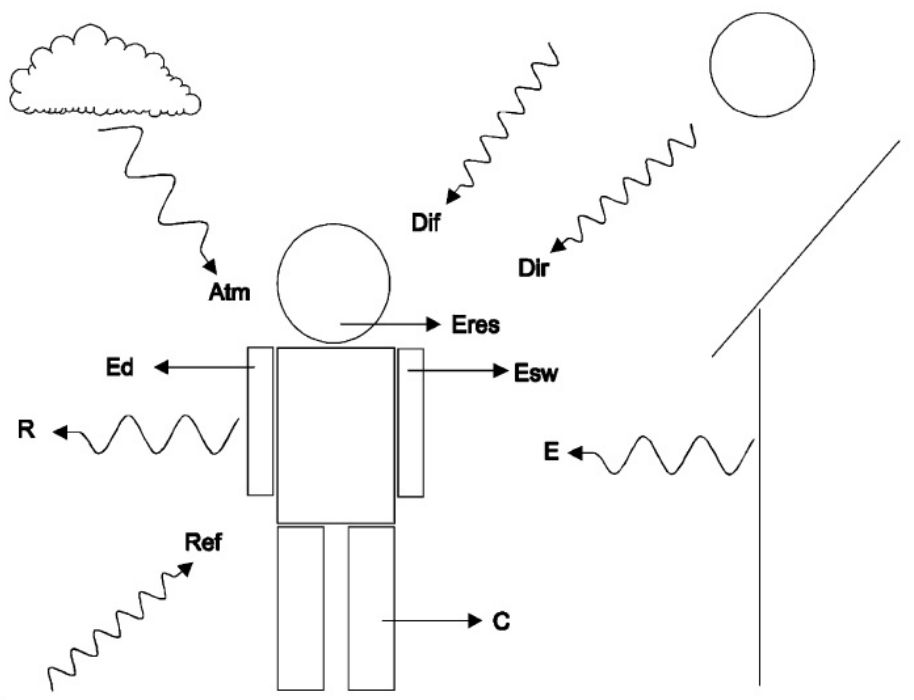


FIGURA 2 – Componentes do balanço energético humano. Fonte: JENDRITZKY *et al.*, 1990, *apud* BECKER *et al.*, 2003. Legenda:  $C$ : fluxo de calor convectivo e condutivo;  $E_d$ : fluxo de energia latente por difusão de vapor;  $E_{sw}$ : fluxo de energia latente por evaporação do suor (perspiração);  $E_{res}$ : fluxo de energia por respiração;  $Atm$ : radiação atmosférica de onda longa;  $Dir$ : radiação solar direta;  $Dif$ : radiação difusa;  $Ref$ : radiação refletida de onda curta;  $R$ : radiação de onda longa dos humanos;  $E$ : radiação de onda longa do entorno;  $H$ : calor interno produzido por metabolismo;  $I_{cl}$ : fator de isolamento pela vestimenta.

A equação do balanço de energia (EQUAÇÃO 1), uma aplicação da primeira lei da termodinâmica, descreve as trocas de calor realizadas entre o corpo humano e o ambiente

térmico (JENDRITZKY; HAVENITH, [entre 2000 e 2010]<sup>4</sup>). Nesta equação, todos os parâmetros meteorológicos relevantes, as características comportamentais (atividade física e vestimenta) e as medidas corporais são consideradas (HÖPPE, 1993). O balanço termofisiológico do corpo humano pode ser representado, segundo HÖPPE (1999):

$$M+W+R+C+E_D+E_{Re}+E_{Sw}+S=0 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

$M$  – Taxa metabólica (produção interna de energia por meio da oxidação de alimentos), em Watt.

$W$  – Atividade física, em Watt.

$R$  – “Saldo” devido às trocas por radiação, em Watt.

$C$  – Fluxo de calor convectivo, em Watt.

$E_D$  – Fluxo de calor latente para evaporação da água em vapor de água difuso através da pele (transpiração imperceptível), em Watt.

$E_{Re}$  – Soma dos fluxos de calor para aquecimento e umidificação do ar inspirado, em Watt.

$E_{Sw}$  – Fluxo de calor devido à evaporação do suor, em Watt.

$S$  – Fluxo de calor a ser armazenado para aquecimento ou resfriamento da massa corporal, em Watt.

Höppe (1999) salienta que os termos individuais da equação têm sinal positivo se eles resultam em ganho de energia para o corpo e sinal negativo nos casos de perda de energia.  $M$  é sempre positivo,  $W$ ,  $E_D$  e  $E_{Sw}$  são sempre negativos. Os fluxos de calor individuais dessa equação são afetados diretamente pelos seguintes parâmetros meteorológicos:

- Temperatura do ar:  $C$ ,  $E_{Re}$
- Umidade do ar:  $E_D$ ,  $E_{Re}$ ,  $E_{Sw}$
- Velocidade do ar:  $C$ ,  $E_{Sw}$
- Temperatura radiante média:  $R$

Segundo Höppe (1999), o corpo humano não possui sensores seletivos para a percepção dos parâmetros climáticos individualmente, mas pode registrar, por meio dos termoreceptores, as temperaturas da pele, e suas alterações, e o fluxo de sangue que passa pelo hipotálamo, proporcionando uma resposta termorregulatória. Essas temperaturas,

<sup>4</sup> Fonte: Disponível em: <[www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc](http://www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc)>. Acesso em: 14 fev. 2009.

entretanto, são influenciadas pelo efeito integrado de todos os parâmetros climáticos, que estão inter-relacionados, afetando-se mutuamente. Em situações climáticas com ventos fracos, por exemplo, a temperatura radiante média tem aproximadamente a mesma importância para o equilíbrio térmico do corpo humano que a temperatura do ar. Em dias com maiores velocidades do ar, a temperatura do ar é muito mais importante que a temperatura radiante média, porque nesta situação atuam as trocas de calor por convecção. Essas complexas interações somente são quantificáveis de uma maneira realística, por meio da utilização dos modelos de balanço térmico (HÖPPE, 1999), como será visto no item a seguir.

## 2.2 Modelagens termofisiológicas e índices de conforto térmico

Por muitas décadas um dos maiores objetivos da biometeorologia humana<sup>5</sup> tem sido a avaliação dos efeitos do ambiente térmico no conforto térmico ou, de um modo geral, no estado térmico do corpo (HÖPPE, 1993).

Inicialmente, além da utilização somente da temperatura do ar para descrever as complexas condições de trocas de calor entre o corpo humano e seu ambiente, muitos índices, a maioria deles de dois parâmetros, foram desenvolvidos. Para os climas quentes, estes índices consistiam normalmente na combinação das variáveis temperatura e umidade do ar. Para os climas frios, a combinação consistia, normalmente na consideração da temperatura e da velocidade do ar (JENDRITZKY; HAVENITH, [entre 2000 e 2010]<sup>6</sup>).

Porém, os índices empíricos, utilizados inicialmente como indicadores do ambiente térmico, não consideram todos os parâmetros meteorológicos relevantes, a atividade, a vestimenta e os parâmetros pessoais como a altura, o peso, a idade e o sexo dos indivíduos. Da mesma forma, não quantificam termofisiologicamente os parâmetros importantes do corpo humano. Assim, valores iguais de um índice empírico, não indicam necessariamente, estados térmicos iguais do corpo humano. Tais deficiências podem ser superadas pelo cálculo do balanço térmico do corpo humano, que permite uma avaliação, genericamente aplicável, do ambiente térmico (HÖPPE, 1993).

---

<sup>5</sup> A biometeorologia humana urbana lida com os efeitos do tempo, do clima e da poluição atmosférica no organismo humano (MAYER, 1993 *apud* MAYER; MATZARAKIS, 1998).

<sup>6</sup> Fonte: Disponível em: <[www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc](http://www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc)>. Acesso em: 14 fev. 2009.

Um dos primeiros a publicar um modelo de cálculo do balanço térmico do corpo humano foi Büttner, em 1932 (*apud* HÖPPE, 1993). Neste momento, os princípios físicos básicos para a quantificação dos fluxos de calor existentes entre o corpo e seu ambiente já haviam sido estabelecidos. O primeiro modelo de balanço térmico, entretanto, permaneceu carente de um conhecimento termofisiológico abrangente (HÖPPE, 1993).

A modelagem do balanço térmico do corpo humano não é um problema meramente físico e, portanto, não pode ser feita somente por meio da consideração dos processos físicos de transferência de calor (HÖPPE, 1993). Os processos fisiológicos regulatórios, conforme visto no item 2.1.1.3, podem afetar a importância relativa dos parâmetros meteorológicos, como, por exemplo, a velocidade do ar torna-se mais importante quando o corpo está transpirando (HÖPPE, 1999). Assim, como os mecanismos termofisiológicos interferem ativamente, e podem, então, alterar as condições de troca de calor, eles também devem ser considerados nos modelos de balanço térmico do corpo humano (STOLWIJK, 1980, *apud* HÖPPE, 1993).

No final dos anos sessenta, quando os computadores se tornaram acessíveis e disponíveis para utilização nas pesquisas, iniciou-se a era da modelagem do balanço térmico na biometeorologia humana com o trabalho de Fanger, em 1972 (*apud* HÖPPE, 1993). Este trabalho foi seguido por um grande número de publicações de outros autores abordando modelos de balanço de calor do corpo humano (HÖPPE, 1993).

Os índices de conforto térmico, por sua vez, procuram englobar, em um parâmetro, o efeito conjunto, na sensação térmica, dos diversos fatores considerados para sua obtenção. As muitas combinações possíveis da variação desses fatores podem proporcionar respostas semelhantes ou até mesmo iguais para o valor numérico do índice e, conseqüentemente, para a sensação térmica humana. Por esta razão são utilizados os índices de conforto, os quais agrupam as condições que proporcionam as mesmas respostas (FROTA; SHIFFER, 1995). A calibração dos índices busca determinar as faixas representativas das condições de conforto térmico e dos vários graus de conforto ou desconforto devido ao frio ou ao calor.

A seguir serão apresentados o Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos - Munich Energy-balance Model for Individuals (MEMI), base para o cálculo do índice Temperatura Equivalente Fisiológica (PET), e o índice PET, objeto de estudo desta pesquisa.

### 2.2.1 O modelo MEMI

Um dos primeiros e ainda muito utilizado modelo de balanço térmico é a equação de conforto definida por Fanger (FANGER, 1972, *apud* HÖPPE, 1999). Este modelo foi desenvolvido para o cálculo dos índices Voto Médio Predito - Predicted Mean Vote (PMV) e Porcentagem Predita de Insatisfeitos - Predicted Percentage Dissatisfied (PPD), os quais foram idealizados principalmente para ajudar engenheiros que atuam com sistemas de condicionamento de ambientes a criar ambientes internos termicamente confortáveis (HÖPPE, 1999). Posteriormente, as muito mais complexas condições de radiação típicas dos ambientes externos foram consideradas e os parâmetros apropriados foram determinados por Jendritzky *et al.*, na abordagem conhecida como Modelo Climático de Michel - *Klima Michel Model* (JENDRITZKY, 1979, 1990, *apud* HÖPPE, 1999).

Porém, mais universalmente aplicáveis que esses modelos, são aqueles que possibilitam ao pesquisador prever valores reais de variáveis térmicas do corpo, como por exemplo, a temperatura da pele, a temperatura do interior do corpo, a taxa de suor ou a umidade da pele. Com esta finalidade é necessário considerar todos os processos termorregulatórios básicos, como a constrição e a dilatação dos vasos sanguíneos periféricos e a taxa de suor fisiológico (HÖPPE, 1993, *apud* HÖPPE, 1999). Isto é possível com a utilização do modelo de balanço termofisiológico denominado Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos - Munich Energy-balance Model for Individuals (MEMI) (HÖPPE, 1984, 1994, *apud* HÖPPE, 1999), que é a base para o cálculo da temperatura fisiológica equivalente (do inglês: Physiological Equivalent Temperature) - PET (HÖPPE, 1999).

O MEMI é um modelo de estado estacionário (MAYER; HÖPPE, 1987) que considera os mecanismos humanos de termorregulação como a dilatação e a contração dos vasos sanguíneos periféricos, a sudorese e a produção de calor pelo tremor muscular. Ele também considera distintamente as camadas do centro do corpo, da pele e da vestimenta, de maneira que o fluxo de calor das partes cobertas e descobertas pela vestimenta são calculadas separadamente (ALI TOUDERT, 2005).

O modelo de balanço térmico MEMI é baseado na equação de balanço de energia do corpo humano já apresentada anteriormente no item 2.1.2, e em alguns parâmetros do modelo de

dois nós de Gagge<sup>7</sup> (GAGGE *et al.*, 1971, *apud* HÖPPE, 1999). Alguns dos termos da referida equação de balanço de energia são dependentes da temperatura média da superfície vestida, da temperatura média da pele e da taxa de suor, valores estes influenciados pelas condições ambientais. A taxa de suor fisiológico, a base para o cálculo do termo  $E_{Sw}$ , que representa o fluxo de calor devido à evaporação do suor, é também função da temperatura do centro do corpo, a qual depende das condições ambientais e da atividade física desenvolvida (HÖPPE, 1999).

Portanto, segundo Höppe (1999), com vistas a resolver a equação de balanço, as três variáveis desconhecidas devem primeiro ser determinadas, ou seja, a temperatura média da superfície da roupa ( $T_{cl}$ ), a temperatura média da pele ( $T_{sk}$ ) e a temperatura do centro do corpo ( $T_c$ ). Para a quantificação destas variáveis desconhecidas, duas outras equações são necessárias em complemento à EQUAÇÃO 1 já apresentada no item 2.1. Essas são as equações que descrevem, respectivamente, o fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele ( $F_{cs}$ ), (EQUAÇÃO 2), e o fluxo de calor da superfície da pele através da camada de roupa para a superfície externa desta camada ( $F_{sc}$ ), (EQUAÇÃO 3):

$$F_{cs} = V_b \times \rho_b \times c_b \times (T_c - T_{sk}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

$V_b$  - fluxo sanguíneo do centro do corpo para a pele (em  $1s^{-1}m^{-2}$ , dependendo do nível da temperatura da pele e do centro do corpo)

$\rho_b$  - densidade do sangue (Kg/l)

$c_b$  - calor específico do sangue ( $WsK^{-1}kg^{-1}$ )

$$F_{sc} = (1/l_{cl}) \times (T_c - T_{sk}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

$l_{cl}$  - resistência térmica da vestimenta (em  $K m^2 W^{-1}$ )

$T_c$  - temperatura do centro do corpo ( $^{\circ}C$ )

$T_{sk}$  - temperatura média da pele ( $^{\circ}C$ )

---

<sup>7</sup> O modelo de dois nós considera separadamente o calor acumulado na pele e o calor acumulado na parte central do corpo (core), diferentemente da modelagem corporal de apenas um nó, que considera o cálculo do calor acumulado no corpo como um todo. (GAGGE *et al.*, 1967 *apud* MONTEIRO, 2008).

Por meio da solução deste sistema de três equações e de algumas considerações termofisiológicas é possível calcular, para qualquer combinação de parâmetros climáticos, atividade física e tipo de vestimenta, o estado térmico resultante do corpo, caracterizado pelo fluxo de calor, temperaturas corporais e taxa de suor. MEMI, portanto, apresenta a base para uma avaliação termofisiologicamente relevante do componente térmico do clima. As diferenças mais importantes do MEMI para o modelo de dois nós de Gagge são a maneira de calcular a taxa de suor fisiológico (como uma função de  $T_{sk}$  e  $T_c$ ) e o cálculo em separado dos fluxos de calor de partes da superfície corporal que estão descobertas ou cobertas pela vestimenta (HÖPPE, 1999).

### 2.2.2 O índice PET

O índice PET, baseado no MEMI, foi introduzido por Höppe e Mayer, em 1987 (MAYER; HÖPPE, 1987, *apud* HÖPPE, 1999). Höppe (1999) define o índice PET como a temperatura equivalente fisiológica em qualquer lugar considerado, ambientes externos ou internos, que é equivalente à temperatura do ar na qual, em um típico cenário de ambiente interno, o balanço térmico do corpo humano (metabolismo de 80W devido a atividade física leve adicionado ao metabolismo basal, resistência térmica da roupa 0,9clo) é mantido com as temperaturas do centro do corpo e da pele iguais àquelas existentes sob as condições que estão sendo avaliadas.

As seguintes suposições são feitas para o ambiente interno de referência:

- Temperatura radiante média igual à temperatura do ar ( $T_{mt} = T_a$ )
- Velocidade do ar igual a 0,1 m/s
- Pressão de vapor igual a 12hPa (aproximadamente equivalente a uma umidade relativa de 50% a uma temperatura do ar de 20°C)

Os seguintes parâmetros do indivíduo, no ambiente interno de referência, são considerados:

- Metabolismo (atividade física leve) igual a 80W, adicionado ao metabolismo basal
- Resistência térmica da roupa igual a 0,9clo

O procedimento para cálculo do PET, segundo Höppe (1999) consiste na realização das seguintes etapas:

- Cálculo das condições térmicas do corpo com o MEMI para uma dada combinação de parâmetros meteorológicos;

- Inserção dos valores calculados para temperatura da pele e para temperatura do centro do corpo no modelo MEMI e resolução do sistema de equações para encontrar a respectiva temperatura do ar ( $T_a$ ), com  $v=0,1\text{m/s}$ ,  $VP=12\text{hPa}$  e  $T_{mrt}=T_a$ ;
- A temperatura do ar resultante corresponde à temperatura equivalente fisiológica (PET), em °C.

Para o cálculo do PET é necessário determinar todos os parâmetros meteorológicos importantes para o balanço energético do corpo humano a uma altura biometeorologicamente significativa para os humanos, por exemplo, 1,1 m acima do solo (altura média do centro de gravidade de uma pessoa de pé na Europa). Os principais parâmetros meteorológicos que influenciam o balanço energético humano incluem a temperatura do ar, a pressão de vapor, a velocidade do ar e a temperatura radiante média do ambiente (MATZARAKIS *et al.*, 1999).

O PET, portanto, possibilita a uma pessoa leiga avaliar o componente térmico do clima com base em sua experiência pessoal, comparando o efeito integral das complexas condições térmicas exteriores com suas percepções em ambiente interno (HÖPPE, 1999). A TABELA 1 mostra exemplos de resultados do cálculo do PET para diferentes cenários climáticos, segundo Höppe (1999).

TABELA 1  
Exemplos de valores de PET para diferentes cenários climáticos

Cenário	$T_a$ (°C)	$T_{mrt}$ (°C)	$v$ (m/s)	VP (hPa)	PET (°C)
Ambiente interno típico	21	21	0,1	12	21
Inverno, sol	-5	40	0,5	2	10
Inverno, sombra	-5	-5	5,0	2	-13
Verão, sol	30	60	1,0	21	43
Verão, sombra	30	30	1,0	21	29

Fonte: HÖPPE, 1999.

No caso da situação descrita na quarta linha da TABELA 1, o valor do PET seria 43°C, para um ambiente externo ensolarado e quente. Isso significa que um ocupante de um cômodo com uma temperatura do ar de 43°C alcança o mesmo estado térmico que nas condições externas de um dia ensolarado e quente. Se o indivíduo se mover do sol para a sombra isto resultaria na redução do valor do PET para 29°C. A mesma temperatura do ar de ambiente externo resulta então em uma sensação térmica bastante diferente, o que pode ser quantificado claramente pelos valores de PET. Grandes diferenças entre a temperatura do ar e o PET também surgem na época de inverno em dias com altas velocidades do vento, conforme elucidado na terceira linha dessa mesma tabela (HÖPPE, 1999).

A adoção de valores constantes para a vestimenta e a atividade física no cálculo do PET, segundo Höppe (1999), foi feita intencionalmente, visando à definição de um índice independente do comportamento individual. Porém isso não necessariamente restringe sua aplicabilidade, segundo o mesmo autor, uma vez que a variação da vestimenta e da atividade física, se variadas igualmente em ambiente externo e no ambiente climático interno de referência, não conduz a diferenças significativas nos valores do PET.

A definição do PET (independente da atividade e do vestuário) o classifica como um índice climático, ou seja, dependente apenas de parâmetros meteorológicos. O PET descreve o ambiente térmico de uma maneira termofisiologicamente ponderada, considerando as influências dos parâmetros climáticos temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade do ar, e avaliando o efeito real dessas variáveis sobre os processos de regulação e sobre o estado térmico do corpo (HÖPPE, 1999).

No entanto, considerando o exposto, Höppe (1999) salienta que o PET não pode ser uma medida absoluta de conforto térmico ou estresse térmico, uma vez que as sensações térmicas também dependem do vestuário e da atividade praticada pelo indivíduo. Dessa forma, o autor expõe que alguém sentiria muito frio com um  $PET=20^{\circ}C$ , se estivesse vestindo apenas calção de banho, enquanto ele suaria se estivesse vestindo um casaco. Se ele estivesse realizando um trabalho pesado, ele avaliaria esse valor PET como "muito quente", enquanto tais condições térmicas em repouso podem ser consideradas como "muito frias". O índice PET, portanto, segundo Höppe (1999), somente pode ser considerado como uma base para a avaliação do ambiente térmico, e deve ser ajustado para as características subjetivas em termos de vestuário e de atividade.

Originalmente o PET não apresenta faixas de referência para a sua interpretação, uma vez que a proposta deste índice é que a avaliação seja feita em relação ao ambiente de referência (PRATA *et al.*, 2008). Em 1996, Matzarakis e Mayer (*apud* MATZARAKIS *et al.*, 1999) relacionaram intervalos do PMV, para percepção térmica, e o grau de estresse fisiológico para os seres humanos (FANGER, 1972; MAYER, 1993, *apud* MATZARAKIS *et al.*, 1999) aos intervalos de PET correspondentes (TABELA 2) que somente são válidos para os valores adotados de produção interna de calor e resistência térmica da vestimenta. (MATZARAKIS *et al.*, 1999)

TABELA 2

Intervalos do índice térmico PET para diferentes graus de percepção térmica dos seres humanos, considerando produção interna de calor de 80W e resistência térmica da vestimenta 0,9clo (de acordo com JENDRITZKY et. al., 1990, *apud* MATZARAKIS; MAYER; 1997)

PMV	PET (°C)	Percepção térmica	Grau de estresse fisiológico
Abaixo de -3,5	Abaixo de 4	Muito frio	Extremo estresse de frio
-3.5 a -2.5	4 - 8	Frio	Forte estresse de frio
-2.5 a -1.5	8 - 13	Pouco frio	Moderado estresse de frio
-1.5 a -0.5	13 - 18	Ligeiramente frio	Leve estresse de frio
-0.5 a 0.5	18 - 23	Confortável	Não há estresse térmico
0.5 a 1.5	23 - 29	Ligeiramente calor	Leve estresse de calor
1.5 a 2.5	29 - 35	Pouco calor	Moderado estresse de calor
2.5 a 3.5	35 - 41	Calor	Forte estresse de calor
Acima de 3.5	Acima de 41	Muito calor	Extremo estresse de calor

Fonte: Adaptada pela autora a partir da tabela 1, apresentada na referência MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999.

Porém, MATZARAKIS *et al.* (1999) apresentam uma dúvida com relação à validade desses intervalos de PMV ou PET para utilização universal, ressaltando a hipótese de que esses intervalos possam ser distintos de acordo com as diferentes percepções do ambiente térmico ou devido às alterações fisiológicas que ocorrem nos processos de aclimação. Daí a necessidade de pesquisas para calibração deste índice às condições climáticas peculiares de cada região.

A TABELA 3 a seguir apresenta uma calibração proposta por Monteiro (2008) para o PET, visando à verificação da possibilidade de seu uso para análise da adequação térmica de espaços abertos na cidade de São Paulo. Esta calibração foi realizada por meio de método iterativo, através da variação dos limites de cada faixa interpretativa visando a maximizar a correlação entre os valores fornecidos por essas e os valores das respostas subjetivas de sensação térmica.

TABELA 3  
Calibração proposta para o índice PET para a cidade de São Paulo (SP)

Sensação térmica	PET (°C)
muito calor	Acima de 43
calor	31 - 43
pouco calor	26 - 31
neutra	18 - 26
pouco frio	12 - 18
frio	4 - 12
muito frio	Abaixo de 4

Fonte: MONTEIRO, 2008.

O índice PET possui diversas aplicações. No urbanismo, o PET mostra-se um índice muito conveniente à avaliação e ao monitoramento do componente térmico de diferentes microclimas urbanos, em diferentes domínios climáticos. Sua unidade ( $^{\circ}\text{C}$ ) torna-o facilmente inteligível como um indicador de estresse térmico proporcionando resultados mais compreensíveis para os planejadores urbanos e regionais (MATZARAKIS *et al.*, 1999).

Os resultados do PET podem ser apresentados graficamente, mostrando principalmente o comportamento temporal do PET, ou como mapas bioclimáticos, mostrando a distribuição espacial de seus valores, o que é muito útil e conveniente para as demandas do planejamento urbano (MATZARAKIS *et al.*, 1999).

### 2.3 Conforto Térmico e Fatores Intervenientes

Neste item do trabalho são apresentados os demais fatores que, juntamente com os fatores termofisiológicos apresentados nos itens anteriores, podem influenciar na sensação térmica e, conseqüentemente, no conforto térmico humano. Inicia-se a exposição pela conceituação do termo conforto térmico, em seguida, apresentam-se brevemente as variáveis e os aspectos socioculturais e psicológicos que influenciam na sensação térmica, aborda-se sucintamente o conforto adaptativo e, por fim, alguns aspectos da diversidade térmica são considerados.

#### 2.3.1 Conceito de sensação de conforto térmico

Neste item do trabalho, após os esclarecimentos sobre balanço termofisiológico do corpo humano e antes de serem iniciadas as exposições sobre conforto térmico e seus fatores intervenientes, faz-se necessário abordar as diferentes definições do termo “conforto térmico”. Segundo Höppe (2002), existem três abordagens distintas: a psicológica, a termofisiológica e outra baseada no equilíbrio térmico do corpo humano.

A ASHRAE (2001a, *apud* ALI TOUDERT, 2005) destaca a dimensão subjetiva e psicológica do conforto térmico, descrevendo-o como um estado de espírito que exprime contentamento com as condições térmicas dos ambientes. Essa definição diz também que o conforto é a ausência de desconforto térmico, e uma condição na qual 80% das pessoas não expressam

insatisfação (ASHRAE 1992, *apud* STEANE; STEEMERS, 2004). Porém, a definição psicológica, "uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico" (ASHRAE, 1997, *apud* HÖPPE, 2002), reflete uma grande variação interindividual, devido ao seu caráter subjetivo, constituindo-se uma abordagem com a qual é muito difícil de se lidar. No entanto, os aspectos psicológicos são fatores importantes a serem considerados especialmente em ambientes externos (HÖPPE, 2002).

Já a definição termofisiológica de conforto se baseia no estímulo dos receptores térmicos na pele e no hipotálamo. Nesta abordagem, define-se conforto como a taxa mínima de sinais nervosos provenientes desses receptores (MAYER, 1993, *apud* HÖPPE, 2002).

Por fim, segundo a definição energética, a qual relaciona conforto aos ganhos e perdas de energia, o estado de conforto térmico é atingido quando os fluxos de calor do corpo humano para o ambiente e do ambiente para o corpo humano estão equilibrados, estando a temperatura da pele e a taxa de transpiração dentro de uma determinada faixa de conforto, que depende somente do metabolismo (FANGER, 1972, *apud* HÖPPE, 2002). Dentro dessa abordagem, também o Instituto Internacional de Normalização International Standards Office (ISO, 1994, *apud* STEANE; STEEMERS, 2004) define conforto em termos puramente técnicos, e sugere que o conforto é alcançado quando há uma "neutralidade térmica", ou em outras palavras, a manutenção do equilíbrio energético do corpo (STEANE; STEEMERS, 2004).

A temperatura média da pele desempenha um importante papel em ambas as duas últimas definições. Seus valores podem ser obtidos por modelos de trocas de calor como o Munich Energy-Balance Model for Individuals (MEMI) (HÖPPE, 1993, *apud* HÖPPE, 2002), ou por modelos de regressão (MEHNERT *et al.*, 2000, *apud* HÖPPE, 2002).

Sobre as definições de conforto térmico, Steane e Steemers (2004) consideram ainda que, embora ambas as instituições ASHRAE e ISO estabeleçam padrões relativamente estreitos para o conforto térmico, é importante notar a referência ao "estado de espírito" na definição da ASHRAE. Segundo esses autores, isto sugere que, apesar da estreita definição fisiológica, o conforto térmico é, pelo menos em parte, um fenômeno psicológico aberto à influência de outras variáveis que não só as térmicas. Os autores afirmam ainda que pesquisas recentes identificaram algumas das razões para as discrepâncias entre os estudos de conforto em laboratório, que formam a base de ambas as normas ASHRAE e ISO, e pesquisas baseadas em levantamentos de campo, que reconhecem a importância do comportamento, contexto e cultura. Neste contexto, Steane e Steemers consideram

surpreendente que tais normas sejam aplicadas em todos os climas e para todos os tipos de construção.

Frota e Shiffer (1995) ressaltam também que as condições ambientais capazes de proporcionar sensação de conforto térmico em habitantes de clima quente e úmido não são as mesmas que proporcionam sensação de conforto em habitantes de clima quente e seco e, muito menos, em habitantes de regiões de clima temperado ou frio (FROTA, SHIFFER, 1995). Pessoas com diferentes culturas e adaptadas a diferentes climas podem reagir diferentemente às mesmas condições térmicas (KÁNTOR *et al.*, 2007).

Ainda segundo Steane e Steemers (2004), outra deficiência na definição técnica de conforto é a referência à "falta de desconforto", que pressupõe que a falta de estímulo é boa. Os autores afirmam que a ausência de desconforto é uma "utilidade e conveniência"<sup>8</sup> que pode ser prescrita, mas que omite o "prazer e encanto"<sup>9</sup> potenciais que podem estar presentes com algum grau de estímulo e de contraste.

Além disso, é preciso esclarecer também que um ambiente termicamente confortável não significa necessariamente um ambiente excelente em termos de condições de saúde. Schuh (1993, *apud* HÖPPE, 2002) mostrou que a exposição repetida a condições térmicas avaliadas como um pouco frias para o conforto, pode melhorar a aptidão do corpo e a capacidade de resistência. Assim, o resultado de uma avaliação do ambiente térmico pode ser diferente, se o conforto térmico ou se a saúde está em foco (HÖPPE, 2002).

Neste estudo consideraram-se as três abordagens de conforto térmico mencionadas. O índice PET é calculado com base em processos físicos e termofisiológicos, porém a calibração desse índice, por meio da utilização de questionários, considerou também os processos psicológicos e socioculturais, que serão abordados nos itens a seguir.

### 2.3.2 Variáveis que influenciam na sensação de conforto térmico

A percepção do componente térmico do clima, conforme mencionado no item 2.2, resulta do efeito integral de todos os parâmetros meteorológicos relevantes para a troca de calor entre

---

<sup>8</sup> Os autores utilizam o termo do inglês "commodity".

<sup>9</sup> Os autores utilizam o termo do inglês "delight". Ambos os termos citados referenciam os termos utilizados por Vitruvius no Sec.I AC, na tríade vitruviana: "commodity, firmness and delight".

o corpo e o ambiente em que o mesmo está inserido (HÖPPE, 1999). Portanto, o ambiente térmico e seu impacto sobre o corpo humano não podem ser descritos como função de uma única variável, como por exemplo a temperatura do ar, uma vez que o corpo humano não possui sensores individuais para cada variável e, conseqüentemente, sente o ambiente térmico como um todo (ALI TOUDERT, 2005). Dessa forma, as condições de conforto térmico são função de uma série de variáveis às quais devem ser consideradas na avaliação da sensação térmica dos indivíduos em determinado ambiente.

Além dos parâmetros meteorológicos, ou variáveis microclimáticas, e também das variáveis individuais, que constituem dados de entrada nas modelagens termofisiológicas, variáveis psicológicas, sociais e culturais devem ser consideradas nos estudos sobre o conforto térmico, pois também o influenciam, conforme descrito no item 2.3.1 e melhor detalhado nos itens que se seguem. No presente item do trabalho, alguns esclarecimentos são realizados sobre importantes variáveis que influenciam na percepção, avaliação e preferência de sensações térmicas, principalmente em ambientes externos.

Segundo Koenigsberger *et al.* (1977), a importância das quatro variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e radiação) que afetam diretamente o conforto humano relaciona-se ao fato de que cada uma delas influencia de algum modo nos processos de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente em que o mesmo está inserido, podendo favorecer ou impedir a dissipação do calor produzido pelo corpo.

A temperatura do ar representa a temperatura da massa de ar existente no ambiente em que o indivíduo está inserido. Segundo a norma ISO 7726 (1998), a temperatura do ar é a temperatura do ar que envolve o corpo humano. Uma elevada temperatura do ar é um obstáculo à dissipação de calor do corpo por convecção e, inclusive, pode causar um ganho de calor se é mais elevada que a temperatura da pele, a qual está normalmente entre 31 e 34°C (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

O ar úmido é uma mistura de gases que podem ser divididos em dois grupos: os gases que compõem o ar seco (oxigênio, nitrogênio etc) e o vapor de água (MONTEIRO, 2008). Os valores que fornecem a composição do ar em termos de vapor de água em relação à máxima quantidade que este pode conter, em uma dada temperatura e pressão, caracteriza a umidade relativa do ambiente (ISO 7726, 1998). Uma elevada umidade do ar dificulta a perda de calor por evaporação.

A velocidade do ar deve ser considerada na determinação da transferência de calor por convecção e evaporação, podendo ser descrita por sua magnitude e direção. Nos casos de avaliação das condições térmicas dos ambientes, o que deve ser considerado é a magnitude do vetor de velocidade do fluxo no ponto de medição. Embora os estudos mostrem que uma pessoa é diferentemente sensível ao fluxo de ar, na parte dianteira, traseira, lateral, superior e inferior, o uso da magnitude do vetor de velocidade do fluxo justifica-se uma vez que o fluxo de ar muda sua direção em um ângulo espacial relativamente pequeno. Geralmente, é muito difícil realizar medições precisas de velocidade do vento pois o fluxo de ar é tipicamente turbulento, ou seja, oscila aleatoriamente mudando frequentemente de direção (ISO 7726, 1998).

A temperatura de globo, juntamente com a temperatura do ar e a velocidade do ar, permite o cálculo dos valores de temperatura radiante média, também indicada em graus Celsius. A ISO 7726 (1998) define a temperatura radiante média é como a temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a transferência de calor por radiação do corpo humano é igual à transferência de calor por radiação em um ambiente real não uniforme. A ASHRAE (2001b, *apud* ALI TOUDERT, 2005) a define como a temperatura uniforme de um ambiente imaginário negro no qual um ocupante poderia trocar a mesma quantidade de calor radiante como no ambiente real não uniforme.

Em ambientes abertos, a temperatura radiante média, que representa a soma dos fluxos de ondas curtas e longas de radiação, direta e refletida, a que o corpo humano é exposto, é um dos parâmetros meteorológicos mais importantes para o conforto térmico humano (THORSSON *et al.*, 2007). Nos ambientes há uma contínua troca de energia radiante que é refletida, absorvida e/ou transmitida. O conforto térmico é influenciado pelas radiações de ondas curtas (solares) e pelas radiações de ondas longas (terrestres). A radiação solar é recebida na forma de luz visível e de radiações infra-vermelhas. A radiação terrestre é emitida em função da temperatura e emissividade dos objetos (KENNY *et al.*, 2008).

Independentemente do índice de conforto usado, a consideração da temperatura radiante média é uma questão decisiva na avaliação do conforto humano em ambientes externos e ensolarados (MAYER; HÖPPE, 1987; JENDRITZKY *et al.*, 1990; MAYER, 1993; SPAGNOLO; De DEAR, 2003, *apud* ALI TOUDERT, 2005). Isso porque os fluxos de radiação são um dos componentes mais importantes no balanço energético humano, uma vez que a carga de calor recebida por um ser humano em pleno sol é provavelmente maior do que as taxas metabólicas de repouso (MATZARAKIS, *et al.*, 2007; NIELSEN, 1990 *apud* KENNY *et al.*, 2008).

Com o índice PET ocorre o mesmo. Segundo Mayer e Matzarakis (1998, *apud* MATZARAKIS, 1999), em dias de verão com ventos de baixa velocidade, o fator meteorológico que influencia mais significativamente o valor do PET é a temperatura radiante média. No entanto, o seu cálculo em ambientes externos não é evidente, especialmente em complexos ambientes urbanos (ALI TOUDERT, 2005). Assim, uma determinação pouco rigorosa desta variável pode levar a grandes erros na avaliação global do estresse térmico de um ambiente (ISO 7726, 1998).

A sensação de conforto ou desconforto térmico, segundo Koenigsberger *et al.* (1977), depende principalmente dessas quatro variáveis microclimáticas apresentadas. Porém também são influenciadas por diversos outros fatores, os quais serão apresentados a seguir.

A taxa metabólica relaciona-se à atividade física dos entrevistados. Quanto maior a atividade física, tanto maior será o calor gerado por metabolismo (LAMBERTS *et al.*, 1997).

A resistência térmica da roupa também é de grande importância na sensação de conforto térmico do homem, pois a pele troca calor por condução, convecção e radiação com a roupa, que por sua vez troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por radiação (LAMBERTS *et al.*, 1997). A vestimenta, desta forma, interfere nas trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, funcionando como isolante térmico e mantendo, junto ao corpo, uma camada de ar que pode ser mais aquecido ou menos aquecido, conforme a vestimenta seja mais ou menos isolante, conforme seu ajuste ao corpo e conforme a porção de corpo que esta cobre. Além disso, a vestimenta reduz o ganho de calor referente à radiação solar direta, as perdas de calor em condições de baixo teor de umidade e o efeito refrigerador do suor. Reduz, ainda, a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar. A resistência térmica da vestimenta, cuja unidade é o *clo*, equivalente a  $0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$ , depende do tipo de tecido, da fibra e do ajuste ao corpo, devendo ser medida através das trocas secas relativas de quem a usa (FROTA, SHIFFER, 1995).

A idade e o sexo podem interferir nas preferências térmicas uma vez que também interferem no metabolismo. O metabolismo das pessoas idosas é mais lento do que o das pessoas jovens, e o das mulheres é inferior ao dos homens, razão pela qual tanto as pessoas idosas quanto as mulheres preferem temperaturas ligeiramente mais elevadas do que os jovens, e do que os homens, respectivamente. (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977)

A forma do corpo, ou seja, a relação superfície e volume, também é um importante parâmetro a ser considerado. Uma pessoa magra e esbelta, quando comparada a outra mais baixa e corpulenta de mesmo peso, pode dissipar mais calor e preferirá uma temperatura mais alta, pois possui uma maior superfície de pele. A gordura armazenada sob a pele é um ótimo isolante térmico, razão pela qual uma pessoa com maior quantidade de gordura subcutânea necessitará uma temperatura de ar mais baixa para dissipar a mesma quantidade de calor que outra pessoa com menor quantidade de gordura subcutânea (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

Por fim, alguns tipos de alimentos e bebidas podem afetar o metabolismo, assim como o estado de saúde pode também influir nos requerimentos térmicos (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

Neste estudo, o conhecimento dessas variáveis supracitadas, e de suas relações com a sensação térmica, foi essencial na etapa metodológica de elaboração dos questionários utilizados nos levantamentos de campo, e principalmente, na determinação dos critérios que classificaram os questionários como válidos ou eliminados, conforme detalhado no item 3.1.7.1.

### 2.3.3 Aspectos socioculturais e psicológicos da sensação térmica

Diferentes zonas geográficas e climáticas também podem ser definidas como diferentes culturas. As regras e regulamentos aprendidos pelos membros de uma cultura fornecem "padrões de percepção, crenças, avaliações, comunicação, e ações entre aqueles que compartilham uma língua, um período histórico, e/ou uma localização geográfica" (EISLER *et al.*, 2003, *apud* KENZ; THORSSON, 2006). Pesquisas têm demonstrado um impacto cultural na percepção da ecologia humana (EISLER *et al.*, 2003, *apud* KENZ; THORSSON, 2006) e na construção social do clima e das alterações climáticas (HARLEY, 2003; STEHR; VON STORCH, 1995, *apud* KENZ; THORSSON, 2006).

Kenz e Thorsson (2006) realizaram um estudo com o objetivo de analisar a influência da cultura (Suecos versus Japoneses) e atitude ambiental (pessoas que gostam de ambientes urbanos versus pessoas que gostam de ambientes naturais) na avaliação térmica, emocional e perceptiva de uma praça pelos participantes, dentro do intervalo do índice PET considerado como confortável, ou seja, de 18-23 ° C. A hipótese era a de que pessoas que

vivem em culturas diferentes, com diferentes atitudes ambientais, avaliariam psicologicamente uma praça diferentemente, apesar das condições térmicas semelhantes. Coerente com essa previsão, participantes japoneses avaliaram o clima como mais quente, e se sentiram menos termicamente confortáveis no local, embora os participantes de ambos os países tenham percebido condições similares de conforto térmico no ambiente externo de acordo com o índice de PET. Tudo isso indica que a avaliação térmica, emocional e perceptiva de um lugar físico pode ser influenciada por processos psicológicos baseados em processos socioculturais, ao invés de ser representada por índices térmicos gerais desenvolvidos de acordo com modelos fisiológicos de balanço de calor. Em consequência, isto implica que os índices de conforto térmico não podem ser aplicáveis a diferentes zonas culturais e a diferentes climas sem adaptações, e que não são apropriados se não consideram os processos psicológicos envolvidos na avaliação ambiental (KENZ; THORSSON, 2006).

Além dos aspectos socioculturais, os aspectos psicológicos de conforto térmico também desempenham um papel importante, tanto em ambientes internos como nos externos. Rohles (1980, *apud* HÖPPE, 2002) relata em seu artigo chamado: “Temperature or temperament: a psychologist looks at thermal comfort” (Temperatura ou temperamento: um psicólogo observa o conforto térmico) que, em seus estudos, apenas o fato de se adicionar painéis, tapetes e mobiliário confortável, sem qualquer alteração de energia térmica no interior de uma câmara, fez com que seus ocupantes sentissem mais calor, quando em comparação com os testes sem as adições. Apenas o fato de dizer aos ocupantes da câmara que a temperatura no interior desta era mais elevada do que realmente era, já os fez sentir mais calor. Com relação às estações do ano, no inverno as pessoas tendem a preferir temperaturas altas às baixas, enquanto no verão ocorre exatamente o oposto (HÖPPE, 2002).

Em ambientes externos, a expectativa psicológica e também a história térmica, conforme será visto nos itens 2.3.4.3 e 2.3.5, podem influenciar ainda mais a avaliação subjetiva. Em um dos estudos de Kotz (1984, *apud* HÖPPE, 2002), cerca de 250 transeuntes foram entrevistados em um dia quente de verão. Se avaliadas as condições térmicas pelo índice PMV (FANGER, 1972, *apud* HÖPPE, 2002), os valores encontrados seriam superiores a +3 (muito quente). Paradoxalmente, a maioria dos entrevistados afirmou que se sentiam muito confortáveis. Duas razões foram apontadas para a percepção de um ambiente muito quente como confortável: a primeira foi que, nos dias anteriores às entrevistas, o tempo estava atípicamente muito frio, para a estação em que se encontravam, e no momento da entrevista eles estavam contentes que o sol havia aparecido novamente; e a segunda foi

que, eles estavam de folga, descansando, e queriam tomar um pouco de sol (HÖPPE, 2002).

Em outro estudo, desenvolvido em uma praia italiana (HÖPPE; SEIDL, 1991, *apud* HÖPPE, 2002) também foram observados muitos veranistas que se expunham voluntariamente a condições objetivamente muito adversas, com valores do PET superiores a 40°C. O fato de as praias serem lugares muito especiais em termos de expectativas térmicas foi documentado em um estudo de De Freitas (1997, *apud* HÖPPE, 2002) realizado em na praia Queensland, na Austrália. Os autores também encontraram diferenças consideráveis entre a sensação térmica avaliada por modelos de balanço de calor e as preferências térmicas dos veranistas entrevistados, sendo que as preferências térmicas tendiam para a zona quente. Segundo o autor, isto significa que as pessoas que permanecem na praia, têm uma preferência térmica variando no intervalo de “um pouco quente” e “quente” (HÖPPE, 2002).

Estes exemplos demonstram claramente a importância dos aspectos psicológicos em termos de avaliações subjetivas de conforto térmico, especialmente em ambientes externos. A expectativa com relação a determinadas condições térmicas, um dos aspectos do conforto adaptativo abordado no item 2.3.4, certamente é um aspecto fundamental para a avaliação subjetiva e satisfação. Porém, não são somente os fatores psicológicos que distinguem o conforto térmico em ambientes internos e externos. Existem também diferenças termofisiológicas quantificáveis, relacionadas principalmente aos diferentes tempos de exposição às condições climáticas no interior e no exterior das edificações (HÖPPE, 2002), conforme será explicado no item 2.3.5.

Com relação ao uso dos espaços externos, Nikolopoulou et al.. (2001, *apud* ALI TOUDERT, 2005) realizaram uma pesquisa em Cambridge, no Reino Unido, em diferentes estações. Os autores constataram que o ambiente térmico é de primordial importância para influenciar o uso dos espaços abertos pelas pessoas, e que a resposta subjetiva ao microclima é subconsciente, levando a padrões sazonais de frequência dos espaços externos. Neste contexto, os autores alegaram que uma abordagem puramente fisiológica é insuficiente para caracterizar as condições de conforto nos ambientes externos, uma vez que a adaptação psicológica também é considerada de grande importância. As escolhas disponíveis, a estimulação ambiental, a história térmica da pessoa, o efeito de memória das condições climáticas recentes e as expectativas foram todos considerados fatores decisivos, conforme será explicado nos itens a seguir.

#### 2.3.4 Conforto adaptativo

Apesar de o clima ser bem distinto nas diferentes regiões geográficas do planeta Terra, o ser humano é biologicamente parecido em todo o mundo, sendo adaptável a diferentes condições climáticas, conforme já mencionado anteriormente, principalmente por utilizar mecanismos culturais como a vestimenta, a arquitetura e a tecnologia (LAMBERTS *et al.*, 1998).

Em grande parte dos estudos de conforto térmico nos ambientes externos, utilizam-se modelos puramente fisiológicos para calcular a satisfação térmica, considerando as condições ambientais, a atividade das pessoas e seu vestuário. Porém, de acordo com Nikolopoulou; Lykoudis e Kikira (2004), os levantamentos de campo revelaram que a abordagem puramente fisiológica é insuficiente para caracterizar as condições de conforto térmico no exterior, conforme já mencionado, ao passo que a questão da adaptação torna-se cada vez mais importante (NIKOLOPOULOU *et al.*, 2004).

As pesquisas sobre “oportunidade adaptativa” explicam o porquê os níveis fisiológicos são tão diferentes da resposta real, ou seja, o porquê de a maioria das pessoas dizerem que estão confortáveis quando tecnicamente seria esperado que elas estivessem com frio ou com calor. Em ambientes internos, a capacidade dos ocupantes de uma edificação para regular as condições térmicas de acordo com suas preferências irá influenciar o intervalo de conforto: mais possibilidades de escolha resulta em uma faixa maior de conforto (STEEMERS *et al.*, 2004). O mesmo ocorre nos ambientes externos.

O termo adaptação pode ser definido como “a diminuição gradual da resposta do organismo à exposição repetida a um estímulo, envolvendo todas as ações que os tornam mais adequados para sobreviver em tal ambiente. No contexto de conforto térmico isso pode envolver todos os processos que as pessoas atravessam para melhorar o ajuste entre o ambiente e as suas necessidades” (NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999, *apud* NIKOLOPOULOU, 2004).

A oportunidade adaptativa pode ser dividida em três diferentes categorias: a adaptação física, fisiológica e psicológica, segundo Nikolopoulou *et al.* (1999, *apud* NIKOLOPOULOU, 2004), conforme será explicado a seguir.

#### 2.3.4.1 Adaptações físicas

As adaptações físicas envolvem todas as mudanças que uma pessoa faz, a fim de se ajustar ao ambiente, ou alterar o ambiente para suas necessidades. Podem-se identificar dois tipos diferentes de adaptação: a reativa e a interativa (NIKOLOPOULOU, 2004).

Na adaptação reativa, as únicas mudanças que ocorrem são pessoais, como alterar a vestimenta, a postura, ou mesmo a posição (NIKOLOPOULOU, 2004). Outras formas de adaptação reativa que podem ser citadas são o consumo de bebida fria ou quente e a escolha entre permanecer no sol ou na sombra.

Na adaptação interativa, no entanto, as pessoas fazem mudanças no ambiente a fim de melhorar suas condições de conforto. Como exemplos de adaptações interativas podem ser citadas ações como: abrir uma janela, girar um termostato, abrir um guarda-sol etc (NIKOLOPOULOU, 2004).

Em ambientes internos, pesquisas demonstraram que os ocupantes sentados próximo às janelas manifestam um maior grau de conforto térmico. Isto se deve, em parte, ao fato de que, sendo as janelas e cortinas operáveis, os indivíduos têm mais possibilidades de escolha e podem criar uma série de condições térmicas, como abrir a janela para propiciar ventilação ou fechar as cortinas para sombrear o ambiente (STEANE; STEEMERS, 2004).

Ao contrário da situação em ambientes fechados, a adaptação interativa nos ambientes externos não é freqüente. Isso ocorre porque, primeiramente, não há muitos elementos que permitem essa interação com o ambiente. Em segundo lugar, mesmo em lugares onde recursos são disponibilizados, a interação do público não é observada devido ao fato de que as pessoas não sentem que têm a autoridade para impor mudanças na área, sobretudo porque tal ação afetaria os demais usuários, e as pessoas não desejam impor suas vontades aos outros. Esse comportamento em ambiente externo está de acordo com a situação encontrada para ambientes internos, onde foi observado que os ocupantes de salas individuais exercem mais controle ambiental do que ocupantes de escritórios conjuntos integrados, que por sua vez, exercem mais controle ambiental do que os ocupantes dos espaços planejados externos (HEERWAGEN; DIAMOND, 1992, *apud* NIKOLOPOULOU, 2004).

#### 2.3.4.2 Adaptações fisiológicas

As adaptações fisiológicas, segundo Heerwagen e Diamond (1992, *apud* NIKOLOPOULOU, 2004), “implicam alterações nas respostas fisiológicas decorrentes da exposição repetida a um estímulo, levando a uma diminuição progressiva do estresse causado por essa exposição. No contexto do ambiente térmico isso é chamado de aclimação fisiológica, um mecanismo crucial em ambientes de climas extremos, mas não de importância central na utilização dos espaços externos” (NIKOLOPOULOU, 2004)

#### 2.3.4.3 Adaptações psicológicas

Segundo Nikolopoulou e Steemers (2003, *apud* NIKOLOPOULOU, 2004), diferentes pessoas percebem o ambiente de diferentes maneiras, e a resposta humana a um estímulo físico não está em relação direta com a sua magnitude, mas, depende da informação que as pessoas têm em uma situação particular. Os fatores psicológicos, portanto, influenciam a percepção térmica de um espaço e as mudanças que nele ocorrem, podendo ser categorizados, segundo esses mesmos autores, conforme itens a seguir:

- Naturalidade: em ambientes livres de artificialismos as pessoas parecem tolerar grandes mudanças do ambiente físico, desde que haja uma ligação direta e uma associação com as condições naturais (NIKOLOPOULOU, 2004);

- Expectativa: a maneira como se espera que o ambiente seja influencia sobremaneira as percepções das pessoas. Nos ambientes externos, freqüentemente as pessoas respondem que as condições climáticas "estão boas para esta época do ano" ou que, "para esta época do ano", elas prefeririam que estivesse mais quente, ou mais frio. Também quando as condições térmicas divergem do vivenciado pelas pessoas durante os dias anteriores, há diferenças nos votos das pessoas com relação à sensação térmica, uma vez que suas expectativas mudam (NIKOLOPOULOU, 2004);

- Experiências: as experiências afetam diretamente as expectativas das pessoas e podem ser diferenciadas em curto e longo prazos. As experiências de curto prazo estão relacionadas com a memória e parecem ser responsáveis pelas mudanças nas expectativas das pessoas de um dia para o outro. Já as experiências de longo prazo referem-se aos

esquemas mentais pessoais que determinam as escolhas de ações sobre diferentes circunstâncias, como por exemplo, modificar a vestimenta, escolher um local ao sol ou à sombra ou consumir bebidas e/ou alimentos, para melhor se adaptar às condições climáticas (NIKOLOPOULOU, 2004);

- Tempo de exposição: a exposição ao desconforto não é vista negativamente se o indivíduo antecipa que essa exposição é de curta duração. Este é um fator crítico para ambientes externos, os quais são utilizados principalmente para atividades de recreação e no qual as pessoas podem modificar seu tempo de permanência de acordo com suas necessidades (NIKOLOPOULOU, 2004);

- Percepção de controle: as pessoas que têm um alto grau de controle sobre seu ambiente toleram grandes variações nas condições climáticas e, conseqüentemente, reduzem as respostas emocionais negativas. Portanto, as pessoas que estão em determinado ambiente, por diversas razões, conscientes de que esta foi a sua própria escolha de se expor a determinadas condições e de que, quando quiserem, podem deixar o local, tornam-se mais tolerantes ao ambiente térmico. No entanto, as pessoas que estão no ambiente e que precisam esperar por alguém ou por transportes públicos, por exemplo, tornam-se menos tolerantes em relação às condições ambientais. Assim, a liberdade de escolha torna-se de primordial importância no espaço exterior e o controle percebido, nos locais e nas situações em que o controle real sobre o microclima é mínimo, tem o maior peso nas respostas sobre percepção e sensação térmica (NIKOLOPOULOU, 2004). Steemers, Ramos e Sinou (2004) salientam o fato de que, curiosamente, se as escolhas são exercidas, não é uma questão decisiva, e que o simples conhecimento da existência das opções de escolha cria um senso de controle e, portanto, uma maior tolerância. Neste contexto, os autores atentam para o fato de que, para que as escolhas sejam percebidas e potencialmente exercidas, deve haver uma suficiente diversidade de ambientes disponíveis (STEEMERS *et al.*, 2004), tema este que será tratado no item 2.3.6 deste trabalho;

- Estimulação do ambiente: Em algumas definições de conforto térmico, conforme visto anteriormente, as condições confortáveis são consideradas como aquelas em que os ocupantes não sentem nem calor nem frio, onde as condições ambientais são neutras. No entanto, acredita-se crescentemente que um ambiente com características variáveis, ao invés de fixas, é preferível, e que um ambiente com características estáticas se torna intolerável. Pesquisas revelam que a estimulação é realmente a principal razão para a maioria das pessoas para se assentarem ao ar livre, para visitar áreas externas, e é o que as pessoas descrevem como agradável sobre os locais analisados. Dessa forma, o estímulo

ambiental é um recurso importante em espaços externos, onde o ambiente apresenta poucas restrições térmicas (NIKOLOPOULOU, 2004).

Nikolopoulou (2004) ressalta que a compreensão desses fatores é essencial para a adequada avaliação das condições de conforto e para a tomada de decisões em planejamento urbano. A autora esclarece ainda que as adaptações físicas e psicológicas são complementares e não contraditórias, e que a consideração dessa dualidade pode ajudar no projeto de diversas condições que incentivem e aumentem o uso dos espaços externos da cidade, fortalecendo a interação social entre os cidadãos. Essa abordagem, enfatiza a autora, pode ser útil a urbanistas, não para limitar as possíveis soluções, mas sim para enriquecer as considerações de projeto.

### 2.3.5 Tempo de exposição às condições climáticas e história térmica

Há inúmeras diferenças com relação à maneira como utilizamos os ambientes internos e os externos, e aos motivos para os quais os utilizamos. Além das diferentes vestimentas utilizadas nestes ambientes e das diferentes atividades físicas praticadas, a principal divergência entre a exposição aos ambientes térmicos internos e externos relaciona-se ao tempo de permanência em cada um desses ambientes. O tempo de exposição às condições climáticas externas, muitas vezes, está na faixa de minutos, enquanto o tempo de exposição às condições climáticas de ambientes internos, está no intervalo de algumas horas. (HÖPPE, 1999)

O tempo de exposição às diferentes condições climáticas é um importante fator no balanço termofisiológico, conforme será visto a seguir, e relaciona-se com a história térmica, que registra esses diferentes tempos de exposição às diferentes condições climáticas.

A história da exposição às condições termohigrométricas pode afetar a sensibilidade térmica dos indivíduos, conforme demonstram os estudos de Nagara *et al.* (1996, *apud* ALI TOUDERT, 2005). Os resultados desses estudos revelaram que uma desconfortável sensação térmica de calor é registrada quando as pessoas se movem de espaços com ar condicionado para espaços externos ensolarados (ALI TOUDERT, 2005).

A influência da história térmica dos indivíduos em sua percepção de conforto chama a atenção para a questão da relevância dos modelos estacionários versus não estacionários

na avaliação conforto térmico em ambientes externos. A história de exposição pode ser tratada estatisticamente por meio de modelos não estacionários (por exemplo, IMEM ou o modelo de dois nós de Gagge) (ALI TOUDERT, 2005).

Os modelos não estacionários são capazes de avaliar a evolução das sensações térmicas humana durante um período de tempo por considerar o calor armazenado no corpo. Podem, ainda, fornecer informações adicionais em relação aos modelos de estado estacionário, como os cursos temporais dos parâmetros termo-fisiológicos, por exemplo, a temperatura da pele e do a temperatura do centro do corpo (HÖPPE, 2002, *apud* ALI TOUDERT, 2005). Isto pode ser útil se várias condições térmicas ocorrem em uma área restrita, ou seja, combinação de sombra e áreas ensolaradas e também a transição do ambiente interno para o ambiente externo (ALI TOUDERT, 2005).

Höppe (2002) realizou diferentes análises para demonstrar as influências do tempo de exposição às condições climáticas e da história térmica no balanço termofisiológico do corpo humano. Nas análises de Höppe (2002), as séries temporais dos parâmetros termofisiológicos que caracterizam o conforto térmico (temperatura média da pele,  $t_{sk}$ ) e os potenciais riscos à a saúde (temperatura do centro do corpo,  $T_{core}$ ) foram modelados tanto para condições de calor quanto para as de frio, em ambientes externos. Nos dois casos, o indivíduo padrão (masculino, 35 anos, 1,75m altura 75kg de peso) entra nas novas condições térmicas externas analisadas, com uma temperatura média de pele de 33,5°C e com uma temperatura do centro do corpo de 37°C, provenientes de um ambiente térmico cujas condições ambientais estão próximas à neutralidade térmica definida para um ambiente interno. Todos os cálculos foram feitos com o modelo não estacionário de Munique - Munique Instationary Energy Balance-Model (IMEM) (HÖPPE, 1989, *apud* HÖPPE, 2002).

No primeiro cenário, as condições de um dia frio de inverno são simuladas ( $T_a = T_{mt} = 0^\circ\text{C}$ ,  $VP = 5\text{hPa}$ ,  $v = 1\text{m/s}$ ), considerando que o indivíduo veste roupa de inverno (1,5clo) e caminha devagar (taxa metabólica de 100W). Na FIGURA 3, as séries temporais de  $T_{sk}$  e  $T_{core}$  são apresentadas para as 3h iniciais em ambiente externo. Além disso, os valores em estado estacionário para  $T_{sk}$  e  $T_{core}$  são mostrados como linhas horizontais. A partir da análise desta figura, Hoppe, 2002 conclui que é preciso um longo tempo em condições de frio para se aproximar dos níveis do estado estacionário (estabilidade térmica). Nas condições simuladas para o ambiente frio, o estado térmico teórico de equilíbrio é alcançado após 43h de exposição a essas condições térmicas. Isto significa que, nas condições de vida real, o estado estacionário térmico nunca é atingido em ambientes de frio intenso, mesmo quando as pessoas passam várias horas ao ar livre. Os Modelos de conforto no

estado estacionário, portanto, não podem fornecer avaliações realistas nestas condições (HÖPPE, 2002).

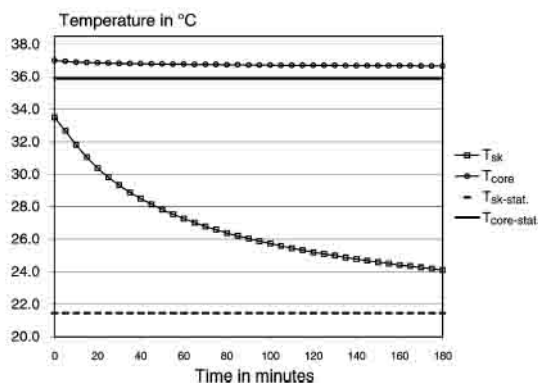


FIGURA 3 - Cálculo dos cursos temporais da temperatura da pele ( $T_{sk}$ ) e temperatura do centro do corpo ( $T_{core}$ ), no modelo IMEM, após a entrada do indivíduo em um ambiente com condições climáticas frias ( $T_a = T_{mrt} = 0^\circ\text{C}$ ,  $VP = 5\text{hPa}$ ,  $v = 1\text{m/s}$ ), proveniente de condições térmicas neutras. As linhas horizontais representam os níveis de estado estacionário. Fonte: HÖPPE, 2002.

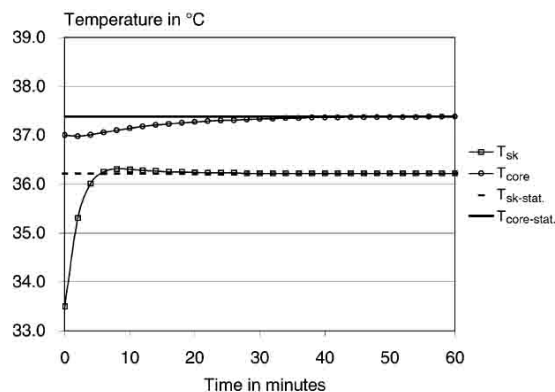


FIGURA 4 - Cálculo dos cursos temporais da temperatura da pele ( $T_{sk}$ ) e temperatura do centro do corpo ( $T_{core}$ ), no modelo IMEM, após a entrada do indivíduo em um ambiente com condições climáticas quentes ( $T_a = 30^\circ\text{C}$ ,  $T_{mrt} = 60^\circ\text{C}$ ,  $VP = 15\text{hPa}$ ,  $v = 0,5\text{m/s}$ ), proveniente de condições térmicas neutras. As linhas horizontais representam os níveis de estado estacionário. Fonte: HÖPPE, 2002.

As mudanças lentas do estado térmico do corpo quando exposto às condições climáticas de frio se deve a uma redução do fluxo do sangue periférico como consequência da vasoconstrição. Em clima quente, porém, o fluxo do sangue entre o centro do corpo e a pele é aumentado por vasodilatação, conforme já mencionado. A adaptação térmica do corpo quando exposto ao calor, portanto, é muito mais rápida quando comparada à adaptação térmica do corpo exposto ao frio. Isso é mostrado na FIGURA 4, em que, um dia quente de verão é adotado ( $T_a = 30^\circ\text{C}$ ,  $T_{mrt} = 60^\circ\text{C}$  (radiação solar direta),  $VP = 15\text{hPa}$ ,  $v = 0,5\text{m/s}$ ), considerando que o indivíduo veste roupa de verão ( $0,5\text{clo}$ ) e caminha devagar (taxa metabólica de  $100\text{W}$ ). A FIGURA 4 mostra que o estado estacionário de  $T_{sk}$  e  $T_{core}$  é alcançado muito rapidamente, depois de 28min para  $T_{sk}$  e 56min para  $T_{core}$ . Os resultados desses cálculos para estresse por calor em estado estacionário permitem concluir que os modelos de conforto térmico podem fornecer informações suficientes para as pessoas que permanecem em ambiente externo por mais de meia hora (HÖPPE, 2002).

Höppe (2002) conclui então que, geralmente, para a avaliação do conforto térmico em ambiente externo, nem sempre todas as três definições de conforto térmico descritas no item 2.3.1 podem ser usadas. A definição de Fanger (1972, *apud* HÖPPE, 2002), com base no balanço equilibrado de calor entre o corpo e o ambiente e na permanência dos valores de temperatura da pele e de taxa de suor dentro de certos intervalos de conforto térmico, pode ser usada apenas em condições estáveis. O mesmo, certamente, é válido para índices de

conforto térmico, dentre eles o PET, baseados em modelos de estado de equilíbrio do balanço de energia do corpo humano. Sua utilização é limitada a situações em que as pessoas ficam ao ar livre por um longo tempo (HÖPPE, 2002). Por meio do IMEM, Höppe (2002) também mostrou que, supostamente, uma avaliação estacionária de conforto humano é uma boa aproximação para as condições de verão enquanto que uma abordagem não estacionária é mais adequada para as condições de inverno (ALI TOUDERT, 2005).

Neste estudo, considerando que no Brasil, e especificamente, em Belo Horizonte, não há condições climáticas de inverno tão rigorosas, trabalhou-se com a abordagem estacionária, tendo em vista que o PET baseia-se no modelo MEMI, conforme explicado no item 2.2.2. O estudo dessa referência foi, portanto, base para a definição do tempo de aclimação local.

#### 2.3.6 Diversidade térmica

O item 2.3.4, que trata de conforto adaptativo, esclarece os diversos tipos de adaptação por meio dos quais os indivíduos se ajustam às condições térmicas, aumentando as condições ambientais consideradas termicamente confortáveis. Isso demonstra que propiciar um ambiente termicamente agradável e confortável, segundo Steane e Steemers (2004), não é uma questão de proporcionar um ambiente térmico ótimo e constante, mas de oferecer oportunidades de adaptação através de projetos que criem diversidade térmica.

A arquitetura e o urbanismo podem propiciar diferentes graus de diversidade. De acordo com Steane e Steemers (2004, p. 9), "a diversidade ambiental é uma característica de projeto que está intimamente relacionada com nossa experiência de arquitetura. A formação consciente da diversidade, ou seja, a orquestração consciente dos padrões dinâmicos de variação ambiental, torna-se possível graças a uma valorização dos aspectos espacial e temporal da diversidade. Variáveis, tais como calor, luz ou som devem variar ao longo do tempo e/ou espaço. Estas variações podem ser mais ou menos acentuadas, mais ou menos repentinas, dependendo de questões como a natureza do espaço, o seu padrão de ocupação, a forma de construção e o clima. Os ambientes térmico, visual e auditivo podem ser mais ou menos estáveis temporalmente, e mais ou menos uniformes espacialmente."

Dessa maneira, pode-se perceber que as relações entre a arquitetura e as condições térmicas são evidentes, possibilitando uma ampla gama de soluções que proporcionam diversidade temporal e espacial. A noção de diversidade temporal em relação ao projeto é

demonstrada pela dinâmica de um ambiente térmico, e as oportunidades para se adaptar essas condições. (STEANE; STEEMERS, 2004)

A diversidade espacial é representada pelos contrastes espaciais em ambientes térmicos e é exemplificada, por Steane e Steemers (2004), pelo ambiente da catedral, onde um envelope construtivo termicamente pesado (isolante), com pequenas aberturas resulta em condições térmicas internas relativamente constantes, enquanto, em seu exterior, as temperaturas oscilam para cima e para baixo, atingindo um pico durante o início da tarde. Assim, a experiência de entrar no interior relativamente fresco da catedral tem um papel fundamental na alteração do estado de espírito do visitante, que deixa para trás as flutuações das condições externas - e da agitação da vida diária - e entram em um ambiente fresco e estável para uma experiência mais contemplativa.

Também no contexto dos ambientes externos urbanos existem diversas condições que favorecem a adaptação: a escolha do sol ou da sombra, o frescor da evaporação gerada por uma fonte ou um parque, a rua com vento ou um espaço protegido deste etc. Segundo Steane e Steemers (2004), pode-se, inclusive, definir genericamente as opções que as pessoas farão, como por exemplo, acima de aproximadamente 25°C, a maioria dos europeus, residentes ao norte, tendem a procurar sombra em suas cidades, enquanto que abaixo desta temperatura a preferência predominante é por locais ao sol. No entanto, a questão decisiva é a existência de uma gama diversificada e adequada de possibilidades que permitem às pessoas se adaptarem às condições ambientais. Pesquisas biológicas e psicológicas demonstraram que um ambiente diverso - que apresenta o maior grau de escolha e a mais ampla gama de condições - é altamente desejável, conforme visto no item 2.3.4 desta dissertação.

O urbanista tem, dessa forma, um importante papel no desenvolvimento de projetos que valorizem os aspectos da diversidade ambiental a fim de proporcionar um ambiente mais agradável e mais confortável termicamente. As soluções de projeto são múltiplas. Segundo Nikolopoulou, Lykoudis e Kikira (2004) o planejador urbano tem diferentes escolhas para as soluções de projeto como a morfologia das edificações, materiais construtivos, vegetação, elementos de água, e até mesmo os equipamentos urbanos, que podem contribuir para o projeto de espaços urbanos bem sucedido, proporcionando proteção contra os aspectos negativos e exposição aos aspectos positivos do clima, e aumentando a utilização do espaço externo durante todo o ano.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa faz parte de um projeto de cooperação bilateral entre Brasil e Alemanha, denominado *Clima Urbano, Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas (Urban climate, Urban Design and Global Climate Changes)*. São integrantes desse projeto conjunto a Universidade Federal da Bahia (UFBA), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade de Kassel (Alemanha) e a Universidade de Freiburg (Alemanha). A metodologia empregada para o desenvolvimento deste estudo foi, portanto, estabelecida conjuntamente entre as instituições participantes.

Ressalta-se, porém, que, apesar do estabelecimento conjunto da metodologia, adaptações nos procedimentos e nos questionários, foram necessárias, por parte de cada uma das instituições, para ajustá-los às particularidades locais. O desenvolvimento metodológico também abarcou uma importante fase de confecção e desenvolvimento de instrumentação, como é o caso, respectivamente, do termômetro de globo cinza, de 40mm, e do abrigo meteorológico.

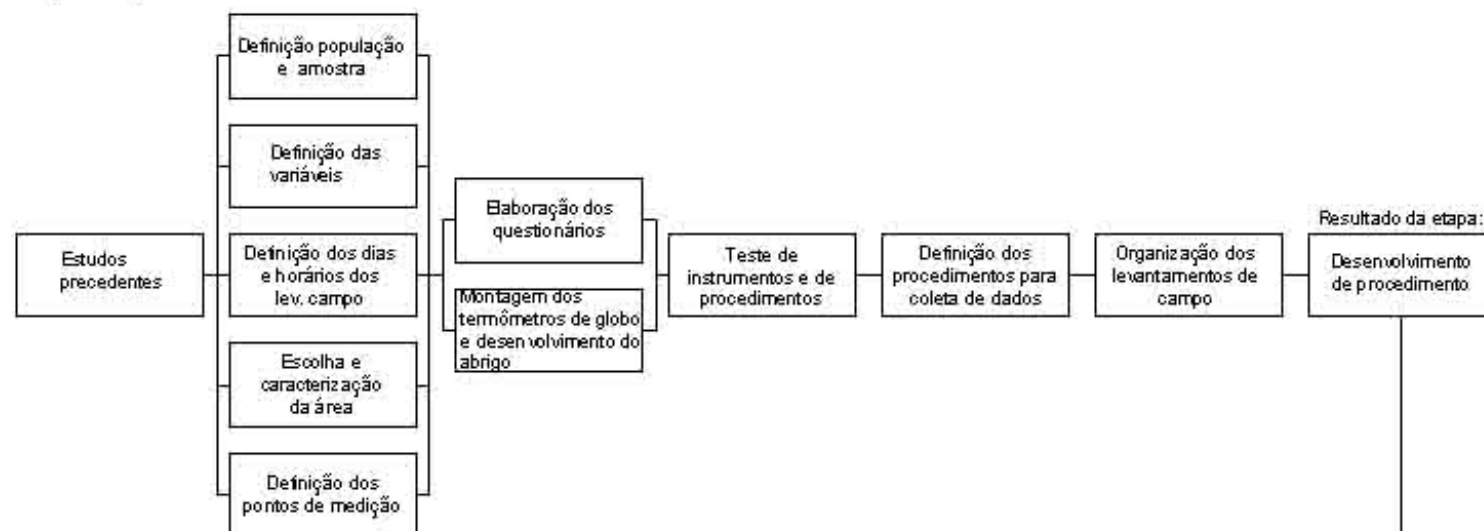
A metodologia adotada foi estruturada em três etapas distintas: Etapa preparatória, Etapa de coleta de dados e Etapa de tratamento dos dados coletados, detalhadas na FIGURA 5.

O método geral utilizado para o desenvolvimento deste estudo foi o método indutivo experimental. A indução, segundo Lakatos (1986, p. 46), “é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam”.

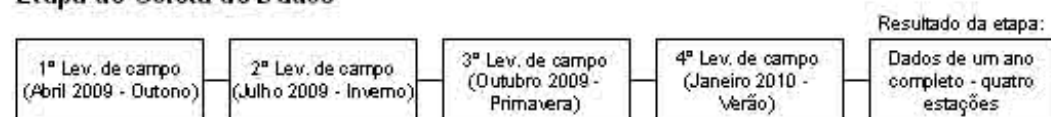
A forma de indução utilizada foi a incompleta ou científica, que se fundamenta na causa ou na lei que rege o fenômeno ou fato, constatada em um número significativo de casos, mas não em todos (LAKATOS, 1986). Dessa forma, os trabalhos experimentais (levantamento em campo das variáveis) foram conduzidos de forma a abranger uma amostra mínima, determinada por meios estatísticos, para comprovação da hipótese inicial.

Apresenta-se a seguir a metodologia proposta para calibração do índice PET.

### Etapa Preparatória



### Etapa de Coleta de Dados



### Etapa de Tratamento dos Dados Coletados



FIGURA 5 - Metodologia adotada. Fonte: Produzida pela autora, 2010.

### 3.1 Etapa preparatória

Neste item da dissertação serão apresentados os estudos que constituem a etapa preparatória da pesquisa. Serão abordados os processos de definição da amostra, das áreas de estudo, dos pontos de medição de variáveis microclimáticas, dos dias e horários dos levantamentos de campo, das variáveis e dos dados-controle. Serão também apresentados os equipamentos, medidas e metodologia de medição utilizados na pesquisa, assim como os questionários adotados, os testes dos instrumentos realizados e os procedimentos gerais empregados na organização dos levantamentos de campo.

#### 3.1.1 Amostragem

O processo de amostragem objetiva a definição de uma amostra, a ser extraída de uma determinada população, que permita, mediante a utilização de um estudo de inferência, que conclusões sejam tiradas sobre a população como um todo a partir das conclusões obtidas para a amostra. Para que as conclusões sejam válidas, as amostras devem ser escolhidas de modo a serem representativas de uma população (SPIEGEL, 1985).

A definição da amostra para o presente estudo considerou a população adulta residente ininterruptamente há mais de um ano no município de Belo Horizonte, na faixa etária de 20-59 anos, que constitui a população-alvo a ser pesquisada.

A contagem da população em 2007 para o município de Belo Horizonte acusou um número total de 2.412.937 habitantes<sup>10</sup>. Para o cálculo da amostra, foram consideradas as divisões, por faixa etária e sexo, da população do município. Tendo em vista que, para o ano de 2007 somente há a contagem total do número de habitantes, o cálculo para a população, separada por faixa etária e sexo para o ano de 2007, foi obtido por cálculo proporcional baseado nas divisões do censo de 2000, porém utilizando para este cálculo a população total de 2007, conforme TABELA 4 a seguir.

---

<sup>10</sup> Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Contagem da População 2007*. Disponível em : < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 set. 2008.

TABELA 4  
Divisões da população, Contagem 2007, baseada no censo de 2000, na faixa etária de 20-59 anos, por sexo, para fins de amostragem

<b>Faixa Etária</b>	<b>Total de habitantes</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Homens</b>
Pessoas residentes (de 20 a 59 anos de idade)	1.268.332	677.289	591.043
Pessoas residentes (de 20 a 29 anos de idade)	429.957	229.597	200.360
Pessoas residentes (de 30 a 39 anos de idade)	363.716	194.224	169.492
Pessoas residentes (de 40 a 49 anos de idade)	290.363	155.054	135.309
Pessoas residentes (de 50 a 59 anos de idade)	184.296	98.414	85.882

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Dessa forma, o total de habitantes na faixa etária de interesse do estudo foi calculado como sendo 1.286.332 habitantes, sendo este, portanto, o número de indivíduos total que constitui a população-alvo.

O tamanho da amostra para o município de Belo Horizonte foi definido utilizando amostragem aleatória simples e considerando um erro amostral de 10%. A amostra resultante é apresentada na TABELA 5:

TABELA 5  
Amostra adotada para o município de Belo Horizonte, considerando um erro amostral de 10%

<b>Faixa Etária</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Homens</b>
de 20 a 29 anos de idade	100	100
de 30 a 39 anos de idade	100	100
de 40 a 49 anos de idade	100	100
de 50 a 59 anos de idade	100	100
Sub-total	400	400
Total	800	

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

### 3.1.2 Definição e caracterização das áreas de estudo

Na definição das áreas de estudo deve-se ter em mente a necessidade de contrastes significativos entre as condições microclimáticas supostamente existentes nessas áreas, pois busca-se quantificar condições variadas de conforto térmico, visando a obter dados representativos da amplitude que a faixa do índice a ser calibrado pode atingir. Assim, a calibração torna-se mais fidedigna. Tais condições variadas de conforto térmico podem ser eventualmente encontradas em diferentes estruturas urbanas, com características urbanas contrastantes entre si.

Para a realização deste trabalho, escolheu-se a cidade de Belo Horizonte, fundada em 12 de dezembro de 1897. Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, localiza-se na porção central desse estado, situado na região sudeste do Brasil. A sede do município localiza-se na latitude 19°55' Sul e na longitude 43°56' Oeste<sup>11</sup>. A área total do município corresponde a 331km<sup>2</sup>, e a divisão administrativa do município o divide em nove regionais e 148 bairros.

A cidade situa-se no domínio do clima tropical de altitude. O vento predominante é de direção leste. Segundo as Normais Climatológicas (BRASIL, 1992), a temperatura média anual é em torno de 21,1°C, a média anual de precipitação total é de 1.491,3mm, a média anual da umidade relativa é de 72,2%, a insolação total é de 2.566,0 horas e a nebulosidade média anual é 5,2, para dados obtidos no período de 1961 a 1990.

Considerando a Classificação Climática de Köppen, o clima de Belo Horizonte pode ser classificado como Aw, que corresponde ao clima tropical chuvoso com temperatura média do mês mais frio acima de 18°C e distinta estação seca no período de inverno (ASSIS, 1990). Porém, salienta-se que antigamente o clima de Belo Horizonte era considerado Cwa, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C (RODRIGUES, 1966 *apud* RIBEIRO e MOL, 1985 *apud* ASSIS, 1990), o que indica uma suposta influência da urbanização sobre o clima local (ASSIS, 1990).

No presente estudo, duas praças foram escolhidas para análise: a Praça da Liberdade e a Praça Sete de Setembro, ambas situadas na regional centro-sul do município de Belo Horizonte (FIGURA 6).

---

<sup>11</sup> Fonte: BELO HORIZONTE. Prefeitura municipal. *Belo Horizonte – Informações gerais*. Disponível em :<<http://www.pbh.gov.br>>. Acesso em: 04 jul. 2010.

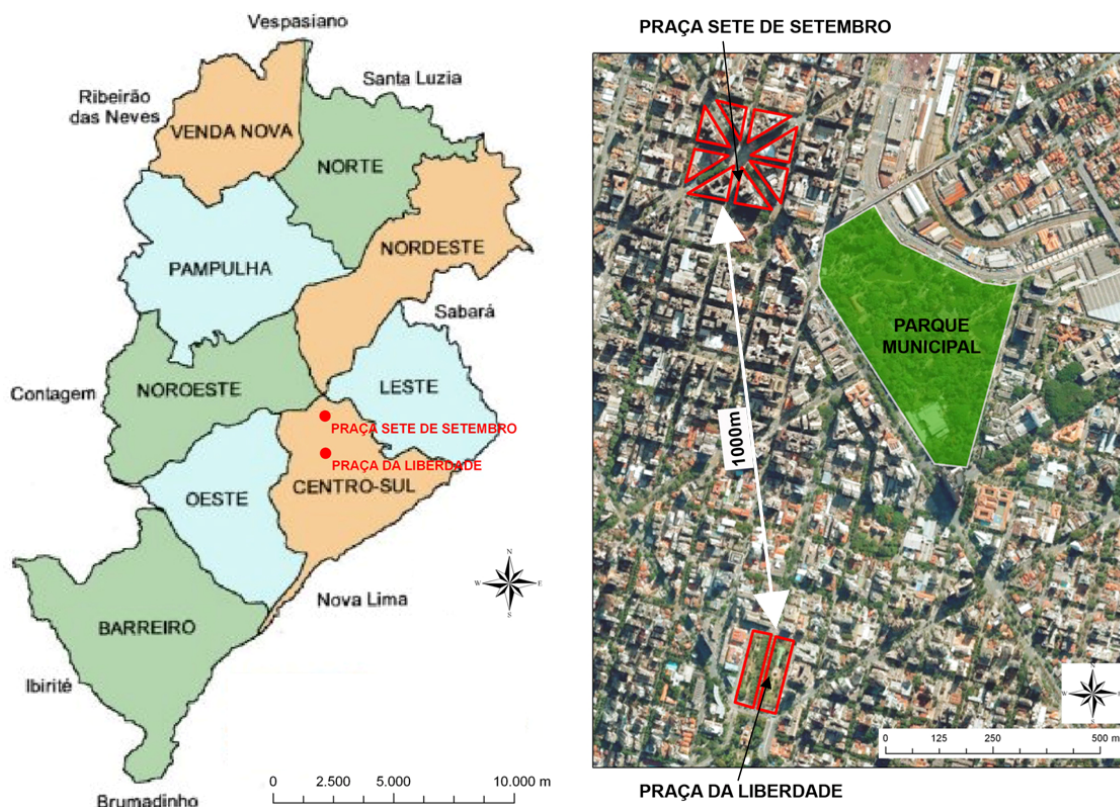


FIGURA 6 - Divisão administrativa do município de Belo Horizonte adotada pela Prefeitura Municipal (à esquerda) e localização das duas áreas de estudo na regional Centro-Sul (à direita). Fonte das imagens: BELO HORIZONTE. Prefeitura municipal. Disponível em :<<http://www.pbh.gov.br>>. Acesso em: 04 jul. 2010;GOOGLE EARTH, [200-]. Imagens adaptadas pela autora para composição da figura, 2010.

Os critérios utilizados para seleção das áreas de estudo consideraram o elevado fluxo de pedestres, condição essencial à aplicação do grande número de questionários calculado na amostragem, e também as diferenças significantes entre essas praças no que diz respeito 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, conforme demonstrado nas FIGURAS 7 e 8.



FIGURA 7 – Praça da Liberdade: área menos verticalizada, com muita área verde, com maior fator de visão do céu, com solo permeável - em grande parte sem pavimentação e com muitas fontes de água. Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.

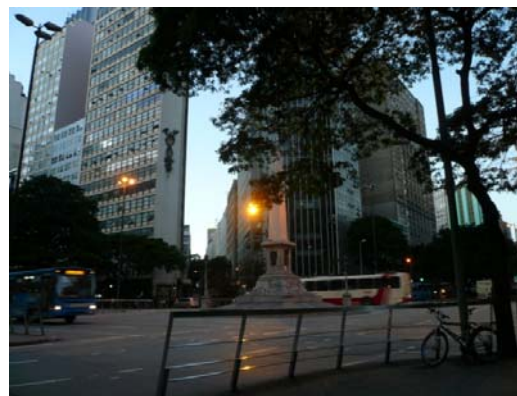


FIGURA 8 – Praça Sete de Setembro: área muito verticalizada, com poucas árvores, com menor fator de visão do céu, com solo menos permeável – quase todo pavimentado e sem fontes de água. Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.

Inicialmente projetada para ser a sede do governo do Estado, a Praça da Liberdade está localizada na região da Savassi, no cruzamento das avenidas Cristóvão Colombo, João Pinheiro, Brasil e Bias Fortes, a uma altitude média de 895m.

As características da Praça da Liberdade que especialmente interessam nesse estudo são a abundante presença de vegetação e de fontes de água, a grande extensão de solos permeáveis, o grande fator de visão do céu e a altimetria mais baixa dos edifícios do entorno.

A Praça Sete de Setembro, considerada o centro, marco zero da capital, está localizada na região do hipercentro, no cruzamento das avenidas Afonso Pena e Amazonas e das ruas Rio de Janeiro e Carijós, a uma altitude média de 855m.

As características da Praça Sete de Setembro que especialmente interessam nesse estudo são a escassa presença de vegetação e a ausência de fontes de água, a grande extensão de solos impermeáveis, o pequeno fator de visão do céu e a alta altimetria dos edifícios do entorno.

Fotografias tiradas com uma lente olho-de-peixe, mostradas nas FIGURAS 9 e 10, ilustram os diferentes fatores de visão do céu nas duas áreas selecionadas para o estudo.



FIGURA 9 – Visão do céu na Praça da Liberdade.  
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.



FIGURA 10 – Visão do céu na Praça Sete de Setembro.  
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.

Para melhor obter dados representativos dessas diferenças contrastantes entre as morfologias urbanas das áreas de estudo, amostradas por meio da variabilidade dos valores de PET, a montagem experimental para monitoramento das variáveis microclimáticas considerou critérios específicos para cada uma das áreas, conforme será explicado no item 3.1.6.4.

### 3.1.3 Definição dos pontos de medição das variáveis climáticas

Na definição dos pontos específicos para a medição das variáveis climáticas em cada uma das áreas selecionadas, deve-se considerar estudos sobre a geometria solar. Além do heliodon<sup>12</sup>, vários softwares permitem a realização desses estudos, possibilitando, por meio da confecção de um modelo digital em 3D, a simulação da trajetória solar e a visualização da incidência das sombras nas áreas, para latitudes, dias e horários determinados.

Neste estudo utilizou-se o software SketchUp® para a simulação e estudo da geometria solar, realizados para ambas as áreas estudadas e para os dias e horários previstos para os levantamentos de campo das quatro campanhas de medição, conforme exemplificado nas FIGURAS 11 e 12.



FIGURA 11 – Simulação realizada no software SketchUp®, para a Praça da Liberdade, dia 22/04/2009, às 15h, 1ª Campanha de medição. Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.

FIGURA 12 – Simulação realizada no software SketchUp®, para a Praça Sete de Setembro, dia 23/04/2009, às 15h, 1ª Campanha de medição. Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2009.

Em cada uma das áreas foram selecionados dois pontos distintos, um ao sol e outro à sombra. Na Praça da Liberdade os pontos selecionados encontram-se próximos ao coreto (FIGURA 13), sendo que o ponto sombreado, encontra-se em uma sombra proporcionada por uma árvore. Na Praça Sete de Setembro os pontos selecionados encontram-se próximos ao quarteirão fechado da rua Rio de Janeiro (FIGURA 14), sendo que o ponto sombreado, encontra-se em uma sombra proporcionada pelos edifícios.

<sup>12</sup> O heliodon é um equipamento que simula a trajetória solar para determinadas latitudes, em diferentes horários do dia, para o solstício de inverno, equinócio e solstício de verão, permitindo a visualização da incidência de sombras nessas ocasiões.



FIGURA 13 – Pontos de medição selecionados para a Praça da Liberdade. Fonte da imagem: GOOGLE EARTH, [200-]. Imagem adaptada pela autora para composição da figura, 2010.



FIGURA 14 – Pontos de medição selecionados para a Praça Sete de Setembro. Fonte da imagem: GOOGLE EARTH, [200-]. Imagem adaptada pela autora para composição da figura, 2010.

### 3.1.4 Definição dos dias e horários dos levantamentos de campo

Na definição dos períodos de levantamento de campo deve-se objetivar a abrangência de todas as variações climáticas locais, buscando-se a maior amplitude térmica anual possível. Esta grande variabilidade térmica constitui-se um requisito essencial para a calibração do PET.

Esta pesquisa está dividida em quatro períodos distintos aqui denominados campanhas. Cada campanha corresponde a uma determinada estação do ano, durante a qual ocorreram levantamentos de campo e análise dos dados levantados. A calibração do índice PET foi feita para o conjunto de dados coletados nas quatro campanhas, durante o biênio 2009 e 2010, correspondendo a dados de um ano completo.

Os levantamentos de campo, os quais objetivaram a coleta de dados climáticos e a aplicação de questionários, ocorreram em dias representativos de cada uma das estações do ano, em dois dias úteis consecutivos, um dia para cada uma das áreas de estudo, nas datas e nos horários mostrados no QUADRO 1:

QUADRO 1  
Indicação das datas e dos horários em que ocorreram os levantamentos de campo, em cada uma das campanhas

Campanha	Data dos levantamentos de campo		Horário dos levantamentos de campo	
	Pça. da Liberdade	Pça. Sete de Setembro	Pça. da Liberdade	Pça. Sete de Setembro
1ª	22/04/2009	23/04/2009	14h às 17h	14h às 16:30h
2ª	22/07/2009	21/07/2009	14h às 16:35h	14h às 17h
3ª	15/10/2009	14/10/2009	13:30h às 17h	13:30h às 17:30h
4ª	28/01/2010	29/01/2010	13h às 18h <sup>13</sup>	13h às 18h <sup>14</sup>

Fonte: Produzido pela autora, 2010.

### 3.1.5 Definição das variáveis e dos dados-controle

As variáveis a serem coletadas nos levantamentos de campo para serem utilizadas neste tipo de estudo são aquelas que, direta ou indiretamente, influenciam o balanço térmico do corpo humano, ou são necessárias ao cálculo do PET ou, ainda, são requisitos essenciais para a sua calibração. Essas variáveis utilizadas podem ser divididas em três tipos: as variáveis microclimáticas, as variáveis individuais e as variáveis subjetivas.

Além das variáveis, alguns dados-controle, os quais são relacionados aos aspectos físicos, psicológicos e culturais que podem interferir no balanço térmico do corpo humano e, conseqüentemente, na percepção, avaliação e preferência da sensação térmica pelos entrevistados, foram também coletados. Os dados-controle, assim como as variáveis a serem utilizadas, serão apresentados nos itens a seguir.

#### 3.1.5.1 Variáveis microclimáticas

As variáveis microclimáticas, além de serem dados essenciais ao cálculo do índice PET, permitem a caracterização das condições microclimáticas urbanas no momento em que foram realizados os levantamentos de campo.

<sup>13</sup> Esse horário corresponde ao horário solar. Como a quarta campanha foi realizada em época em que vigora o horário de verão, os levantamentos ocorreram das 14h às 19h. Com a correção do horário de verão, esse horário corresponde, na hora real, ao período das 13h às 18h.

<sup>14</sup> Idem.

As variáveis microclimáticas consideradas neste estudo foram a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), a umidade relativa (%), a velocidade do ar (m/s), a temperatura de globo ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a temperatura radiante média ( $^{\circ}\text{C}$ ).

As variáveis microclimáticas são coletadas por meio da utilização de instrumentos de medição, com exceção da temperatura radiante média que é calculada por meio da utilização de equação específica para esta finalidade. Os equipamentos e os procedimentos utilizados para a medição das variáveis microclimáticas são detalhados no item 3.1.6. As equações específicas para cálculo da temperatura radiante média são apresentadas nos itens 3.1.6.1 e 3.1.6.2.

### 3.1.5.2 Variáveis individuais

As variáveis individuais correspondem às características pessoais peculiares e aos dados específicos de cada um dos indivíduos entrevistados no momento exato de entrevista. Essas variáveis são coletadas por meio da aplicação de questionários.

As variáveis individuais consideradas neste estudo foram a altura (m), a idade (anos), o peso (kg), o sexo, a taxa metabólica (W), o isolamento térmico da vestimenta (clo) e a localização dos entrevistados durante a entrevista: se ao sol ou à sombra.

Dentre as variáveis individuais, destacam-se a taxa metabólica e o isolamento térmico da vestimenta, cujas mensurações são norteadas pela observância de normas internacionais.

A norma ISO 8996 (2004) trata exclusivamente da determinação da taxa metabólica referente a atividades específicas. Também o anexo B da norma ISO 7730 apresenta uma tabela com valores para a taxa metabólica de diversas atividades. Essas tabelas utilizam a unidade  $\text{W}/\text{m}^2$ . Por meio de uma regra de três simples pôde-se encontrar o valor em W, utilizando como base a tabela A.2, do anexo A da norma ISO 8996 (2004). Os valores utilizados neste estudo para a taxa metabólica, em  $\text{W}/\text{m}^2$  e em W, referente a atividades específicas exercidas pelos entrevistados no momento exato da entrevista encontram-se na TABELA 6.

TABELA 6  
Valores de taxas metabólicas utilizados no presente estudo

Atividade	Taxa metabólica (W/m <sup>2</sup> )	Taxa metabólica (W)
Sentado	58	105
Parado em pé	70	125
Andando	116	210
Correndo	337	605

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

A norma internacional ISO 9920 (1995) aborda exclusivamente a estimativa do isolamento térmico e da resistência evaporativa do conjunto de roupas. Também a norma ISO 7730 (1995) apresenta, na tabela C.1. do seu anexo 3, estimativas de isolamento térmico para combinações típicas de vestuário e na Tabela C.2, do mesmo anexo, valores de isolamento térmico para vestuários específicos. O isolamento térmico da vestimenta, ou resistência à troca de calor sensível, é usualmente expresso na unidade clo, sendo que 1clo equivale a 0,155W/m<sup>2</sup> (Monteiro, 2008). No presente estudo, para determinação do isolamento térmico das roupas usadas pelos entrevistados no momento da entrevista, foram estipuladas dez categorias de vestimentas, representadas por imagens geradas a partir do CD-ROM interativo que acompanha o livro de LAMBERTS *et. al.* (1997). Tais imagens aparecem nos questionários aplicados durante os levantamentos de campo para facilitar e agilizar a determinação do isolamento térmico da vestimenta pelos entrevistadores no momento da entrevista.

### 3.1.5.3 Variáveis subjetivas

As variáveis subjetivas são associadas às percepções, avaliações e preferências de sensações térmicas. Essas variáveis, assim como as individuais, são coletadas por meio da aplicação de questionários.

As variáveis subjetivas consideradas neste estudo foram a percepção, a avaliação e a preferência de sensações térmicas.

A percepção, avaliação e preferência de sensações térmicas são obtidas por meio de três escalas de julgamento subjetivo de ambientes, do ponto de vista térmico: a escala de percepção, a escala de avaliação e a escala de preferência, estabelecidas pela norma ISO 10551 (1995). Recomenda-se também, conforme proposto por Monteiro (2008), que a

percepção das sensações térmicas seja analisada relativamente às variáveis ambientais específicas: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e intensidade da radiação solar.

#### 3.1.5.4 Dados-controle

Os dados-controle relacionam-se aos aspectos físicos, psicológicos e culturais que podem influenciar o balanço térmico do corpo humano e, conseqüentemente, a percepção, avaliação e preferência da sensação térmica pelos indivíduos.

Os dados-controle considerados neste estudo foram a sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, o motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, a situação dos entrevistados (se sozinhos ou acompanhados) no momento da entrevista, a ingestão de alimentos ou bebidas durante a hora que antecedeu a entrevista, o entendimento do questionário pelos entrevistados e a localização, por regional, da moradia dos entrevistados.

A sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas indica, por meio de uma auto-avaliação, se o indivíduo se julga friorento, calorento ou nem um e nem outro. Os demais dados-controle dispensam explicações.

#### 3.1.6 Equipamentos, medidas e metodologia de medição

A norma ISO 7726 (1998) recomenda as especificações dos equipamentos destinados à medição das variáveis microclimáticas, assim como uma metodologia para a realização dessas medições.

A temperatura do ar, medida em graus Celsius, e a umidade relativa, medida em porcentagem de vapor de água no ar em relação à máxima quantidade que pode ser mantida em uma dada temperatura e pressão, podem ser mensuradas por meio da utilização de um termo-higrômetro cujas especificações estejam de acordo com a referida norma.

É importante salientar que a norma ISO 7726 (1998) estabelece os cuidados que devem ser tomados para prevenir a exposição do sensor destinado a medir a temperatura do ar à radiação proveniente de fontes de calor em seu entorno, pois, caso contrário, a temperatura medida não seria a temperatura real do ar, mas sim uma temperatura intermediária entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média. Dessa forma, sugere-se a utilização de um abrigo meteorológico.

A velocidade do ar, medida em metros por segundo, pode ser mensurada com o auxílio de um anemômetro. A temperatura de globo, cuja unidade é graus Celsius, pode ser mensurada por meio da utilização de termômetros de globo. A temperatura radiante média, medida também em graus Celsius, pode ser obtida por meio da utilização de equações que relacionam os valores de temperatura de globo, temperatura do ar e velocidade do ar, medidos simultaneamente.

Nos itens a seguir dar-se-á ênfase aos equipamentos destinados à medição da temperatura de globo e às equações que podem ser utilizadas para a obtenção da temperatura radiante média.

#### 3.1.6.1 Termômetro de globo preto de 15cm

O termômetro de globo é um instrumento freqüentemente usado para determinar um valor aproximado de temperatura radiante média, por meio da consideração dos valores de temperatura de globo, temperatura do ar e velocidade do ar, medidos simultaneamente (ISO 7726, 1998).

O termômetro de globo foi introduzido por Vernon, em 1930 (VERNON, 1932, *apud* NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999). O globo padrão utilizado por Vernon é uma esfera de cobre, oca, com 15cm de diâmetro e 0,4mm de espessura, de cor preta fosca, com um termômetro cujo bulbo é posicionado no meio da esfera. Por conveniência, globos de diâmetros menores foram desenvolvidos posteriormente, e o termômetro de globo mais comumente utilizado é o confeccionado com uma bola de tênis-de-mesa preta, de 38mm, desenvolvido por Humphreys, em 1977 (HUMPHREYS, 1977, *apud* NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999).

Os globos de menor diâmetro têm a vantagem de proporcionar uma resposta mais rápida. O tempo de resposta do globo introduzido por Vernon com um termômetro de mercúrio em seu

interior é alto, necessitando de 20 a 30min para alcançar o equilíbrio. O equilíbrio só é alcançado quando o ganho de calor por radiação se iguala à perda de calor por convecção e irradiação, uma vez que três componentes devem entrar em equilíbrio: o globo, o ar contido em seu interior e o termômetro (NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999)

Então, o globo tende a entrar em balanço térmico sob efeito das trocas devidas à radiação proveniente de diferentes fontes de calor do ambiente e sob o efeito das trocas por convecção. Dessa forma, devido à sua inércia, o termômetro de globo preto 15cm não é adequado para determinar a temperatura radiante de ambientes cujas condições variem rapidamente (ISO 7726, 1998).

Para cálculo da temperatura radiante média, com base nos valores de temperatura de globo preto de 15cm, utiliza-se a equação estabelecida pela ISO 7726 (1998), para convecção forçada e para o globo padrão.

Sugere-se optar pela utilização da equação estabelecida para convecção forçada uma vez que as medições foram realizadas em ambiente externo, que apresenta velocidades do ar significativamente maiores que nos ambientes internos e com maior variabilidade.

A equação a ser utilizada para cálculo da temperatura radiante média, considerando convecção forçada e o uso do globo padrão preto de 15cm de diâmetro, é a seguinte (EQUAÇÃO 4):

$$\bar{t}_r = \left[ (t_g + 273)^4 + 2,5 \times 10^8 \times v_a^{0,6} (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

$\bar{t}_r$  = temperatura radiante média, em °C.

$t_g$  = temperatura de globo, em °C.

$v_a$  = velocidade do ar, em m/s.

$t_a$  = temperatura do ar, em °C.

### 3.1.6.2 Termômetro de globo cinza de 40mm

Inicialmente, o termômetro de globo foi desenvolvido para a realização de medições em ambientes internos, mas posteriormente vem sendo utilizado também para a realização de medições em ambientes externos (NIKOLOPOULOU *et al.*, 2001). Porém, a utilização dos termômetros de globo para a realização de medições em ambientes externos exigiu algumas modificações nos mesmos a fim de adaptá-los às diferentes condições a que são expostos e de ajustá-los às demandas requeridas pela nova utilização.

A rápida mudança nas condições de radiação dos ambientes externos requer a utilização de um termômetro de globo com uma resposta mais rápida (NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999). Então, Fountain, em 1987 (*apud* NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999), foi o primeiro a comparar globos de diferentes tamanhos e materiais, apesar de não haver registros de medições sistemáticas da espessura dos materiais usados, objetivando desenvolver um globo de resposta rápida. Fountain comparou 6 diferentes globos e concluiu que as bolas de tênis-de-mesa apresentavam o mais rápido tempo de resposta, sendo este menor do que 5min., o que os tornou mais apropriados para medições em que um tempo de resposta rápido é requerido (NIKOLOPOULOU *et al.*, 1999).

Em 1999, Nikolopoulou *et al.* realizaram uma série de estudos paramétricos utilizando cinco termômetros de globo, com globos de 38mm de diâmetro de diferentes materiais e espessuras. Diferenças na temperatura de equilíbrio para o globo de alumínio e para o globo de acrílico foram observadas e isso foi explicado pela seletiva absorvidade da superfície metálica com uma fina camada de pintura. Dentre as conclusões de seus estudos, Nikolopoulou *et al.* (1999) afirmam que as finas bolas de tênis-de-mesa de acrílico, devido à sua disponibilidade, à sua relativa robustez, e também devido à necessidade de se evitar uma superfície metálica pintada, são uma boa opção para termômetros de globo utilizados em situações em que tempos de resposta menores que 4min são necessários.

Especificamente com relação à cor da pintura do globo, a norma internacional ISO 7726 (1998) recomenda a utilização da cor cinza médio quando o globo for exposto ao sol, devido à sua absorção de radiação térmica de onda curta ser semelhante à das pessoas normalmente vestidas.

Estudos como o de Thorsson *et al.* (2007) também demonstram a aplicabilidade do globo cinza de 38mm. Em seus estudos, Thorsson *et al.* (2007) compararam três diferentes

metodologias de obtenção da temperatura radiante média para ambientes urbanos externos: a metodologia A, baseada em medições integrais da radiação e dos fatores angulares; a metodologia B, baseada em medições nas quais o globo cinza de 38mm foi utilizado; e a metodologia C, em que a temperatura radiante média foi calculada com base no programa computacional RayMan® 1.2. Thorsson *et. al.* (2007) concluíram que, em ambientes urbanos, em que pesquisadores da área de conforto térmico ou planejadores urbanos requerem uma metodologia fácil e confiável para estimar a temperatura radiante média, o globo cinza de 38mm proporciona uma solução boa e barata.

Porém, a norma ISO 7726 (1998), com relação à utilização de globos de menores diâmetros, dispõe que se deve atentar para o fato de que quanto menor o diâmetro do globo, maiores são os efeitos da temperatura do ar e da velocidade do ar, causando uma redução na precisão da medição da temperatura radiante média. Essa norma salienta ainda que os dados obtidos por meio da utilização de globos são aproximações, devido à diferença entre a forma de uma pessoa e a forma esférica do globo.

Para o cálculo da temperatura radiante média, com base nos valores de temperatura de globo cinza de 40mm, utilizou-se a equação estabelecida pela ISO 7726 (1998), para convecção forçada (EQUAÇÃO 5):

$$\bar{t}_r = \left[ (t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times v_a^{0,6}}{\varepsilon_g \times D^{0,4}} (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

$\bar{t}_r$  = temperatura radiante média, em °C.

$t_g$  = temperatura de globo, em °C.

$v_a$  = velocidade do ar, em m/s.

$t_a$  = temperatura do ar, em °C.

$\varepsilon_g$  = emissividade do globo, adimensional.

$D$  = diâmetro do globo, em m.

Essa formula reduz-se à EQUAÇÃO 4 quando o globo de 15cm é usado, podendo, portanto, ser considerada como equação geral para a determinação da temperatura radiante média, em ambientes abertos.

### 3.1.6.3 Equipamentos utilizados na pesquisa

A temperatura do ar e a umidade relativa foram medidas, neste estudo, por meio de um *data logger* que possui sensores internos para a realização dessas medições.

O *data logger* utilizado é da marca ONSET, modelo HOBO U12-012. Este *data logger* foi instalado em um abrigo meteorológico a fim de proteger seu sensor interno dos efeitos da radiação solar direta e da radiação proveniente de objetos aquecidos em seu entorno imediato.

Este equipamento também possui um canal externo no qual foi conectado o termômetro de globo cinza de 40mm. Dessa forma, o *data logger* também registrou valores de voltagem provenientes do sensor de temperatura existente no termômetro de globo. Posteriormente, os valores de voltagem medidos foram convertidos em valores de temperatura de globo, conforme detalhado no item 3.1.5.1, desta dissertação.

O anemômetro utilizado para medição da variável velocidade do vento, medida em metros por segundo, é do tipo de copos, marca LAMBRECHT. Durante o procedimento de aferição deste anemômetro digital portátil de copos pôde-se verificar que o mesmo não responde a velocidades do vento inferiores a 1m/s.

Utilizou-se também um termômetro de globo preto de 15cm, da marca ICOTHERM, montado sobre tripé. A leitura dos valores de temperatura de globo, medida em graus Celsius, é feita diretamente no termômetro de mercúrio analógico inserido no interior do globo.

Para cálculo da temperatura radiante média, com base nos valores de temperatura de globo preto de 15cm, utilizou-se a equação estabelecida pela ISO 7726 (1998), para convecção forçada e para o globo padrão, apresentada no item 3.1.6.

Neste estudo, os valores medidos pelo termômetro de globo preto de 15cm, bem como os valores calculados de temperatura radiante média derivados de sua utilização, não foram considerados no cálculo do PET. Esses valores foram utilizados como base de comparação durante os procedimentos de aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm, mais adequados aos propósitos deste estudo, conforme será explicado a seguir.

O termômetro de globo cinza de 40mm utilizado nos levantamentos de campo foi confeccionado pela UFMG devido à especificidade deste equipamento. Utilizou-se, em sua montagem, uma bola de tênis-de-mesa de plástico, de 40mm e pintada na cor cinza, conforme detalhado no APÊNDICE A. O instrumento foi calibrado conforme procedimento mencionado no APÊNDICE F.

Para cálculo da temperatura radiante média, com base nos valores de temperatura de globo preto de 15cm, utilizou-se a equação estabelecida pela ISO 7726 (1998), para convecção forçada e para o globo padrão, apresentada no item 3.1.6.2. Na utilização desta equação considerou-se o diâmetro do globo de 40mm e o valor da emissividade do tom de cinza igual a 0,9. O valor considerado de emissividade do tom de cinza do globo foi retirado da tabela *Valores de emissividade e absorvância para várias superfícies*, da ASHRAE Handbook Fundamentals, 1997.

Na primeira campanha de medições somente um termômetro de globo cinza de 40mm foi utilizado durante os levantamentos de campo. Esse termômetro mediu no ponto localizado no sol, juntamente com o termômetro de globo preto de 15cm. Posteriormente, para aquisição dos valores de temperatura de globo cinza na sombra, foi feita uma correção dos dados medidos no sol, na primeira campanha.

Para essa correção, utilizou-se como parâmetro de comparação os dados medidos na segunda campanha, no dia 22/07/2009, tendo em vista que, neste dia a nebulosidade observada foi a mais semelhante à dos dias de levantamento de campo da primeira campanha.

Por meio da geração de um gráfico de dispersão comparando os valores medidos pelo termômetro de globo cinza de 40mm no sol e na sombra durante a segunda campanha (GRÁFICO 1), chegou-se à seguinte equação (EQUAÇÃO 6):

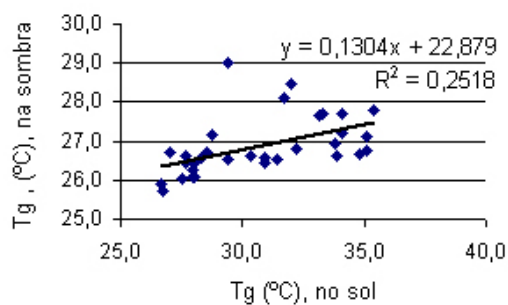


GRÁFICO 1 - Comparação entre os valores medidos pelo termômetro de globo cinza de 40mm no sol e na sombra durante a segunda Campanha. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

$$Y = 0,1304 X + 22,879 \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

Y = Temperatura de globo medida pelo termômetro cinza de 40mm, na sombra, em °C.

X = Temperatura de globo medida pelo termômetro cinza de 40mm, no sol, em °C.

Dessa forma, conhecendo-se os valores de temperatura de globo medidos pelo termômetro cinza de 40mm, no sol, durante os dias de levantamento de campo da primeira campanha, pôde-se calcular os valores de temperatura de globo medida pelo termômetro cinza de 40mm, na sombra, em °C, para essa mesma Campanha.

Percebeu-se, após a análise dos resultados, que essa correção deveria ter sido feita utilizando uma equação resultante da comparação, por meio do gráfico de dispersão, entre a temperatura do globo cinza de 40mm medida na sombra com a temperatura do ar medida também na sombra, tendo em vista que os valores de temperatura do globo medidos na sombra se assemelham mais aos valores de temperatura do ar medidos na sombra do que aos valores de temperatura de globo medidos no sol. Porém, o procedimento adotado no presente trabalho, apesar de não ter sido o ideal, não prejudicou significativamente a qualidade dos resultados.

O abrigo utilizado consiste em peças de PVC acopladas, conforme detalhado no Anexo B, e fixadas no tripé. Este abrigo foi concebido pela autora e aferido no 5º DISME/INMET, conforme APÊNDICE H.

### 3.1.6.4 Montagem local dos equipamentos

Durante os levantamentos de campo, os equipamentos para medição dos dados climáticos foram montados em tripés, a 1,1m de altura, conforme especificado na norma ISO 7726 (1998) e de acordo com MATZARAKIS *et al.* (1999), citado no item 2.2. Como o tempo de resposta do termômetro de globo preto, de 15cm, varia de, aproximadamente, 20 a 30min, a instalação dos instrumentos, nos pontos pré-definidos, foi realizada com 30 minutos de antecedência, tempo necessário para a estabilização das medidas dos termômetros de globo.

O *data logger* e termo-higrômetro, identificado pelo número de série 904042, e um dos termômetros de globo 40mm cinza foram instalados em um tripé, utilizando um abrigo meteorológico, na sombra. O *data logger* e termo-higrômetro, identificado pelo número de série 963870, e outro termômetro de globo 40mm cinza, foram instalados em um tripé, utilizando um abrigo meteorológico, no sol. O termômetro de globo de 15 cm preto foi montado, sobre o suporte específico, no sol. O anemômetro foi fixado no tripé do termômetro de globo de 15cm (FIGURAS 15 e 16).



FIGURA 15 -. Montagem dos equipamentos em campo nos pontos previamente estabelecidos, no sol.  
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2010.



FIGURA 16 -. Montagem dos equipamentos em campo nos pontos previamente estabelecidos, na sombra.  
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2010.

### 3.1.6.5 Metodologia de medição

Após montados e dispostos os equipamentos no local, conforme o item anterior, os valores instantâneos das variáveis microclimáticas foram registrados de 5 em 5 minutos. Esse tempo de medição foi definido considerando-se o tempo de aplicação do questionário a um indivíduo que, em média, foi de 3min. Dessa forma, para cada questionário aplicado, há valores medidos para as variáveis climáticas no intervalo de aplicação ou bem próximo a ele.

### 3.1.7 Elaboração dos questionários

A elaboração dos questionários constitui-se uma fase importante em estudos que utilizam entrevistas, uma vez que a validade das informações está intrinsecamente relacionada à boa construção do instrumento de coleta de dados. Para que o trabalho ofereça resultados fidedignos e úteis é necessária uma cuidadosa confecção dos questionários, considerando-se, principalmente, a técnica e o tempo de aplicação deste, o tipo e a ordem das questões, a linguagem da redação e a formatação geral do documento (WITT, 1973).

Neste estudo optou-se pela técnica da entrevista para a obtenção das informações. Nas entrevistas há uma interação pessoal direta do entrevistador com o entrevistado (WITT, 1973). As perguntas são feitas oralmente pelos entrevistadores a cada um dos entrevistados, que respondem também oralmente, sendo as respostas, então, registradas pelos entrevistadores.

Com vistas à redução do tempo de aplicação dos questionários, o número de perguntas foi minuciosamente estudado e somente houve inclusão de perguntas necessárias para o alcance dos objetivos da pesquisa, eliminando-se as perguntas supérfluas. Dessa forma, visando somente à obtenção das variáveis individuais e subjetivas, bem como dos dados-controle, optou-se pelo uso de três questionários distintos: o primeiro contendo perguntas eliminatórias (Questionário 1); o segundo, dados referentes à percepção, à avaliação e à preferência de sensações térmicas (Questionário 2); e o terceiro, dados passíveis de serem obtidos por meio da observação (Questionário 3).

Esses três questionários foram aplicados durante os levantamentos de campo, de cada uma das campanhas, por duplas de entrevistadores. Enquanto um dos entrevistadores da dupla aplicava oralmente a cada um dos entrevistados os Questionários 1 e 2, o outro era responsável pelo preenchimento do Questionário 3, apenas por meio da observação direta. Esse procedimento agilizou o processo de coleta de dados, uma vez que houve redução do número de questões a serem respondidas pelo público. Os três questionários juntos coletam trinta importantes dados, sendo que apenas vinte perguntas são feitas diretamente aos entrevistados. Após a tabulação dos dados, concluiu-se que o tempo total de aplicação do conjunto de questionários foi, em média, de 3 minutos.

Os questionários foram estruturados utilizando, em sua maioria, questões fechadas com múltipla escolha, as quais fornecem alternativas fixas de resposta. Esse tipo de questão tem como uma de suas vantagens a objetividade, focalizando a atenção do indivíduo no tema central da entrevista e limitando os riscos de interpretação pessoal. Outra vantagem das questões fechadas que deve ser mencionada, além da rapidez e facilidade na aplicação e na tabulação dos dados, é a diminuição da falta de respostas, uma vez que o público julga ser esse tipo de questão mais fácil de responder (WITT, 1973).

No processo de elaboração dos questionários observou-se ainda à ordem e à seqüência das questões para evitar que a resposta dada a uma questão interferisse nas respostas subseqüentes, ou as suggestionasse. Atenção especial foi dispensada também à redação das questões e ao vocabulário empregado. Foram utilizados termos simples e precisos para evitar ambigüidades. Na formatação final, preocupou-se principalmente com a clareza, aparência e facilidade de leitura e entendimento dos questionários (WITT, 1973).

Em todos os questionários o anonimato dos entrevistados foi mantido, não havendo registro de nomes e endereços completos dos entrevistados. Os questionários foram identificados apenas por números e códigos identificadores de cada um dos dias de levantamentos de campo de cada uma das campanhas.

O processo de elaboração dos questionários foi norteado por normas internacionais que abordam a coleta de variáveis em estudos relacionados ao conforto térmico, assim como pelo estudo de referências<sup>15</sup> e de questionários utilizados em estudos afins<sup>16</sup>, nacionais e

---

<sup>15</sup> Neste estudo utilizou-se como referência principalmente WITT (1973).

<sup>16</sup> Neste estudo utilizaram-se como referência principalmente os questionários utilizados por ARAÚJO (1996), MONTEIRO (2008), e o questionário do Projeto KLIMES - Development of strategies to mitigate enhanced heat stress in urban quarters due to regional climate change in Central Europe. Disponível em: <<http://www.klimazwei.de>>. Acesso em: 23 jul. 2008.

internacionais. Os três questionários distintos elaborados para utilização neste estudo são apresentados no Apêndice C e seu processo de elaboração é melhor detalhado nos itens a seguir.

#### 3.1.7.1 Questionário 1

Do total de questionários aplicados, alguns devem ser classificados como válidos e outros, como eliminados. Essa classificação pode ser feita por meio do Questionário 1, que contém as perguntas eliminatórias, cujas respostas específicas impedem a continuidade da aplicação dos demais questionários.

As perguntas eliminatórias foram formuladas com base em quatro critérios estipulados com vistas à consideração dos questionários como válidos:

- Os entrevistados devem fazer parte do público-alvo da pesquisa;
- Os entrevistados devem estar aclimatados às condições microclimáticas externas existentes no momento da aplicação do questionário;
- Os entrevistados não devem apresentar nenhuma das várias situações previamente estabelecidas que alteram sua sensação térmica ou interfiram na percepção e na avaliação da mesma.
- Cada entrevistado somente deverá participar da pesquisa uma única vez por dia;

Neste estudo os questionários foram considerados eliminados se ocorreu alguma das seguintes situações com o entrevistado:

- Não é residente em Belo Horizonte;
- Não apresenta idade entre 20 – 59;
- Estava na área de estudo há menos de 15 minutos e estava vindo de ambiente fechado com ar condicionado;
- Permanece mais de 8h por dia em ambiente de ar condicionado;
- Em caso de mulheres: está grávida ou na menopausa e não faz reposição hormonal.
- Está com gripe, febre ou resfriado;
- Consumiu bebida alcoólica;
- Já respondeu anteriormente o questionário;

Além das perguntas eliminatórias, algumas variáveis individuais também foram obtidas neste questionário. Algumas das opções de resposta que não são consideradas eliminatórias puderam ser consideradas como dados-controle.

### 3.1.7.2 Questionário 2

O Questionário 2 contém, principalmente, perguntas referentes à percepção, à avaliação e à preferência de sensações térmicas, variáveis subjetivas essenciais à calibração do índice PET. Algumas variáveis individuais e alguns dados-controle, os quais não podem ser obtidos por meio da observação, foram também coletados por meio deste questionário.

A obtenção das variáveis subjetivas referentes à percepção, à avaliação e à preferência de sensações térmicas é norteadas pelos princípios estabelecidos pela norma ISO 10551 (1995), que especifica três escalas de julgamento subjetivo de ambientes, do ponto de vista térmico: a escala de percepção, a escala de avaliação e a escala de preferência. Esta norma propõe ainda a avaliação da aceitação pessoal e da tolerância com relação às condições térmicas percebidas, itens que não foram abordados no presente estudo. Das cinco perguntas-padrão apresentadas na norma ISO 10551 (1995), neste estudo foram utilizadas somente as três primeiras. Foram utilizadas também, neste estudo, outras quatro perguntas propostas por Monteiro (2008) para a verificação da preferência relativa às variáveis ambientais específicas: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e intensidade da radiação solar. As respostas a essas questões são estruturadas em escalas de intensidades positivas e negativas, com um ponto central de indiferença.

Neste estudo, foram considerados, para as escalas de percepção e de preferência, sete pontos, enquanto para a escala de avaliação foram utilizados apenas quatro pontos (QUADRO 2).

QUADRO 2  
Perguntas-padrão e escalas de julgamento subjetivo de ambientes, do ponto de vista térmico, utilizadas no presente estudo

	Perguntas-padrão	Escalas
<b>Percepção</b>	Como você está se sentindo <u>agora</u> ?	Com muito calor Com calor Com um pouco de calor Bem, nem calor e nem frio Com um pouco de frio Com frio Com muito frio
<b>Avaliação</b>	Com relação às condições climáticas, <u>agora</u> você está:	Confortável Um pouco desconfortável Desconfortável Muito desconfortável
<b>Preferência</b>	Como você gostaria de estar se sentindo <u>agora</u> ?	Bem mais quente Mais quente Um pouco mais quente Nem mais quente, nem mais frio Um pouco mais frio Mais frio Bem mais frio

Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Da mesma forma, foram utilizados quatro pontos para a verificação da preferência relativa às variáveis ambientais (QUADRO 3).

QUADRO 3  
Perguntas-padrão e escalas de julgamento referentes à percepção das sensações térmicas relativamente às variáveis ambientais específicas, utilizadas no presente estudo

Percepção relativa às variáveis ambientais específicas	Perguntas-padrão	Escalas
Temperatura do ar	Com relação à temperatura do ar, você preferia que essa estivesse:	Mais baixa Como está Mais alta Não sei dizer
Umidade relativa	Com relação à umidade do ar, você preferia que estivesse:	Mais seco Como está Mais úmido Não sei dizer
Velocidade do vento	Com relação ao vento, você preferia que esse estivesse:	Mais fraco Como está Mais forte Não sei dizer
Intensidade da radiação solar	Com relação à insolação, você preferia que essa estivesse:	Mais branda Como está Mais intensa Não sei dizer

Fonte: Produzido pela autora, 2010.

### 3.1.7.3 Questionário 3

O Questionário 3 contém os dados passíveis de obtenção por meio da observação, sem a participação direta do entrevistado.

### 3.1.8 Testes de instrumentos e de procedimentos

Os pré-testes de instrumentos, tanto de equipamentos quanto de questionários, e de procedimentos para coleta de dados representam uma etapa importante do estudo experimental, uma vez que é imprescindível certificar-se de que esses instrumentos e procedimentos estão contribuindo para a obtenção de dados fidedignos e confiáveis.

Todos os equipamentos utilizados nos levantamentos de campo para coleta dos dados climáticos foram devidamente aferidos e/ou calibrados. Nos APÊNDICES D, E, F, G e H e no ANEXO A, desta dissertação, descrevem-se sucintamente os procedimentos utilizados nas aferições e/ou calibrações dos equipamentos utilizados neste estudo e seus respectivos resultados.

Os questionários desenvolvidos foram testados sobre, aproximadamente, 10% da amostra, nas duas áreas de estudo e também os procedimentos gerais para coleta de dados foram testados durante a realização das duas pesquisas exploratórias.

#### 3.1.8.1 Primeira pesquisa exploratória

A primeira pesquisa exploratória foi realizada em agosto de 2008, no dia 19.08.2008, na Praça da Liberdade, e no dia 22.08.2008, na Praça Sete de Setembro. Em ambos os dias, a aplicação dos 47 questionários (dos quais 25 na Praça Sete de Setembro e 24 na Praça da Liberdade) foi realizada no turno da tarde. Como resultado desta campanha, o questionário único aplicado inicialmente por somente um entrevistador foi reestruturado em 3 tipos de questionários que seriam aplicados em duplas, para diminuição do tempo de aplicação do mesmo. Houve também melhorias na formulação das perguntas, na ordem destas e na formatação geral do questionário.

### 3.1.8.2 Segunda pesquisa exploratória

A segunda pesquisa exploratória foi realizada em 06.04.2009 e simulou um dos dias de campanha da pesquisa, em uma das áreas – Praça da liberdade, com a aplicação de, aproximadamente, 50 questionários válidos, por 4 duplas de aplicadores, num total de, aproximadamente, 13 questionários válidos aplicados por dupla. A pesquisa exploratória ocorreu no turno da tarde, das 14:00h às 16:00h. Como resultado desta segunda exploratória, pôde-se testar o entendimento dos questionários pelos entrevistados e comprovar a eficiência da aplicação dos 3 questionários elaborados. Pôde-se também estimar o número ideal de aplicadores para cumprir com a aplicação de determinado número de questionários válidos num determinado período de tempo. Por fim, essa segunda pesquisa exploratória possibilitou aperfeiçoar a metodologia de medição dos dados climáticos assim como propor modificações nos equipamentos que seriam efetivamente utilizados nos levantamentos de campo.

### 3.1.9 Organização dos levantamentos de campo

Uma série de procedimentos durante a organização dos levantamentos de campo deve ser considerada para garantir o sucesso da coleta de dados. Alguns procedimentos recomendados serão descritos sucintamente nos itens a seguir.

#### 3.1.9.1 Formalidades prévias para realização do estudo e dos levantamentos de campo

O Conselho Nacional de Saúde, por meio da Resolução nº. 196, de 10 de outubro de 1996, estabelece diretrizes para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo seres humanos. Essa Resolução define pesquisa envolvendo seres humanos como aquela que, individual ou coletivamente, envolva o ser humano, de forma direta ou indireta, em sua totalidade ou partes dele, incluindo o manejo de informações ou materiais. Essa Resolução estabelece ainda que todo projeto de pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetido à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa. Dessa forma, é necessária a apresentação a esse Comitê, de um protocolo de pesquisa, contendo informações sobre o projeto de pesquisa a ser desenvolvido, antes do início dos trabalhos.

Na Prefeitura Municipal de Belo Horizonte é exigido o licenciamento de eventos em logradouro público. Em cada uma das campanhas foi solicitada a permissão para utilização temporária de espaço público por meio do protocolo de documentos contendo informações sobre o evento. Após aprovação pela Prefeitura, foi expedido o Alvará, ou Documento Municipal de Licença, para cada um dos dias de levantamentos de campo.

Tendo em vista que esse evento foi classificado pela Prefeitura como sendo evento de mínima dimensão, também foi exigida, por este órgão, comunicação à Polícia Militar do Estado de Minas Gerais - PMMG, solicitando a disponibilidade de policiamento.

Por fim, o 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5º DISME/INMET), com sede em Belo Horizonte, foi consultado com certa frequência anteriormente à realização dos levantamentos de campo para obtenção de informações relativas à previsão de ocorrência de condições meteorológicas estáveis, para agendamento dos dias de levantamento de campo, e também a verificação da previsão do tempo para os dias marcados, uma vez que a coleta de dados não deve ser realizada durante a ocorrência de chuvas.

#### 3.1.9.2 Dimensionamento da equipe

O Dimensionamento da equipe de entrevistadores é feito com base na definição do número mínimo de indivíduos que devem ser entrevistados por dia de campanha, para alcançar a representatividade determinada pelo processo de amostragem, e na consideração do tempo de aplicação médio de cada questionário válido.

Neste estudo definiu-se que, em cada uma das campanhas seriam aplicados, no mínimo, 230 questionários válidos, ou seja, 115 questionários válidos em cada levantamento de campo. Desta forma, conhecendo-se o tempo médio de 3 minutos para aplicação dos questionários, pôde-se dimensionar a equipe e determinar o número de questionários a ser aplicado por cada dupla de entrevistadores.

### 3.1.9.3 Treinamento da equipe

Todas as campanhas, bem como a pesquisa exploratória, devem ser precedidas de treinamento da equipe abarcando informações gerais sobre a pesquisa realizada e sobre os levantamentos de campo. É importante que as funções de cada participante estejam claramente definidas e que cada participante se sinta seguro para realizá-las. Devem ser principalmente enfatizadas as instruções referentes à elaboração dos questionários e ao processo de aplicação dos mesmos.

Todas as campanhas, bem como a pesquisa exploratória, foram precedidas de treinamento da equipe.

### 3.2 Etapa de coleta de dados

Nos dias dos levantamentos de campo, ambas as áreas de estudo estavam com seu movimento normal, sem nenhum evento que pudesse vir a interferir nas respostas dos entrevistados com relação à sensação térmica.

Após a coleta de dados os valores de nebulosidade, para cada um dos dias dos levantamentos de campo, foram adquiridos no 5º DISME/INMET, e constam na TABELA 7, a seguir:

TABELA 7  
Valores de nebulosidade para cada um dos dias de levantamento de campo, no horário de 15h (18UTC)

Campanhas	C1		C2		C3		C4	
Áreas	PL	PS	PL	PS	PL	PS	PL	PS
Nebulosidade (oitavas de céu)	2	6	4	5	6	6	4	5
Nebulosidade (décimos de céu)	3	7	5	6	8	8	5	6

Fonte: Produzida pela autora, 2010, a partir de valores de nebulosidade adquiridos via contato telefônico no 5º DISME/INMET ou no site: [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br), acesso em: 18 nov. 2009.

### 3.3 Etapa de tratamento dos dados coletados

O tratamento dos dados coletados iniciou-se com a digitalização e tabulação dos questionários. Após a conferência do correto preenchimento, numeração e identificação dos questionários, os dados foram digitalizados e organizados em planilhas eletrônicas. Após a organização das planilhas, procedeu-se ao cálculo dos valores de PET, e então, ao tratamento estatístico dos dados.

#### 3.3.1 Cálculo dos valores de PET

Há alguns programas computacionais que permitem calcular os valores do índice PET. Neste estudo, dois desses programas computacionais foram estudados: o RayMan 1.2®<sup>17</sup> (2000) e o programa desenvolvido na Universidade de Freiburg, versão de J. Holst (2007)<sup>18</sup>. Neste estudo, a diferença entre o cálculo do PET por meio desses dois programas computacionais, com relação às variáveis individuais, reside na consideração de dados pessoais padrões no programa desenvolvido por Holst (2007), enquanto no programa RayMan utilizaram-se, como dados de entrada no programa, valores específicos de cada um dos indivíduos da amostra.

Os dados pessoais padrões considerados para o cálculo do PET no programa desenvolvido por Holst (2007) são: sexo masculino, idade de 35 anos, massa corporal de 75kg, altura de 1,75m, taxa metabólica de 80W, isolamento térmico da vestimenta ( $I_{cl}$ ) de 0,9 clo. e fator de roupa<sup>19</sup> ( $f_{cl}$ ) de 1,15.

Em ambos os programas, para cada indivíduo específico é preciso entrar com os valores das variáveis microclimáticas para obter valores de PET para cada um deles sob determinadas condições meteorológicas.

---

<sup>17</sup> RayMan: software livre. Versão 1.2, desenvolvida por RUTZ,F.; MATZARAKIS, A.; MAYER,H. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 2000. Disponível em <[www.urbanclimate.net/rayman](http://www.urbanclimate.net/rayman)>. Acesso em: 23 set. 2009..

<sup>18</sup> Physiological Equivalent Temperature (cálculo baseado no MEMI): software. Versão desenvolvida por HOLST, J. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 2007.

<sup>19</sup> O fator de roupa ( $f_{cl}$ ) é definido como a razão entre a área do corpo vestido (incluindo-se as partes não vestidas) sobre a área do corpo nu. (MONTEIRO, 2008).

Em testes paramétricos utilizando RayMan.1.2® percebeu-se que, nesse programa, as variáveis que mais interferem no cálculo dos valores de PET são a temperatura do ar, velocidade do ar e temperatura radiante média. As demais variáveis, como a umidade relativa, a altura, o peso, a idade, o sexo, a vestimenta e a atividade física dos indivíduos pouco influenciaram no valor final do PET.

Com vistas à seleção do programa computacional a ser adotado, os valores de PET foram calculados, para cada um dos 944 indivíduos considerados na amostra, por meio dos dois programas computacionais acima mencionados. Compararam-se os dois valores gerados por meio de um gráfico de dispersão (GRÁFICO 2):

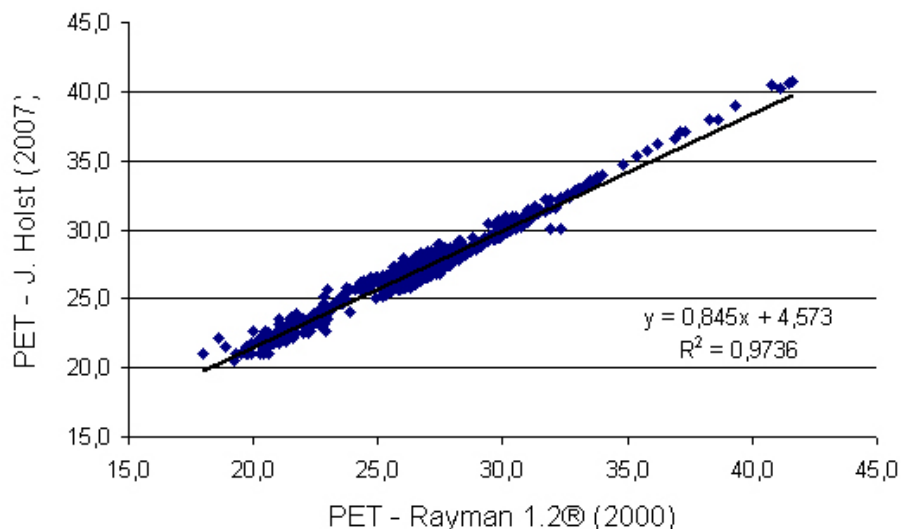


GRÁFICO 2 - Correlação entre os valores de PET calculados por meio do programa Rayman 1.2® (2000) e do programa desenvolvido na Universidade de Freiburg, versão de J. Holst (2007). Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Pôde-se verificar, por meio dessa comparação, que os valores gerados por esses dois programas computacionais pouco diferem entre si. Desta forma, optou-se pela utilização do programa desenvolvido na Universidade de Freiburg, versão de J. Holst (2007), considerando também os dados pessoais padrões, por ser este programa mais atual e mais utilizado em outros estudos recentes da área de conforto térmico, possibilitando assim a comparação de resultados.

### 3.3.2 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado em duas etapas distintas:

ETAPA 1. Análise descritiva

ETAPA 2. Regressão logística ordinal

Na ETAPA 1, em um primeiro momento, a análise descritiva foi realizada considerando o conjunto de dados de todas as campanhas como um todo e, posteriormente, consideraram-se apenas os dados referentes a cada um dos dias de levantamento de campo, separadamente.

Na análise descritiva conjunta das quatro campanhas, procedeu-se à geração de gráficos de barras para algumas variáveis individuais e para alguns dados-controle.

Na análise descritiva realizada separadamente, para cada uma das campanhas, procedeu-se à geração de séries temporais e cálculo das estatísticas como média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo e amplitude das variáveis microclimáticas. Todas as estatísticas calculadas para cada uma das variáveis microclimáticas, bem como os gráficos de séries temporais, foram separadas por medição no sol ou na sombra e para diferentes grupos. A divisão dos dados em grupos, deve-se ao fato de que, quando a coleta abrange um período de várias horas, as condições ambientais existentes nesses períodos diferem bastante entre si, resultando em valores bem diversos do índice PET. Os grupos foram divididos considerando os períodos em que se espera que os dados sejam aproximadamente homogêneos entre si. Considerou-se, neste estudo, Grupo 1 o período compreendido entre 13:30h e às 15:30h (período de aquecimento do meio urbano) e Grupo 2, o período compreendido entre 15:30h e às 17h (período de resfriamento do meio urbano). Na análise descritiva das variáveis individuais, subjetivas e dados-controle, foram apresentados os gráficos de barras, com as freqüências de ocorrência das respostas.

Na ETAPA 2, procedeu-se ao tratamento estatístico utilizando regressão logística ordinal. Segundo Abreu *et. al.* (2009) os modelos de regressão logística ordinal vêm sendo aplicados na análise de dados cuja resposta é apresentada em categorias com ordenação.

No caso do presente estudo, as respostas categorizadas dizem respeito às sensações térmicas dos entrevistados, agrupadas em sete categorias, apresentando uma escala

intrínseca com diferentes possibilidades de escolhas, sendo que, os indivíduos percebem a neutralidade e tendem, inconscientemente, a não se distanciarem muito dela. A tendência é a escolha da neutralidade. Por esta razão, e considerando que a sensação térmica não apresenta relação linear com as variáveis que a influenciam, optou-se pela utilização da regressão logística ordinal.

Existem vários modelos de regressão logística ordinal. Neste estudo, utilizou-se o Modelo de Odds Proporcionais (MOP). No MOP são considerados  $(k-1)$  pontos de corte das categorias sendo que o  $j$ -ésimo ( $j=1, \dots, k-1$ ) ponto de corte é baseado na comparação de probabilidades acumuladas (ABREU *et. al.*, 2009). A indicação de uso deste modelo, conforme Abreu *et. al.* (2009), é quando a variável resposta original é contínua e, posteriormente, agrupada e a suposição de chances proporcionais é válida. A EQUAÇÃO 7 representa a forma funcional do modelo.

$$\lambda_j(\underline{x}) = \ln \left\{ \frac{\Pr(Y = 1 | \underline{x}) + \dots + \Pr(Y = j | \underline{x})}{\Pr(Y = j+1 | \underline{x}) + \dots + \Pr(Y = k | \underline{x})} \right\} = \ln \left\{ \frac{\sum_1^j \Pr(Y = j | \underline{x})}{\sum_{j+1}^k \Pr(Y = j | \underline{x})} \right\} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$\lambda_j(\underline{x}) = \alpha_j + (\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p), \quad j = 1, \dots, k-1$$

Onde:

$\alpha_j$  é o intercepto do modelo, um para cada categoria  $j$ ;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ , são os coeficientes de regressão associados a cada variável independente.

Nesta etapa do tratamento estatístico, gerou-se um gráfico com sete curvas referentes às diferentes categorias de sensação térmica (GRÁFICO 254). Essas curvas, quando se interceptam mutuamente, delimitam as faixas correspondentes às diferentes sensações térmicas, permitindo, assim, a calibração do índice PET.

Utilizou-se o programa computacional SPSS® para a realização do tratamento estatístico utilizando regressão logística ordinal. Foram consideradas, como variável dependente, a resposta subjetiva de sensação térmica, e como variável independente, os valores de PET calculados para cada indivíduo. Assim, foram gerados valores de pontos de corte (cut points) e do coeficiente de regressão ( $\beta$ ).

Posteriormente à geração dos resultados da regressão ordinal logística no programa computacional SPSS®, os parâmetros estimados foram inseridos em uma planilha de trabalho denominada Logit Post Estimation e desenvolvida por Simon Cheng e J. Scott Long<sup>20</sup> para uso no programa Excel®. Essa planilha estima as propabilidades de resposta em cada uma das categorias de sensação térmica em função dos valores de PET.

Nessa planilha, valores provenientes da análise descritiva como média, máximo, mínimo e desvio padrão são considerados para as variáveis sensação térmica e PET. Também são dados de entrada os valores dos pontos de corte e do coeficiente de regressão ( $\beta$ ).

Finalmente, as probabilidades estimadas nessa planilha acima mencionada foram copiados para uma nova planilha do Excel® para geração das curvas resultantes da análise, considerando os valores de PET no eixo X e os valores de probabilidade predita no eixo Y.

Os resultados do tratamento estatístico são apresentados e analisados no item 4 a seguir.

### 3.4 Incertezas experimentais

Em estudos experimentais a existência de incertezas nos resultados apresentados deve ser considerada uma vez que se pode admitir a possibilidade de eventuais imprecisões nas diversas etapas da pesquisa e, principalmente, durante o procedimento de obtenção de dados em campo, digitalização e tratamento desses.

Neste estudo, em especial, há possibilidade de existirem incertezas nos valores registrados das variáveis microclimáticas medidas, fato este que pode ser atribuído a imprecisões durante as seguintes fases do trabalho: calibração inicial dos equipamentos; leitura e anotação dos dados levantados em campo, digitalização desses dados e descalibração dos próprios equipamentos ao longo do ano em que as variáveis foram medidas.

Há probabilidade também de existirem imprecisões nos registros das variáveis e dos dados-controlados adquiridos por meio da aplicação de questionários, uma vez fatores como a interação entrevistador-entrevistado e o próprio entendimento do questionário pelo

---

<sup>20</sup> Referência: Xpost: pastas de trabalho do Excel® para a interpretação de pós-estimativa dos modelos de regressão para variáveis dependentes categóricas (Xpost: Excel Workbooks for the Post-estimation Interpretation of Regression Models for Categorical Dependent Variables), Universidade de Indiana, Simon Cheng e J. Scott Long.

entrevistado podem influenciar nas respostas dadas. Mais uma vez também se pode citar o processo de anotação em campo e tabulação dos dados.

Por fim, devido ao manuseio dos dados durante o tratamento estatístico realizado por meio do uso de diferentes programas computacionais, é possível ainda que existam pequenos enganos nos resultados apresentados.

A grande quantidade de dados gerados e a especificidade das análises realizadas nesta pesquisa determinaram a necessidade de auxílio por uma ampla equipe de trabalho. Dessa forma, tanto os dados físicos quanto os digitais foram manuseados por muitas diferentes pessoas. Porém, apesar de todo o cuidado e atenção dispensados por toda a equipe participante durante a realização de cada uma das fases desta pesquisa e também durante os processos de conferência dos dados, deve-se admitir alguma probabilidade de ocorrência de pequenos enganos, não sendo possível, desta forma, garantir a total correção dos dados apresentados.

Ressalta-se, portanto, que, durante o planejamento e execução da pesquisa, todas as precauções foram tomadas para assegurar o rigor necessário a uma pesquisa científica e para evitar que pequenos erros inerentes ao processo experimental, eventualmente existentes, interferissem na validade, utilidade, confiabilidade e fidedignidade dos resultados apresentados.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O tratamento estatístico dos dados coletados, conforme descrito no item 3.3.2, foi realizado em duas etapas distintas: a ETAPA 1, que compreendeu a análise descritiva e a ETAPA 2, que compreendeu a regressão logística ordinal. A análise descritiva auxiliou na compreensão do cenário climático em que os levantamentos de campo ocorreram e da influência de cada uma das variáveis nos valores de PET obtidos. A regressão logística ordinal possibilitou a calibração deste índice para o município de Belo Horizonte. Na sequência serão apresentados e analisados os resultados da análise descritiva dos dados do conjunto das quatro campanhas, dos dados coletados, respectivamente, na Praça da Liberdade e na Praça Sete de Setembro, e o resultado gráfico da regressão logística ordinal, que viabilizou a delimitação das faixas no processo de calibração do PET.

### 4.1 Análise descritiva

A análise descritiva iniciou-se com a quantificação, para cada um dos levantamentos de campo, do total de pessoas abordadas durante a pesquisa e do total de questionários válidos e eliminados. O resultado dessa quantificação é mostrado na TABELA 8.

TABELA 8  
Frequências absoluta do total de pessoas abordadas em cada uma das áreas, durante cada uma das campanhas de coleta de dados, e em toda a pesquisa

Campanhas	C1		C2		C3		C4	
	PL	PS	PL	PS	PL	PS	PL	PS
Questionários válidos	110	114	117	115	126	120	126	116
Questionários eliminados	63	62	43	57	31	39	37	50
Total de pessoas abordadas por área	173	176	160	172	157	159	163	166
Total de pessoas abordadas por campanha	349		332		316		329	
Total de pessoas abordadas na pesquisa	1326							
Total de questionários válidos	994							
Total de questionários eliminados	382							

Fonte: Produzida pela autora, 2010. Legenda: Cx – Campanha x; PL – Praça da Liberdade; PS – Praça Sete de Setembro.

Verifica-se que o total de entrevistados, cujos questionários foram considerados válidos (994), superou o número total calculado na amostragem adotada (800), para um erro amostral de 10%. Observa-se também que, durante o processo de amostragem, alguns dos critérios de eliminação dos questionários não foram considerados nos cálculos da amostra, o que nos leva a pressupor que o erro amostral para o presente estudo é, na realidade, menor que 10%.

#### 4.1.1 Conjunto das campanhas

Neste item do trabalho, será apresentada a análise descritiva do conjunto de dados referentes às quatro campanhas de coleta de dados.

O GRÁFICO 3 demonstra que a duração da aplicação dos questionários foi, em média, 3 minutos, o que confirma o sucesso dos esforços para redução do tempo de aplicação dos questionários, durante os preparativos para os levantamentos de campo.

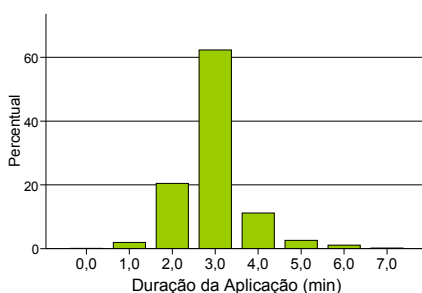


GRÁFICO 3 - Duração da aplicação dos questionários, considerando dados de todas as campanhas.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

A TABELA 9 e os GRÁFICOS 4 a 9, mostram informações sobre as variáveis individuais características da amostra como um todo.

TABELA 9  
Análise descritiva das variáveis individuais altura, peso, idade, vestimenta e atividade física dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas

	Altura (m)	Peso (Kg)	Idade (anos)	Vestimenta (clo)	Atividade física (W)
N	944	944	944	944	944
Média	1,7	69,0	32,5	0,5	132,7
Mediana	1,7	68,0	30,0	0,5	105,0
Desvio Padrão	0,1	13,2	10,5	0,1	48,4
Coef. Variação (%)	5,9	19,1	32,3	26,5	36,4
Mínimo	1,2	41,0	20,0	0,2	105,0
Máximo	2,0	118,0	59,0	1,0	605,0

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pode-se verificar que, os valores mais frequentemente encontrados dessas variáveis e, conseqüentemente, os valores de suas médias, em muito se assemelham às características dos dados pessoais padrões utilizados no cálculo do PET, conforme mencionado no item 3.3.1, com exceção dos valores encontrados para a vestimenta. Por esta razão a comparação entre valores de PET, gerados com os dados pessoais padrões, e valores de PET, gerados com os dados individuais coletados em campo, mostra uma pequena diferença entre resultados, conforme foi discutido no item 3.3.1 e demonstrado no GRÁFICO 2.

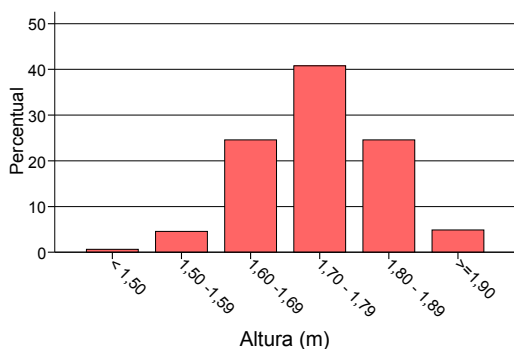


GRÁFICO 4 - Altura dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

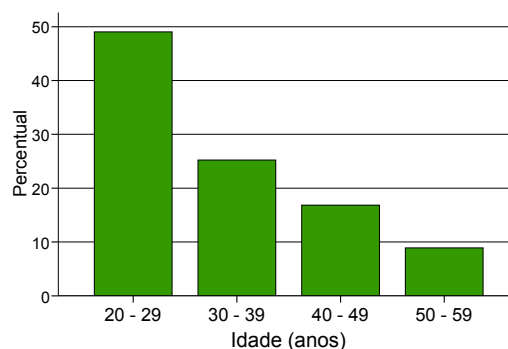


GRÁFICO 5 - Idade dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

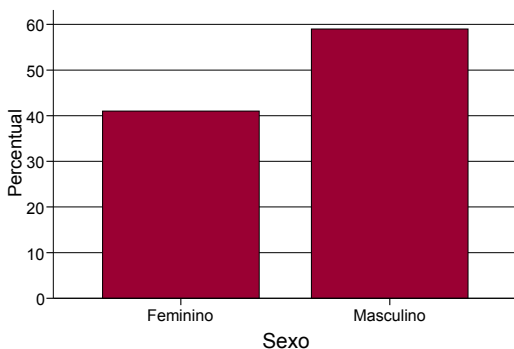


GRÁFICO 6 - Sexo dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

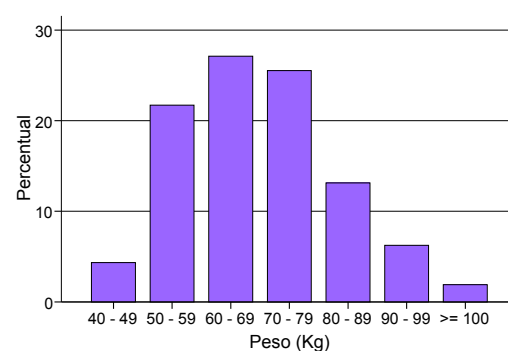


GRÁFICO 7 - Peso dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

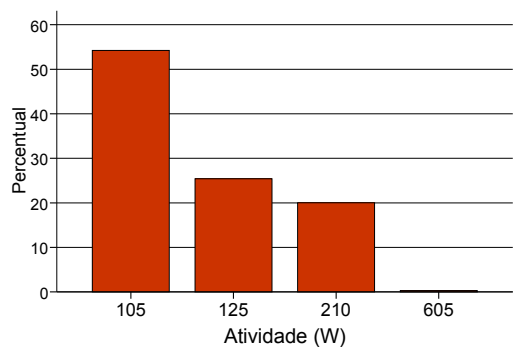


GRÁFICO 8 - Taxa metabólica dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

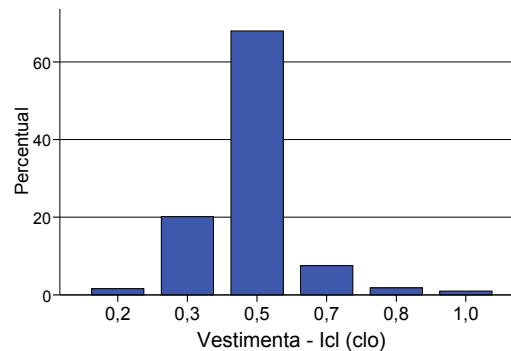


GRÁFICO 9 - Vestimenta dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

A TABELA 10 e o GRÁFICO 10, que mostram a classificação por sexo e idade dos entrevistados, considerando toda a amostra, podem ser comparados à TABELA 5 resultante do processo de amostragem que previa, inicialmente, o número de 100 entrevistas para cada uma das categorias específicas. Entretanto, para a faixa etária de 40-49 anos, sexo feminino e 50-59 anos, ambos os sexos, esta amostragem inicial não pôde ser realmente efetivada.

TABELA 10  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
considerando dados de todas as campanhas

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	203	260	463
30 - 39	98	140	238
40 - 49	59	99	158
50 - 59	27	58	85
Total	387	557	944

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

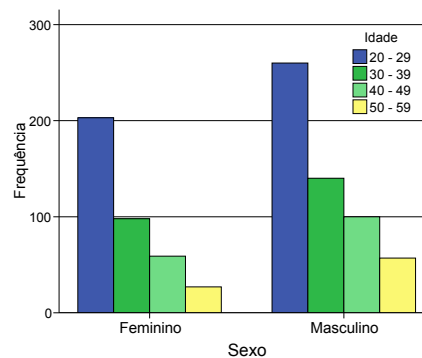


GRÁFICO 10 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Com relação aos dados-controle, para o conjunto de dados das quatro campanhas, observa-se no GRÁFICO 11 que mais de 90% dos entrevistados entenderam bem as questões apresentadas nos questionários, respondendo a essas sem a ajuda dos entrevistadores para maiores esclarecimentos. Este fato, porém, não é fortuito: deve-se aos pré-testes realizados durante as duas pesquisas exploratórias realizadas previamente aos levantamentos de campo e demonstra que a estratégia de pré-teste definida na metodologia foi bem-sucedida.

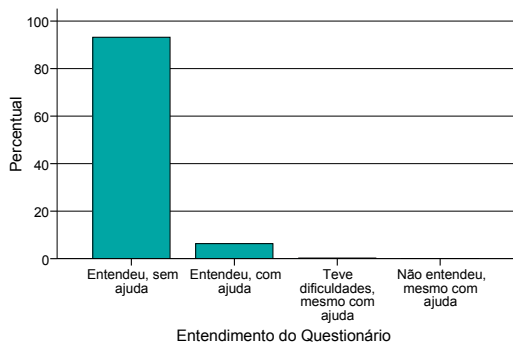


GRÁFICO 11 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

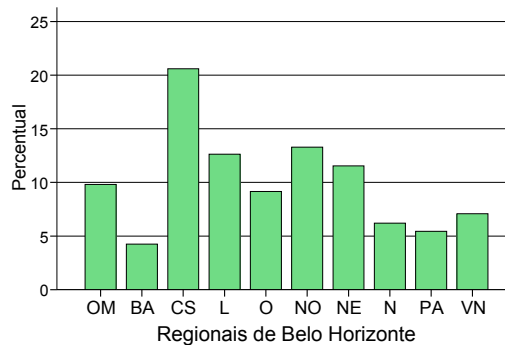


GRÁFICO 12 - Local de moradia dos entrevistados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

De um modo geral, a maioria dos entrevistados residem na regional centro-sul, porém, as demais regionais também atingiram uma representação significativa e bastante equilibrada (GRÁFICO 12), o que evidencia a representatividade dos resultados da calibração para o município como um todo.

Com relação aos questionários eliminados, a principal razão de eliminação destes foi o fato de os entrevistados não residirem no município (GRÁFICO 13).

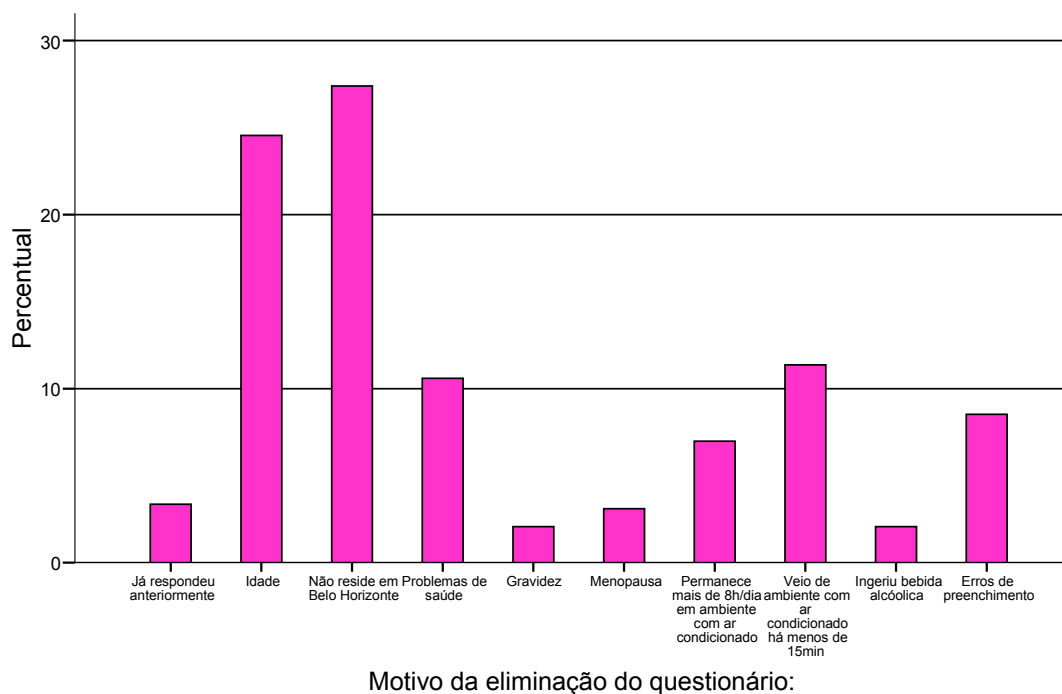


GRÁFICO 13 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados, considerando dados de todas as campanhas. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

#### 4.1.2 Praça da Liberdade

Neste item do trabalho, serão apresentados os resultados da análise descritiva dos dados coletados durante os levantamentos de campo realizados na Praça da Liberdade. Inicialmente, serão apresentados os dados relacionados às variáveis microclimáticas, ao índice PET, às variáveis individuais, subjetivas, aos dados-controle, e, em seguida, os relacionados aos questionários eliminados.

A análise das variáveis microclimáticas inicia-se pela apresentação das TABELAS 11 a 14, que mostram a análise descritiva das variáveis temperatura ( $T_a$ ), umidade (RH) e velocidade do ar ( $v$ ).

TABELA 11  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH,  $v$ , da C1PL (22/04/2009)

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	$v$ (m/s)
N	37	37	37	37	37
Média	26,2	24,1	50,0	55,2	0,6
Mediana	26,5	24,1	49,5	54,9	0,1
Desvio Padrão	1,0	0,3	2,1	1,2	0,9
Coef. Variação (%)	3,6	1,2	4,1	2,1	-
Mínimo	24,3	23,5	46,0	53,0	0,0
Máximo	27,7	24,7	54,4	57,3	3,1
Amplitude	3,4	1,2	8,4	4,3	3,1

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 12  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH,  $v$ , da C2PL (22/07/2009)

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	$v$ (m/s)
N	32	32	32	32	32
Média	28,3	26,6	44,0	47,5	0,6
Mediana	28,3	26,3	44,0	46,5	0,0
Desvio Padrão	1,0	0,5	2,9	2,9	0,8
Coef. Variação (%)	3,4	2,0	6,5	6,0	-
Mínimo	26,8	26,0	39,4	43,7	0,0
Máximo	29,9	27,8	50,0	52,9	2,6
Amplitude	3,1	1,8	10,6	9,2	2,6

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 13  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH,  $v$ , da C3PL (15/10/2009)

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	$v$ (m/s)
N	43	43	43	43	43
Média	30,3	29,3	47,1	49,4	0,2
Mediana	30,1	29,2	47,2	49,3	0,0
Desvio Padrão	0,7	0,3	1,0	0,8	0,6
Coef. Variação (%)	2,3	1,0	2,2	1,6	-
Mínimo	29,1	29,0	44,8	47,4	0,0
Máximo	32,1	30,7	49,2	51,0	2,2
Amplitude	3,0	1,7	4,4	3,6	2,2

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 14  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH, v, da C4PL (28/01/2010)

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	v (m/s)
N	61	61	61	61	61
Média	29,5	28,1	50,1	53,2	0,4
Mediana	29,8	28,2	49,6	53,0	0,0
Desvio Padrão	0,9	0,3	1,5	1,5	0,8
Coef. Variação (%)	3,1	1,2	2,9	2,8	-
Mínimo	27,2	27,2	47,8	50,7	0,0
Máximo	30,6	28,5	53,8	56,2	3,0
Amplitude	3,4	1,3	6	5,5	3,0

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Verifica-se que as menores médias de temperatura do ar, medidas tanto no sol quanto na sombra, foram constatadas no outono, enquanto as maiores foram constatadas na primavera. Esse resultado demonstra a variabilidade das condições climáticas durante os períodos de levantamento, uma vez que a situação esperada seria uma média de temperatura do ar mais baixa no inverno e mais alta no verão. A diferença entre as médias de temperaturas do ar, medidas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 1°C a 2°C. Essa pequena diferença mostra que realmente a utilização do abrigo meteorológico minimizou as influências da radiação nos valores medidos na situação ao sol. Os valores de temperatura do ar medidos no sol, quando comparado com os medidos na sombra, parecem coerentes com o possível aumento desta variável devido, unicamente, ao aquecimento do ar quando em contato com objetos quentes do entorno. Nota-se que os valores de temperatura do ar, medidos na sombra, apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores de temperatura do ar, medidos no sol. Essa maior variabilidade e dispersão dos valores medidos no sol pode ser relacionada ao aumento e à diminuição do aquecimento dos objetos de entorno e, conseqüentemente, do ar em contato com esses objetos.

A menor média de umidade relativa do ar, medida na sombra, foi constatada no inverno, enquanto a maior foi constatada no outono. Na medição ao sol, a menor média de umidade relativa do ar, foi constatada no inverno, enquanto a maior foi constatada no verão, com um valor bastante próximo ao valor obtido no outono. A diferença entre as médias de umidades relativas do ar, medidas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 2% a 5%. Assim como os valores de temperatura do ar, os valores de umidade do ar medidos na sombra apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores de umidade do ar medidos no sol.

A velocidade do ar é um parâmetro climático extremamente variável, o que pode ser claramente demonstrado pelos elevados valores de desvios-padrões calculados. A máxima velocidade do ar registrada foi no outono, seguida da registrada no verão.

As TABELAS 15 a 18 apresentam a análise descritiva dos dados medidos de temperatura de globo ( $T_g$ ) e calculados de temperatura radiante média ( $T_{mrt}$ ), a partir da EQUAÇÃO 5, descrita no item 3.1.6.

TABELA 15  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mrt}$ , da C1PL (22/04/2009)<sup>21</sup>

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mrt}$ (°C) - Sol	$T_{mrt}$ (°C) - Sombra
N	37	37	37	37
Média	28,7	26,6	33,8	31,7
Mediana	29,2	26,7	30,1	29,8
Desvio Padrão	2,1	0,3	8,0	6,4
Coef. Variação (%)	7,3	1,0	23,5	20,2
Mínimo	24,2	26,0	23,2	26,0
Máximo	32,6	27,1	52,3	46,5
Amplitude	8,4	1,1	29,1	20,5

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 16  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mrt}$ , da C2PL (22/07/2009)<sup>22</sup>

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mrt}$ (°C) - Sol	$T_{mrt}$ (°C) - Sombra
N	32	32	32	32
Média	30,7	26,9	34,9	27,6
Mediana	30,6	26,7	32,9	26,8
Desvio Padrão	2,9	0,8	8,2	2,0
Coef. Variação (%)	9,5	2,8	23,4	7,1
Mínimo	26,6	25,7	26,6	23,4
Máximo	35,4	29,0	54,1	33,0
Amplitude	8,8	3,3	27,5	9,6

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 17  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mrt}$ , da C3PL (15/10/2009)<sup>23</sup>

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mrt}$ (°C) - Sol	$T_{mrt}$ (°C) - Sombra
N	43	43	43	43
Média	31,7	29,6	33,5	30,1
Mediana	31,2	29,6	31,2	29,6
Desvio Padrão	1,8	0,4	6,5	1,9
Coef. Variação (%)	5,5	0,2	42,5	3,5
Mínimo	29,3	28,9	29,3	28,5
Máximo	36,1	30,8	58,5	38,3
Amplitude	6,8	1,9	29,2	9,8

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

<sup>21</sup> No dia 22/04/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 3 décimos de céu, conforme TABELA 7, item 3.2.

<sup>22</sup> No dia 22/07/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 5 décimos de céu, conforme TABELA 7, item 3.2.

<sup>23</sup> No dia 15/10/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 8 décimos de céu, conforme TABELA 7, item 3.2.

TABELA 18  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mt}$ , da C4PL (28/01/2010)<sup>24</sup>

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mrt}$ (°C) - Sol	$T_{mrt}$ (°C) - Sombra
N	61	61	61	61
Média	32,3	28,6	36,6	29,5
Mediana	33,0	28,7	33,7	28,8
Desvio Padrão	2,9	0,6	10,2	2,4
Coef. Variação (%)	8,9	2,2	28,0	8,0
Mínimo	27,1	27,0	26,1	25,4
Máximo	37,5	29,8	74,2	37,2
Amplitude	10,4	2,8	48,1	11,8

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pela análise das TABELAS 15 a 18, verifica-se que a menor média de temperatura de globo, medida no sol, foi constatada no outono, enquanto a maior foi constatada no verão. A diferença entre as médias de temperaturas de globo, medidas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 2°C a 7°C. A amplitude e o desvio-padrão dos valores medidos no sol são muito maiores que essas medidas dos valores coletados na sombra, demonstrando a maior dispersão e variabilidade dos dados obtidos com o globo posicionado no sol. Esse fato é bem esperado, uma vez que, ao sol, os níveis de radiação direta são bastante variáveis. Observa-se também que, na sombra, os valores medidos de temperatura de globo assemelham-se aos valores de temperatura do ar, devido à ausência de radiação solar direta.

Com relação à temperatura radiante média, a menor média, obtida na medição no sol, foi constatada na primavera, enquanto a maior foi constatada no verão. Já na sombra, a menor média obtida foi constatada no inverno, e a maior, no outono. A diferença entre as médias de temperatura radiante média, obtidas para as medições realizadas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 2°C a 7°C. Nota-se que os valores de temperatura radiante média, calculados para o ponto localizado na sombra, apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores dessa variável medidos no sol. Essa grande variabilidade e dispersão dos dados medidos no sol, representados pelos elevados valores de suas medidas (desvio-padrão e amplitude, respectivamente), são também bastante previsíveis, uma vez que os parâmetros temperatura do ar e de globo, utilizados no cálculo da temperatura radiante média juntamente com os valores de velocidade do ar, foram também mais variáveis e mais dispersos quando medidos no sol. Observa-se também que os valores calculados de temperatura radiante média são maiores que os valores medidos de temperatura de globo.

<sup>24</sup> No dia 28/01/2010, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 5 décimos de céu, conforme TABELA 7, item 3.2.

As TABELAS 19 a 22 apresentam a análise descritiva dos valores de temperatura fisiológica equivalente, calculados para pessoas localizadas no sol e na sombra, e também para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), para cada uma das campanhas da pesquisa.

TABELA 19

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C1PL (22/04/2009)

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	26	84	70	40
Média	30,0	26,8	27,9	26,8
Mediana	29,7	26,8	27,1	26,7
Desvio Padrão	2,3	0,4	2,0	1,1
Coef. Variação (%)	7,7	1,6	7,1	4,1
Mínimo	24,0	25,7	26,4	24,0
Máximo	34,7	27,5	34,7	29,4
Amplitude	10,7	1,8	8,3	5,4

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 20

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C2PL (22/07/2009)

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	32	85	90	27
Média	31,7	26,5	28,2	26,9
Mediana	32,3	27,1	27,5	27,3
Desvio Padrão	3,2	1,5	3,3	1,9
Coef. Variação (%)	10,2	5,6	11,8	7,0
Mínimo	26,0	22,2	24,0	22,2
Máximo	38,0	29,3	38,0	29,6
Amplitude	12,0	7,1	14,0	7,4

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 21

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C3PL (15/10/2009)

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	13	113	77	49
Média	32,9	30,3	30,7	30,3
Mediana	31,2	30,3	30,4	30,1
Desvio Padrão	3,5	0,5	1,8	0,5
Coef. Variação (%)	10,6	1,6	5,8	1,5
Mínimo	30,7	28,4	28,4	29,1
Máximo	40,7	31,0	40,7	32,2
Amplitude	10,0	2,6	12,3	3,1

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 22  
Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C4PL (28/01/2010)

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	20	106	78	48
Média	33,3	28,9	29,8	29,4
Mediana	32,7	29,3	29,4	29,3
Desvio Padrão	2,3	0,9	2,0	2,1
Coef. Variação (%)	7,0	3,1	6,6	7,1
Mínimo	30,6	24,5	27,5	24,5
Máximo	39,0	30,1	37,0	39,0
Amplitude	8,4	5,6	9,5	14,5

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pela análise das TABELAS 19 a 22, verifica-se que a menor média de PET, obtida para o sol, foi constatada no outono, possivelmente devidos aos baixos valores de temperatura do ar e temperatura radiante média obtidos para esta estação. Já a maior média de PET foi constatada no verão, por influência dos valores mais altos de temperatura radiante média calculados para esta estação. A menor média de PET, obtida para a sombra, foi constatada no inverno, também devido aos baixos valores encontrados para a temperatura radiante média, enquanto a maior foi constatada na primavera, possivelmente devido à variável velocidade do ar, que apresentou a menor amplitude nesta estação. A diferença entre as médias de PET, no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 2,5°C a 5°C. Assim como todas as variáveis climáticas mencionadas anteriormente, também os valores de PET, calculados para as situações em que as pessoas se localizavam no sol, são mais variáveis e dispersos quando comparados aos valores encontrados para as situações em que as pessoas se encontravam na sombra.

Com relação aos valores médios de PET, obtidos para o Grupo 1 e para o Grupo 2, a diferença entre esses, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 0,5°C a 1,5°C, sendo os valores referentes ao Grupo 1 sempre superiores aos do Grupo 2. Esse resultado é bastante previsível pois os valores do primeiro grupo representam o período de aquecimento, com elevados valores de radiação e por isso valores de PET mais variáveis e mais dispersos, enquanto os valores do segundo grupo representam o período de resfriamento, com valores menores de radiação e valores de PET menos variáveis e dispersos. O valor máximo encontrado para o Grupo 2, na C4PL, bastante divergente dos demais valores considerados, deve-se à localização do indivíduo no sol, no momento da entrevista, conforme pode ser observado nos GRÁFICOS 34 e 41, que serão apresentados a seguir.

A seguir serão apresentadas as séries temporais das variáveis microclimáticas e dos valores de PET calculados.

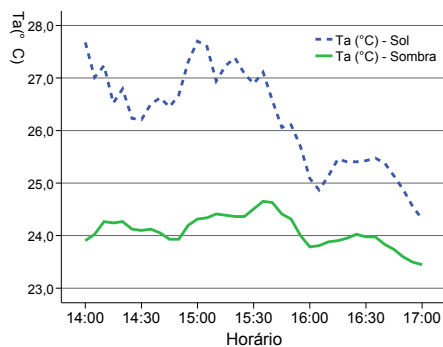


GRÁFICO 14 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

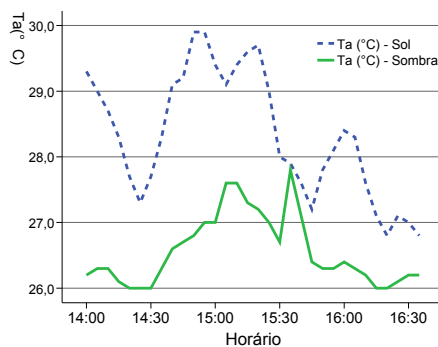


GRÁFICO 15 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

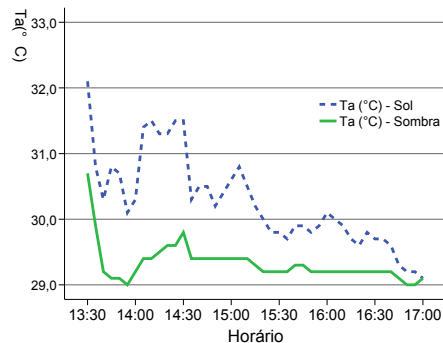


GRÁFICO 16 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

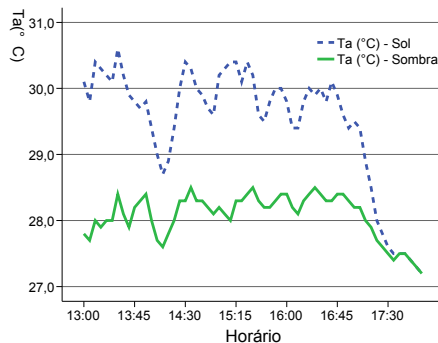


GRÁFICO 17 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS 14 a 17 mostram os picos dos valores instantâneos de temperatura do ar, para os valores medidos no sol nas quatro campanhas de medição, variando, aproximadamente, das 14h às 15h. Para os valores medidos na sombra, os picos são ligeiramente mais retardados. A tendência geral das curvas para os valores medidos no sol e para os medidos na sombra, porém, é serem semelhantes em sua forma. No GRÁFICO 15, por volta das 15:30h, há um pico atípico na curva referente aos valores medidos na sombra que, supostamente, se deve a um registro errôneo do equipamento de medição.

Os valores mínimos de umidade relativa aproximadamente coincidem com os picos de temperatura do ar, como esperado, conforme mostram os GRÁFICOS 18 a 21.

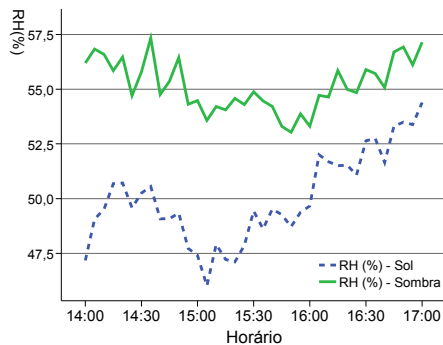


GRÁFICO 18 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

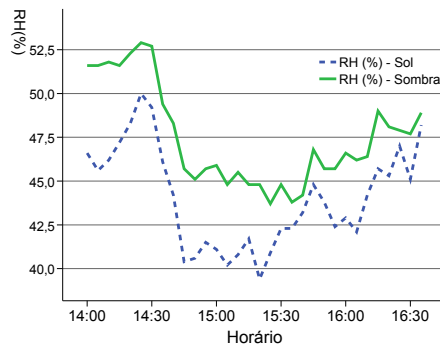


GRÁFICO 19 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

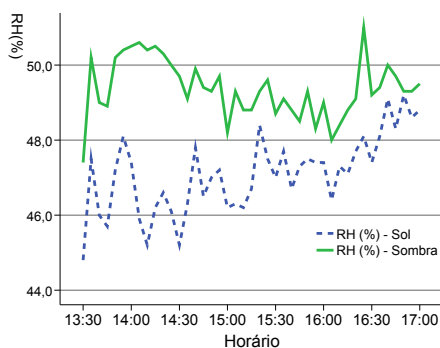


GRÁFICO 20 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

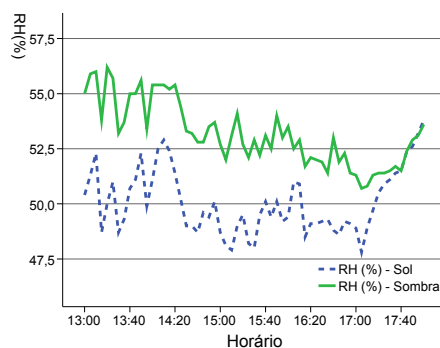


GRÁFICO 21 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS 22 a 25 demonstram a variabilidade dos valores medidos de velocidade do ar. Pode-se observar um período aparentemente longo (1h e 30 min) em que os valores instantâneos medidos na primavera foram zero. A maior amplitude pode ser constatada no GRÁFICO 22, referente ao outono.

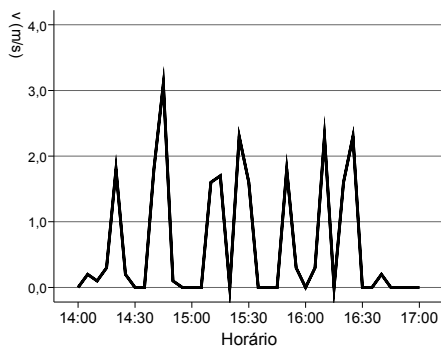


GRÁFICO 22 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

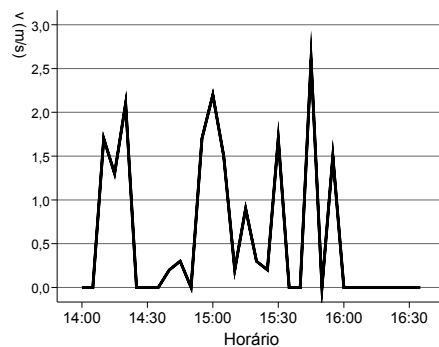


GRÁFICO 23 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

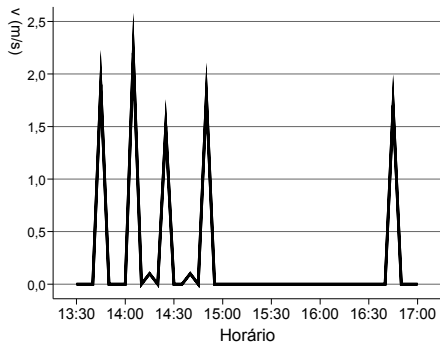


GRÁFICO 24 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

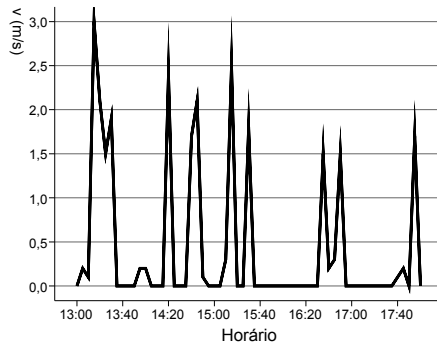


GRÁFICO 25 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Tanto nos GRÁFICOS 26 a 29, referentes à temperatura de globo instantânea, quanto nos GRÁFICOS 30 a 33, referentes à temperatura radiante média, calculada com base também na temperatura de globo, constata-se a grande diferença dos valores medidos no sol e na sombra. Os valores medidos no sol são mais variáveis, apresentando uma maior amplitude, e visivelmente mais altos. Já os valores medidos na sombra são mais constantes, com uma menor amplitude. Após as 16h, aproximadamente, percebe-se que os valores tendem a se igualar, tendo em vista, que a radiação solar direta já se encontra mais branda neste horário.

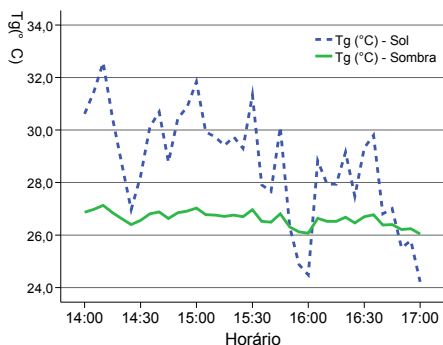


GRÁFICO 26 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

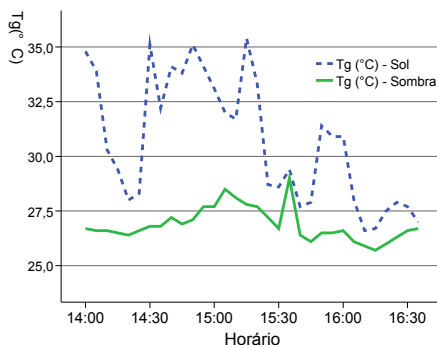


GRÁFICO 27 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

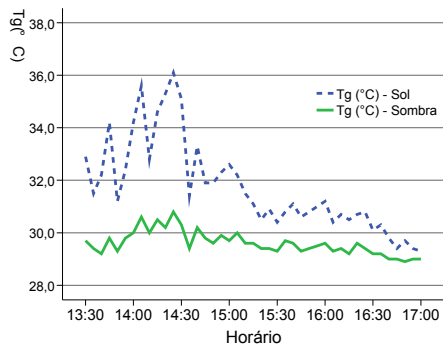


GRÁFICO 28 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

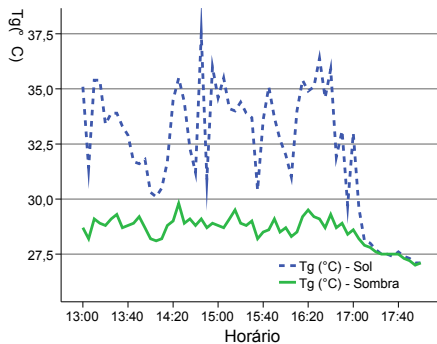


GRÁFICO 29 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

No GRÁFICO 26, por volta das 16h, nota-se algum tipo de evento de efeito instantâneo e não-duradouro que provocou o decréscimo da radiação captada pelo globo, e no GRÁFICO 27, por volta das 15:30h, observa-se um valor atípico, provavelmente devido a registros errôneos do equipamento de medição.

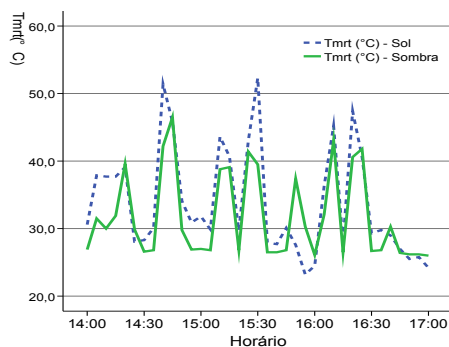


GRÁFICO 30 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C1PL<sup>25</sup>. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

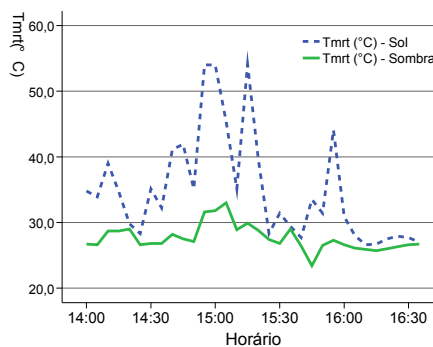


GRÁFICO 31 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

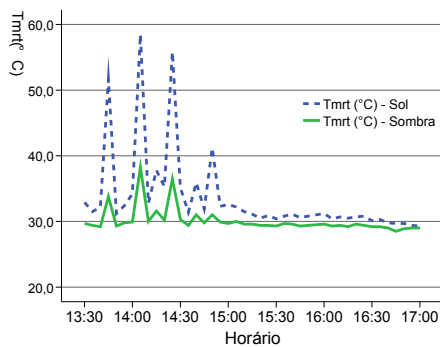


GRÁFICO 32 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

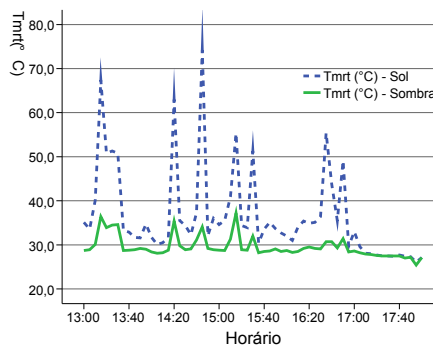


GRÁFICO 33 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

O GRÁFICO 30 difere um pouco dos demais, tendo em vista que, conforme explicado no item 3.1.6.3, a curva referente aos valores obtidos para a situação na sombra resulta da utilização de dados corrigidos, e não, medidos em campo.

Os GRÁFICOS de 34 a 37, a seguir, referem-se aos valores de PET classificados pela localização dos entrevistados no sol ou na sombra. Os GRÁFICOS de 38 a 41, apresentam os valores de PET obtidos para os grupos 1 e 2.

<sup>25</sup> Neste gráfico, os valores de  $T_{mrt}$  para a sombra apresentam-se muito próximos aos valores de  $T_{mrt}$  para o sol por terem sido calculados de acordo com o item 3.1.6.3. Porém, foi sugerido, neste mesmo item, um outro procedimento, diferente do que foi utilizado, para estimação mais precisa deste parâmetro.

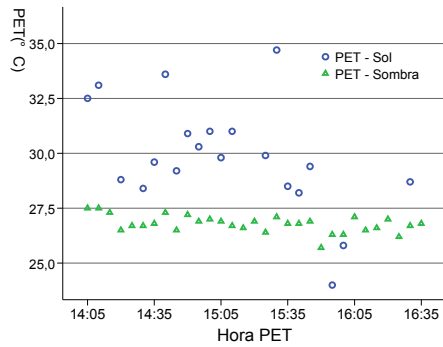


GRÁFICO 34 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

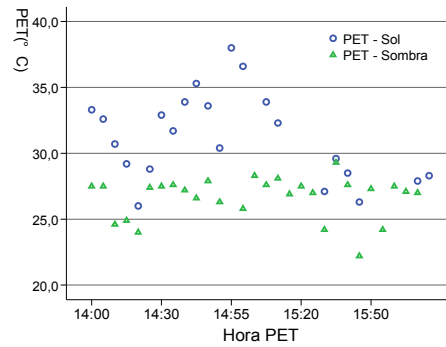


GRÁFICO 35 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

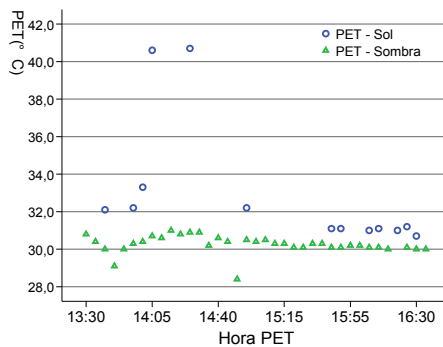


GRÁFICO 36 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

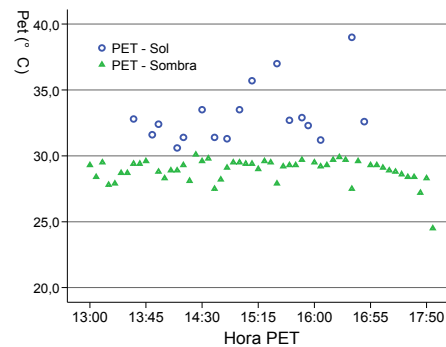


GRÁFICO 37 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

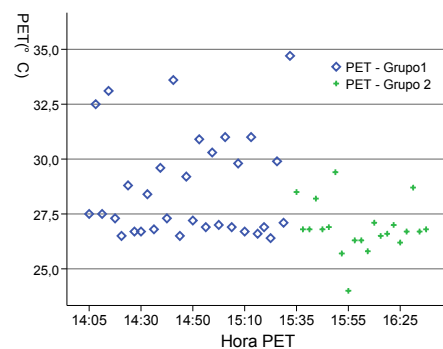


GRÁFICO 38 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

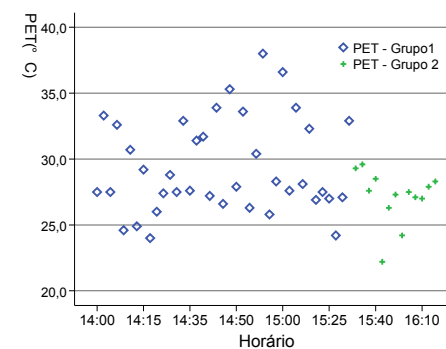


GRÁFICO 39 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

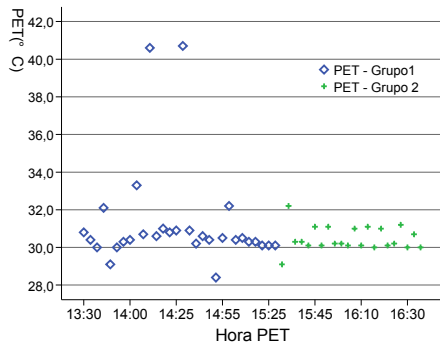


GRÁFICO 40 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica ( $^{\circ}\text{C}$ ), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

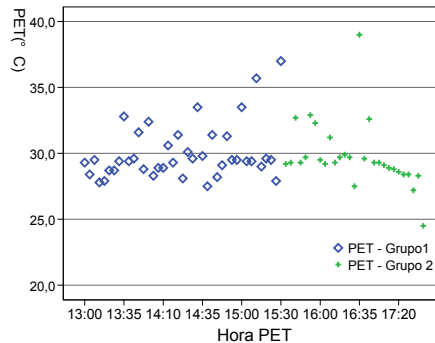


GRÁFICO 41 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica ( $^{\circ}\text{C}$ ), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os valores de PET, calculados para o sol e para o Grupo 1, apresentam maior amplitude e maior variabilidade, enquanto que, para a sombra e para o Grupo 2, os valores de PET são mais contínuos e com menor amplitude. Os valores discrepantes de PET, próximos aos  $35^{\circ}\text{C}$  ou aos  $40^{\circ}\text{C}$ , são referentes a indivíduos que se localizavam no sol no momento da entrevista, o que demonstra a forte influência, no PET, principalmente dos elevados valores de temperatura radiante média obtidos nas medições realizadas no sol. Esse resultado é bastante coerente com os apresentados anteriormente para cada uma das variáveis climáticas, uma vez que, nas situações em que essas variáveis eram medidas no sol, os valores obtidos eram sempre superiores aos medidos na sombra, repercutindo também em valores mais elevados do índice PET para pessoas localizadas no sol no momento da entrevista. Os valores de PET na sombra, além de mais estáveis, aproximam-se dos valores de temperaturas de globo e do ar. Já no sol, os valores de PET aproximam-se dos valores de temperatura radiante média.

As análises das variáveis individuais para a Praça da Liberdade se assemelham bastante aos resultados da análise dessas variáveis para o conjunto de dados. Os GRÁFICOS 42 a 57, a seguir, apresentam o resultado, por campanha, da análise das variáveis individuais obtidas nos levantamentos de campo realizados na Praça da Liberdade.

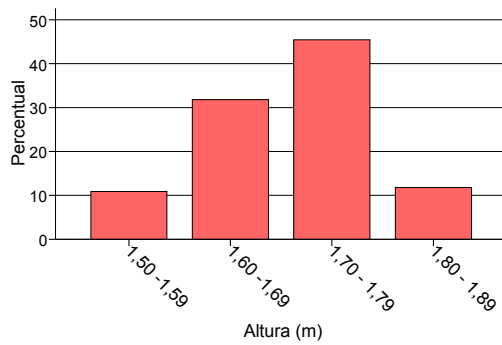


GRÁFICO 42 - Altura dos entrevistados, C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

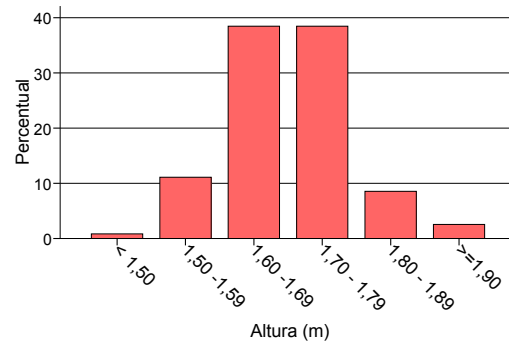


GRÁFICO 43 - Altura dos entrevistados, C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

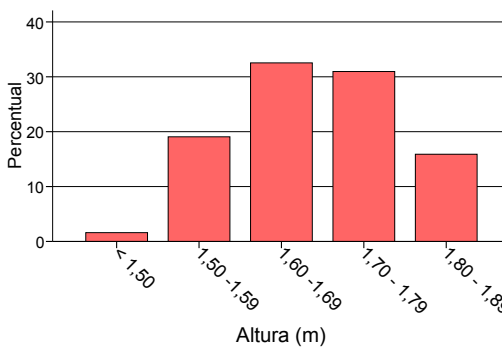


GRÁFICO 44 - Altura dos entrevistados, C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

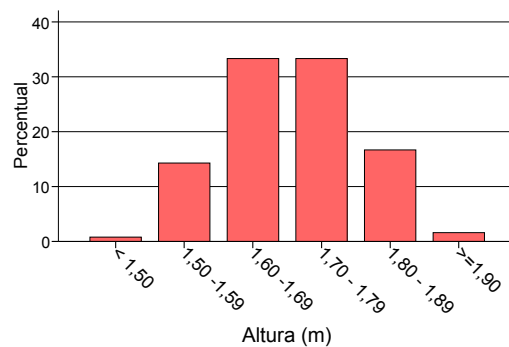


GRÁFICO 45 - Altura dos entrevistados, C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

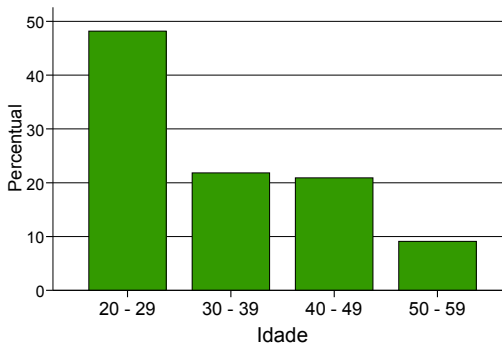


GRÁFICO 46 - Idade dos entrevistados, C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

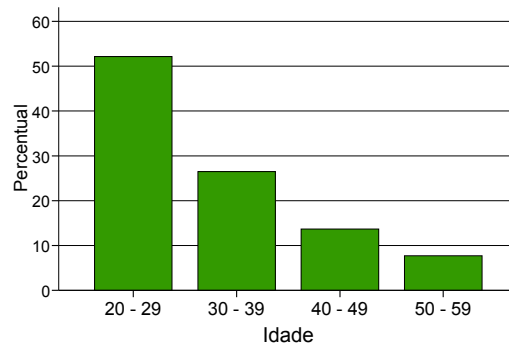


GRÁFICO 47 - Idade dos entrevistados, C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

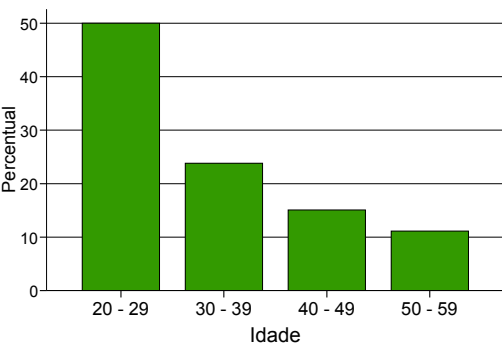


GRÁFICO 48 - Idade dos entrevistados, C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

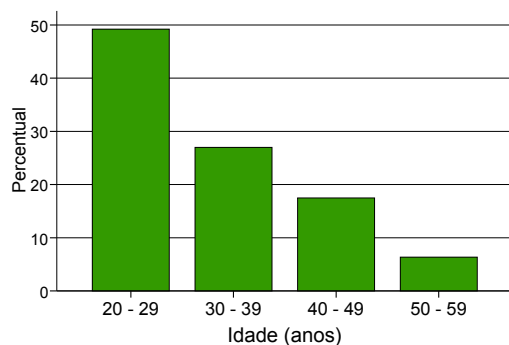


GRÁFICO 49 - Idade dos entrevistados, C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

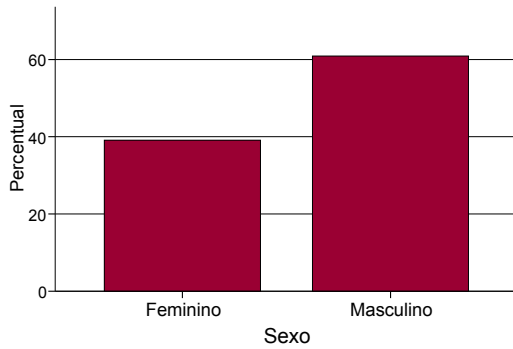


GRÁFICO 50 - Sexo dos entrevistados, C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

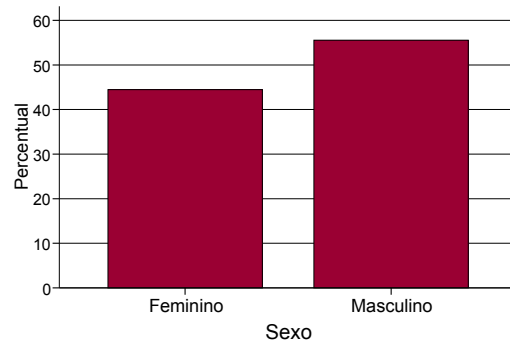


GRÁFICO 51 - Sexo dos entrevistados, C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

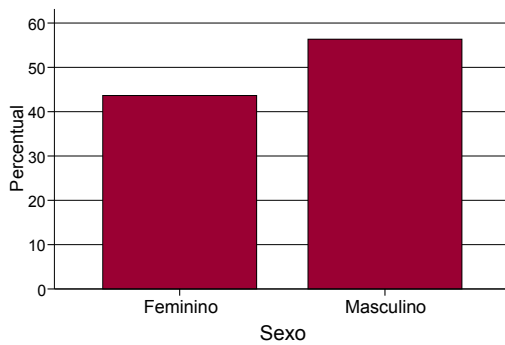


GRÁFICO 52 - Sexo dos entrevistados, C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

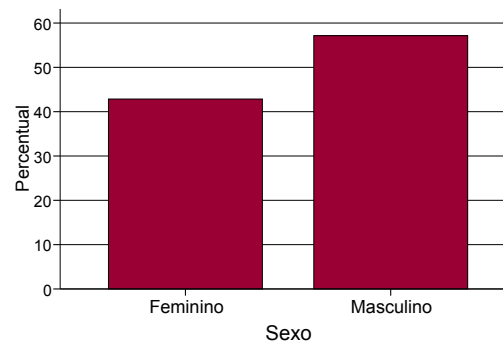


GRÁFICO 53 - Sexo dos entrevistados, C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

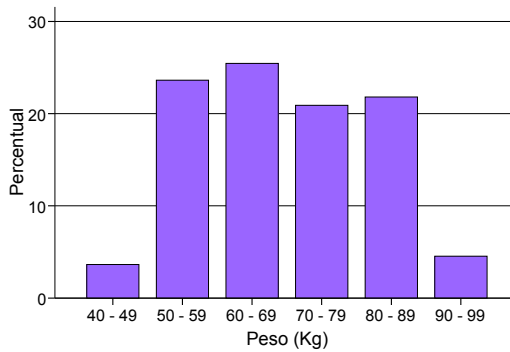


GRÁFICO 54 - Peso dos entrevistados, C1PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

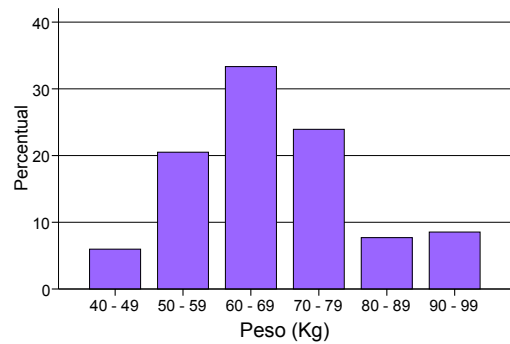


GRÁFICO 55 - Peso dos entrevistados, C2PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

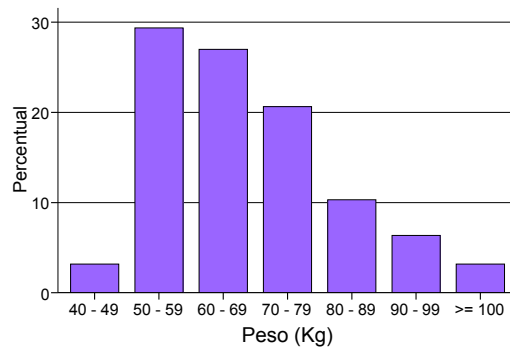


GRÁFICO 56 - Peso dos entrevistados, C3PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

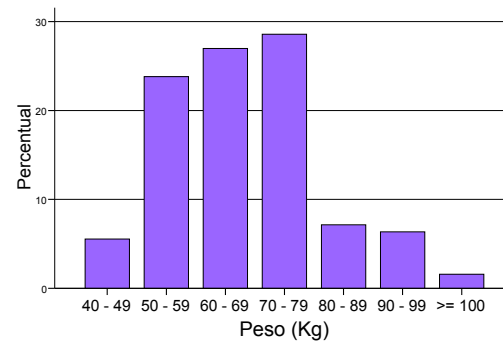


GRÁFICO 57 - Peso dos entrevistados, C4PL.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

As características de idade e sexo dos entrevistados foram melhor detalhadas nas TABELAS 23 a 26 e nos GRÁFICOS 58 a 61. O mais frequente foi a entrevista de pessoas do sexo masculino, na faixa etária de 20 a 29 anos. Considerando as divisões da população do município, apresentadas no item 3.1.1, percebe-se que realmente a faixa etária que apresenta maior número de habitantes é a de 20 a 29 anos, porém, pessoas do sexo feminino predominam na população do município. Neste aspecto, a predominância de entrevistas com pessoas do sexo masculino pode ser devida ao predomínio do sexo masculino na faixa economicamente ativa da população.

TABELA 23  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C1PL

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	22	31	53
30 - 39	12	12	24
40 - 49	7	16	23
50 - 59	2	8	10
Total	43	67	110

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 24  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C2PL

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	25	36	61
30 - 39	15	16	31
40 - 49	7	9	16
50 - 59	5	4	9
Total	52	65	117

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 25  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C3PL

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	30	33	63
30 - 39	14	16	30
40 - 49	6	13	19
50 - 59	5	9	14
Total	55	71	126

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 26  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C4PL

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	25	37	62
30 - 39	13	21	34
40 - 49	11	11	22
50 - 59	5	3	8
Total	54	72	126

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

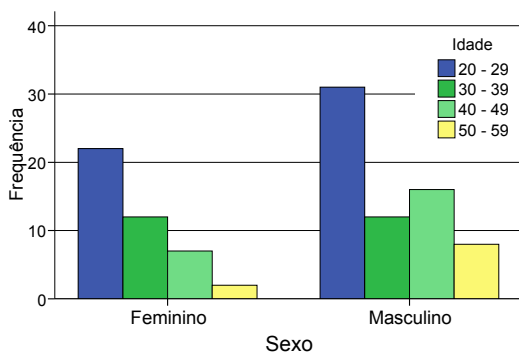


GRÁFICO 58 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

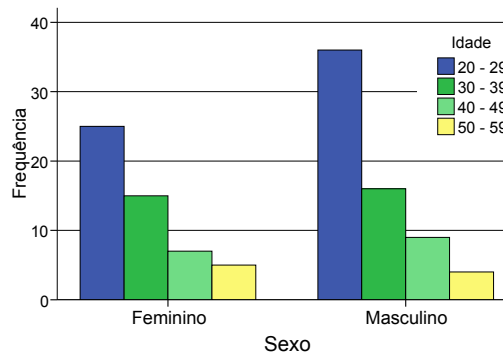


GRÁFICO 59 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

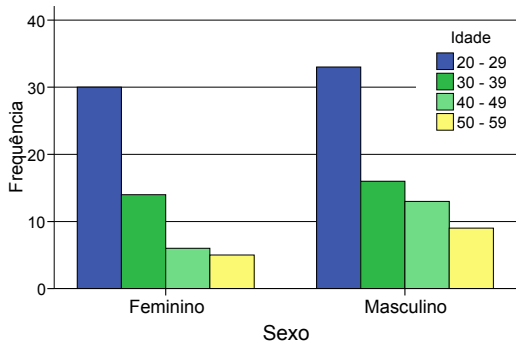


GRÁFICO 60 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

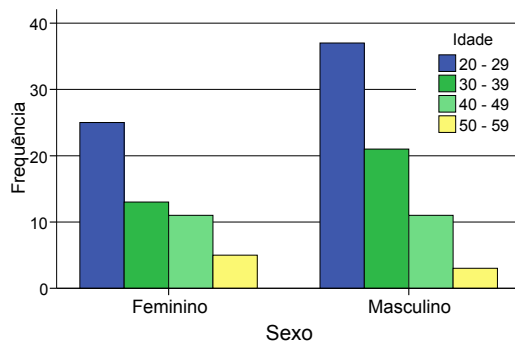


GRÁFICO 61 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

A maioria dos entrevistados encontrava-se sentados, atividade física que corresponde à taxa metabólica de 105W. A vestimenta mais frequente em todas as estações, claramente, foi a com resistência térmica de 0,5clo, que corresponde, grosso modo, à utilização de camisa de manga curta, calça Jeans e sapato fechado. Não houve diferenças significativas entre as resistências térmicas das vestimentas utilizadas durante as diferentes estações, o que nos leva a supor que, com relação à vestimenta, as pessoas utilizam os mesmos tipos de roupas durante todo o ano. Esses dados são apresentados nos GRÁFICOS 62 a 71:

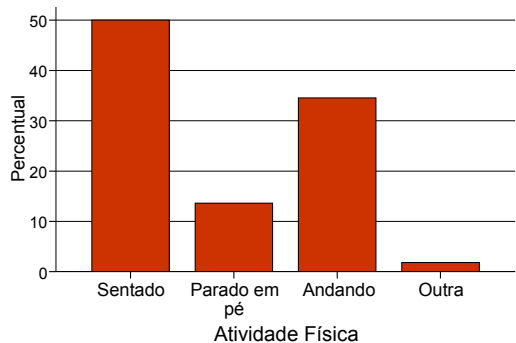


GRÁFICO 62 - Atividade física dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

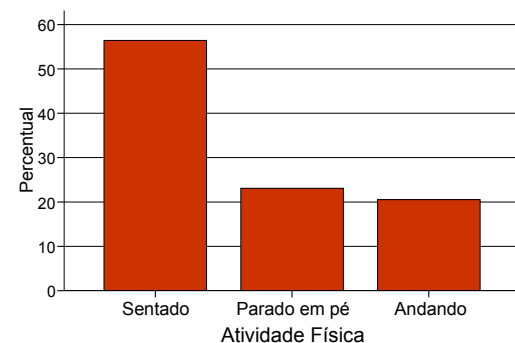


GRÁFICO 63 - Atividade física dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

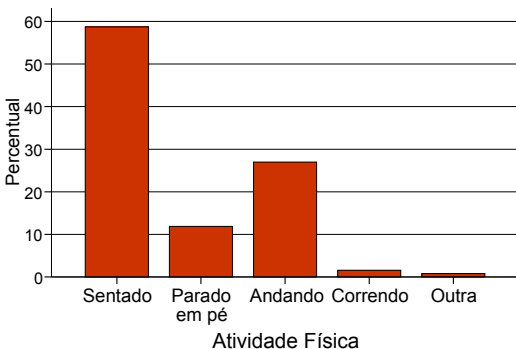


GRÁFICO 64 - Atividade física dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

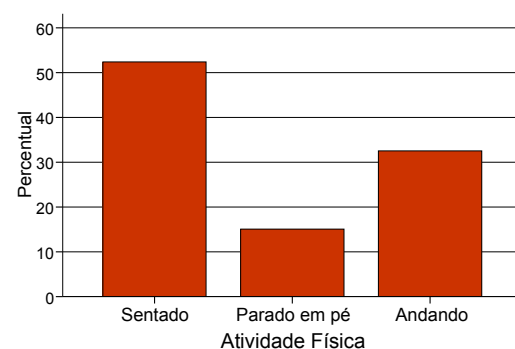


GRÁFICO 65 - Atividade física dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

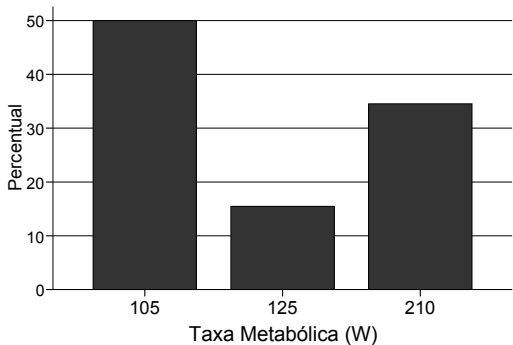


GRÁFICO 66 - Taxa metabólica dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

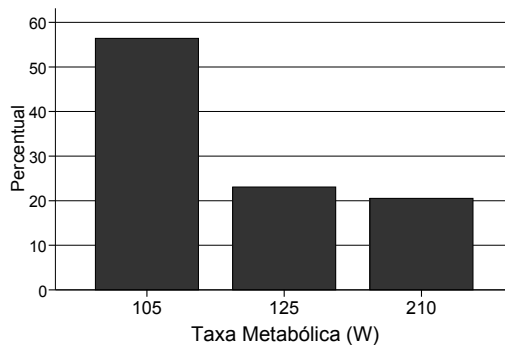


GRÁFICO 67 - Taxa metabólica dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

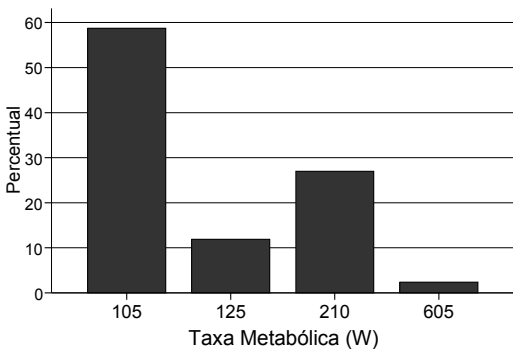


GRÁFICO 68 - Taxa metabólica dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

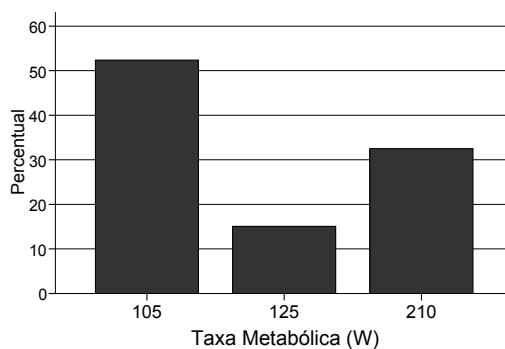


GRÁFICO 69 - Taxa metabólica dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

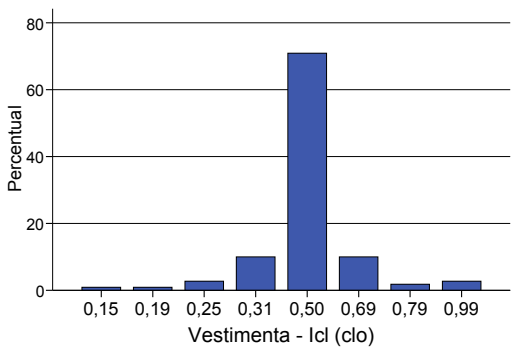


GRÁFICO 70 - Vestimenta dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

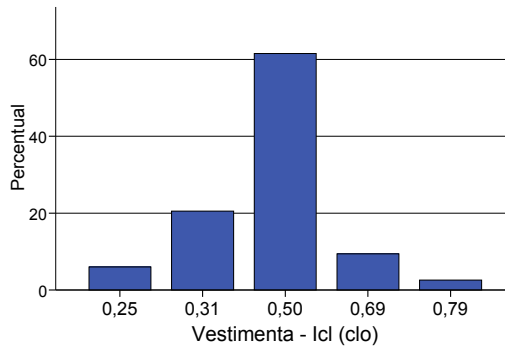


GRÁFICO 71 - Vestimenta dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

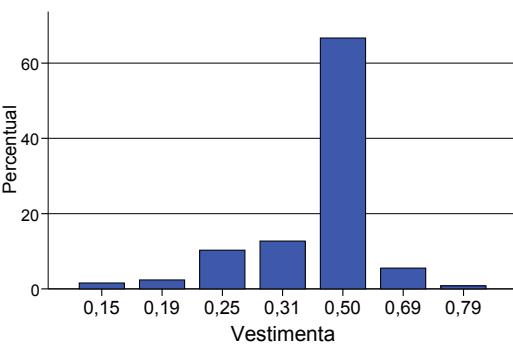


GRÁFICO 72 - Vestimenta dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

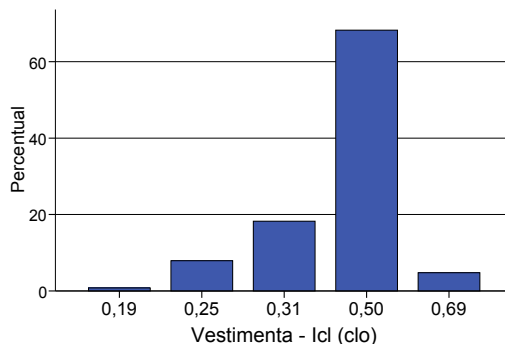


GRÁFICO 73 - Vestimenta dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

A localização dos entrevistados durante a entrevista foi visivelmente mais frequente na sombra, conforme demonstram os GRÁFICOS 74 a 77. Em todos os quatro levantamentos de campo, em todas as estações, aproximadamente, 80% dos entrevistados situavam-se na sombra. Os valores de PET foram calculados utilizando os valores das variáveis microclimáticas medidas no sol (maiores amplitudes dos valores dessas variáveis, principalmente de T<sub>mr</sub>t) ou na sombra (menores amplitudes dos valores), se o entrevistado encontrava-se no sol ou na sombra. Este fato explica, por que a amplitude da faixa de valores de PET encontrada na pesquisa, como um todo, foi, aparentemente, pequena – variando somente de 20 a 41°C, quando o esperado para climas tropicais, com valores altos de radiação solar direta, são valores superiores a esses.

Esse comportamento da população de permanecer predominantemente na sombra representa, supostamente, um mecanismo de adaptação física reativa, com vistas a buscar as melhores condições de conforto térmico no ambiente, conforme foi discutido no item 2.3.4.1.

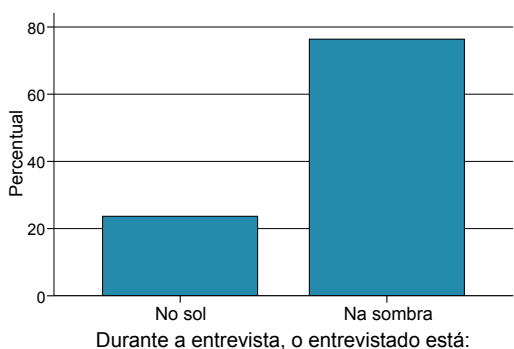


GRÁFICO 74 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

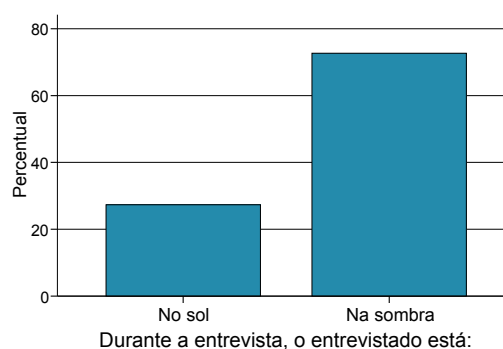


GRÁFICO 75 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

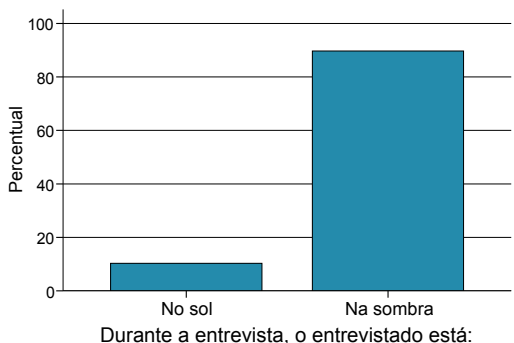


GRÁFICO 76 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

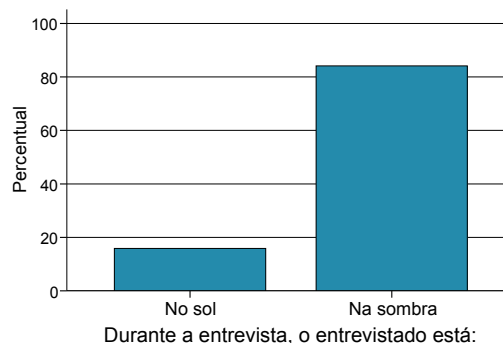


GRÁFICO 77 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS 78 a 89, referem-se à análise das variáveis subjetivas e são apresentados a seguir.

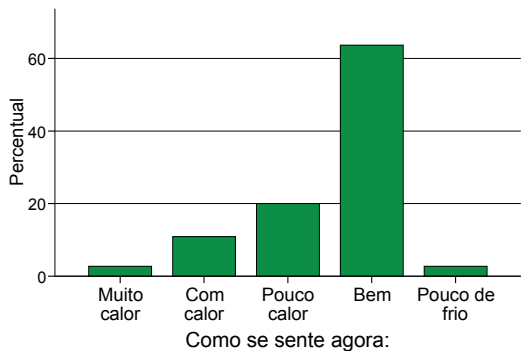


GRÁFICO 78 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

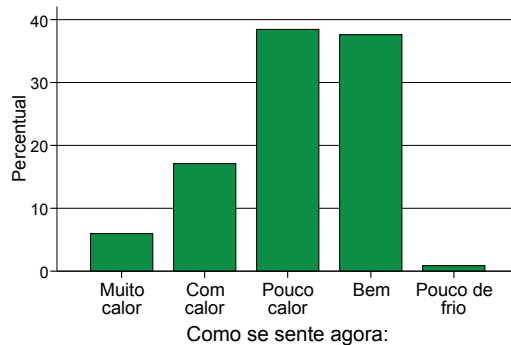


GRÁFICO 79 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

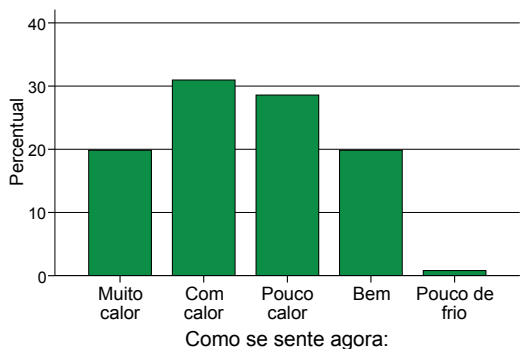


GRÁFICO 80 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

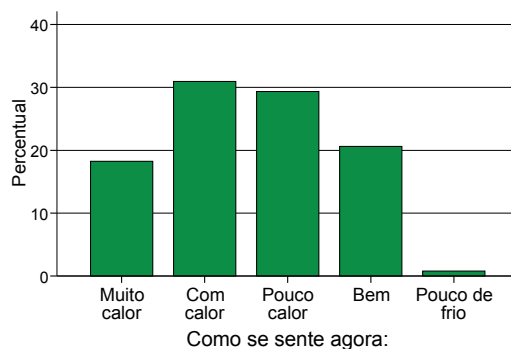


GRÁFICO 81 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÁFICO 82 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

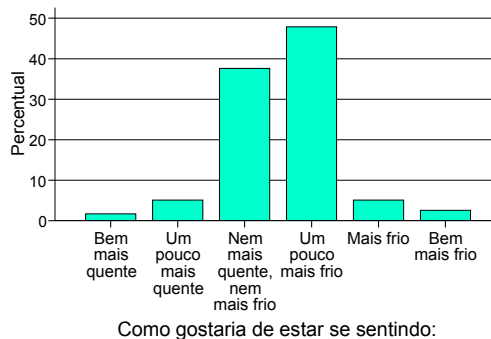


GRÁFICO 83 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

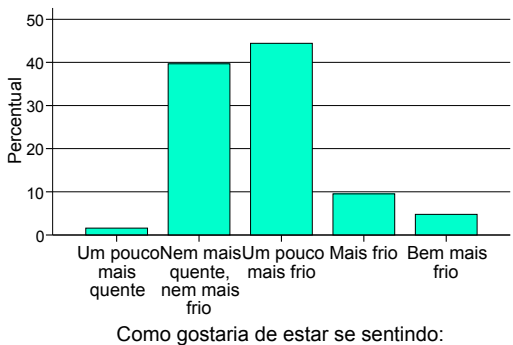


GRÁFICO 84 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

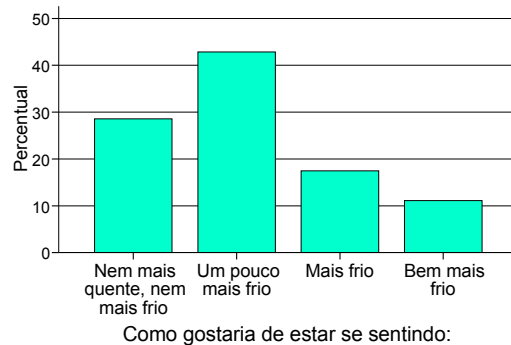


GRÁFICO 85 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

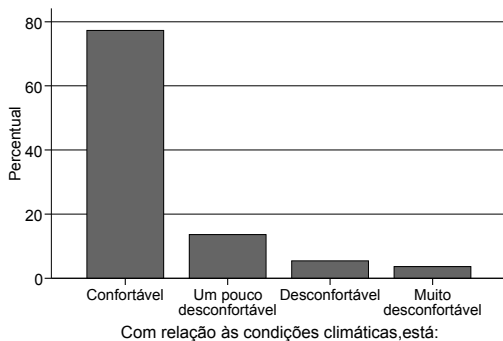


GRÁFICO 86 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

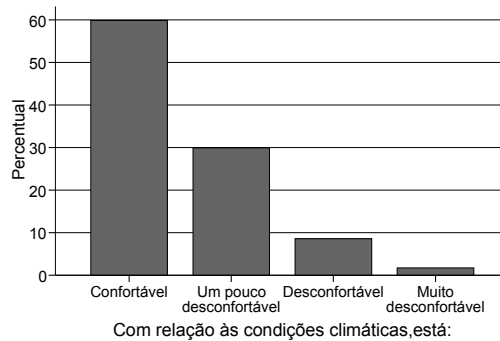


GRÁFICO 87 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

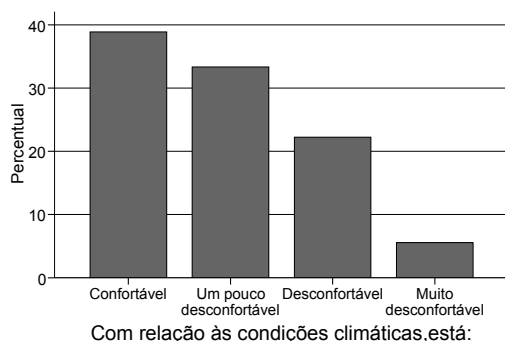


GRÁFICO 88 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

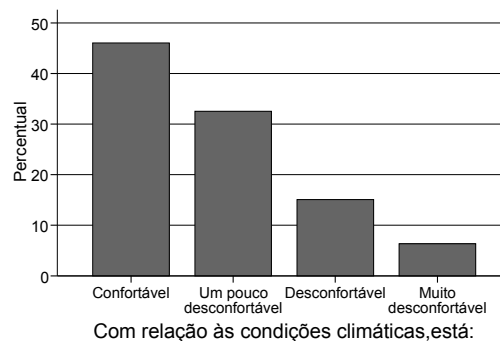


GRÁFICO 89 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Nas análises das variáveis subjetivas, percebe-se que as respostas aos GRÁFICOS 78 a 81, 82 a 85 e 86 a 89 foram bastante coerentes entre si. A estação em que a grande maioria dos entrevistados estava bem e não gostaria de mudanças nas condições climáticas, sentindo-se confortável, foi no outono. No outono, as temperaturas do ar e de globo foram as mais baixas, a amplitude da velocidade do ar foi a maior e os valores de PET foram, aproximadamente, os menores do ano.

Os GRÁFICOS 79, 83 e 87, referentes ao inverno, demonstram que a maioria dos entrevistados estavam com um pouco de calor, prefeririam sentir um pouco mais de frio, porém, estavam confortáveis. Nos gráficos referentes à primavera e ao verão, bastante semelhantes entre si, pode-se constatar que a maioria dos entrevistados sentia-se com calor, prefeririam que as condições climáticas proporcionassem uma sensação térmica de um pouco mais de frio, porém, também estavam confortáveis. Coerentemente, na primavera e no verão, os valores de PET encontrados foram os mais altos do ano.

Os GRÁFICOS 86 a 89, referentes à avaliação de sensação térmica dos entrevistados, para as quatro estações, mostraram que durante todo o ano, a maioria dos entrevistados avaliaram as sensações térmicas como confortáveis, sendo que, nos gráficos do inverno,

primavera e verão, uma parcela significativa dos entrevistados (em torno dos 30%), também avaliou as sensações térmicas percebidas nessas três estações como “um pouco desconfortável”. No inverno, os valores médios de PET obtidos são bastante semelhantes aos valores médios obtidos para o outono, em que aproximadamente 80% da população, respondeu estar confortável. Porém, no inverno, apenas 60% da população estava confortável, estando os 40% restantes um pouco desconfortáveis, desconfortáveis ou muito desconfortáveis com relação ao calor, o que pode ser devido à maior amplitude obtida dos valores de PET ou também à expectativa térmica dos entrevistados. Pode-se supor, com embasamento no item 2.3.4.3, que no inverno a expectativa térmica era de que as condições climáticas proporcionassem sensação de frio. Como no ano de 2009, o inverno foi atipicamente quente, as pessoas se sentiram desconfortáveis com a sensação de calor nesta época e disseram preferir condições climáticas “um pouco mais frias”. A sensação térmica “pouco frio” apresenta um percentual bem baixo, e também não houve respostas cujas sensações se referissem às opções “frio” e “muito frio”, o que explica a impossibilidade de calibração do PET para essas faixas.

Os GRÁFICOS 90 a 105, apresentam a preferência dos entrevistados com relação a cada uma das variáveis climáticas individualmente, para cada uma das campanhas.

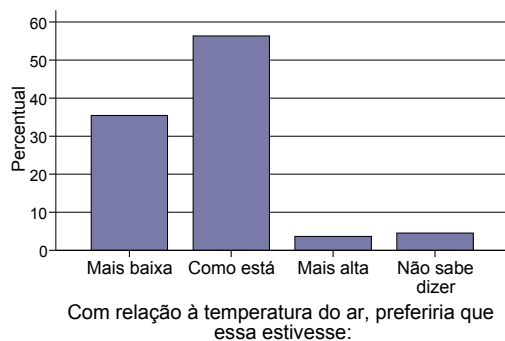


GRÁFICO 90 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

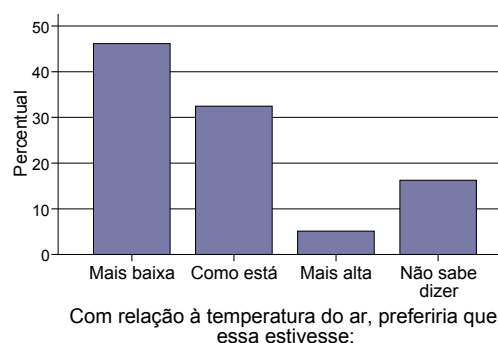


GRÁFICO 91 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

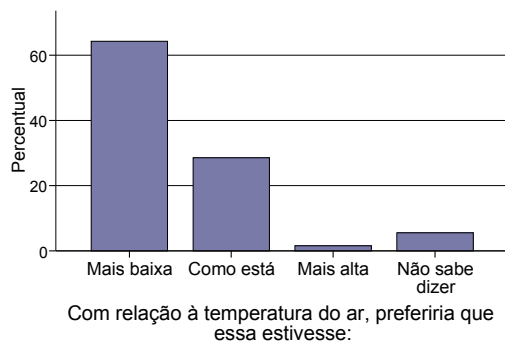


GRÁFICO 92 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

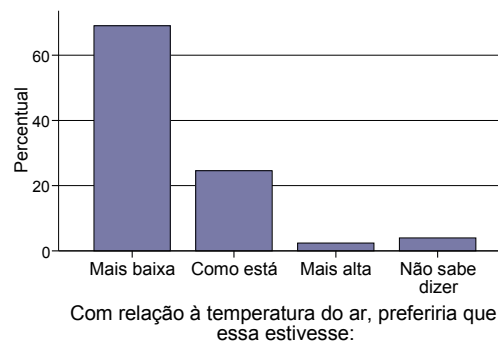


GRÁFICO 93 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

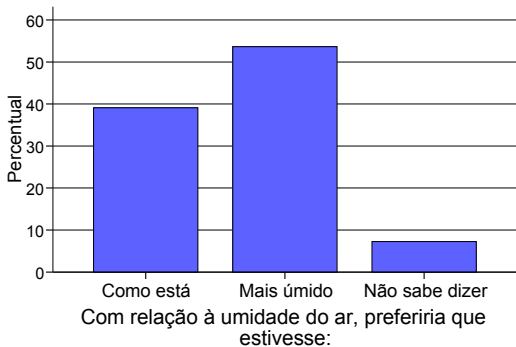


GRÁFICO 94 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

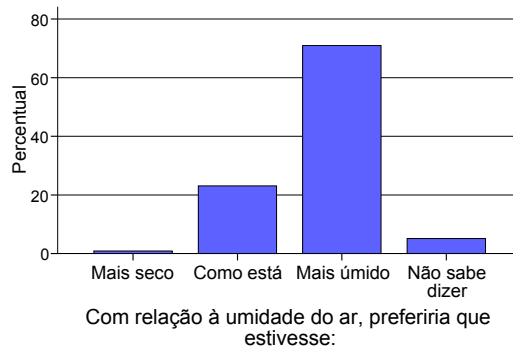


GRÁFICO 95 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

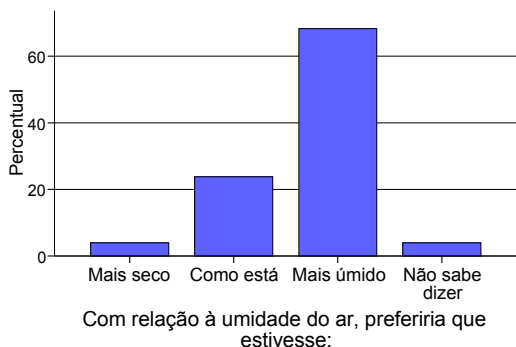


GRÁFICO 96 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

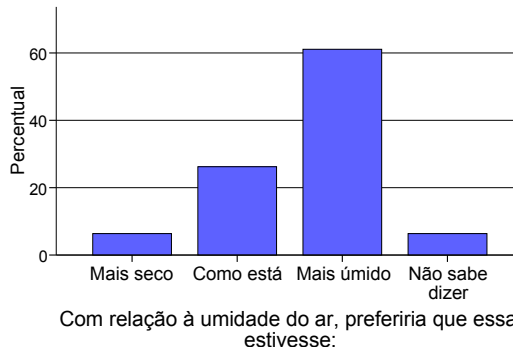


GRÁFICO 97 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

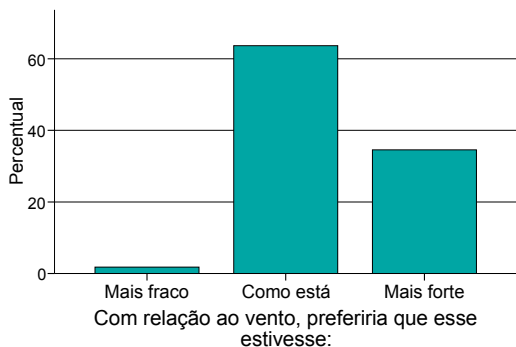


GRÁFICO 98 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

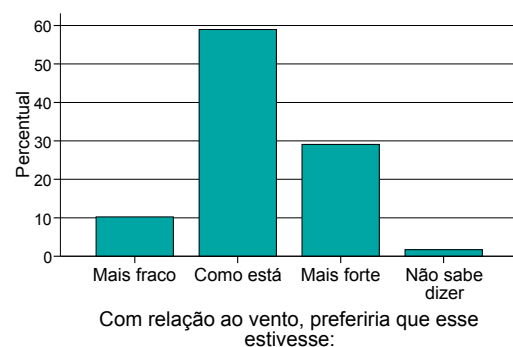


GRÁFICO 99 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

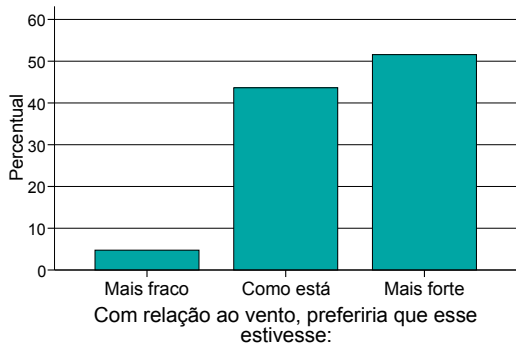


GRÁFICO 100 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

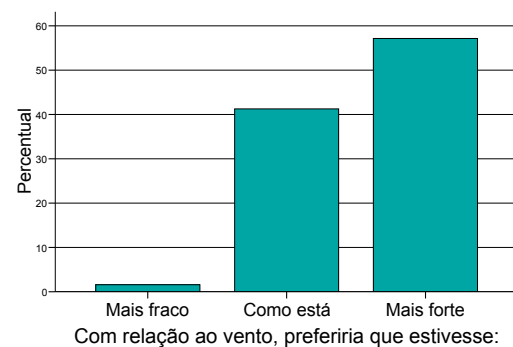


GRÁFICO 101 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

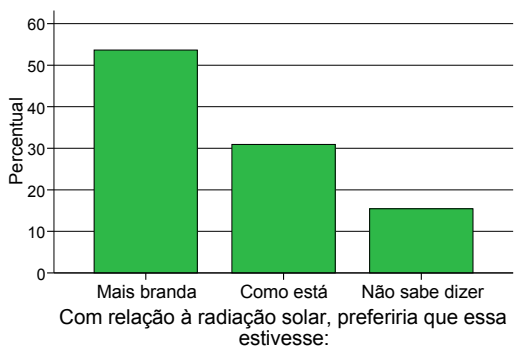


GRÁFICO 102 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

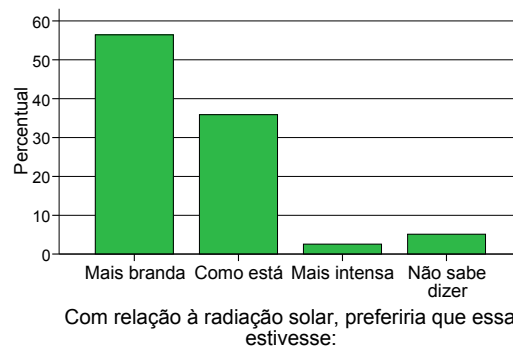


GRÁFICO 103 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

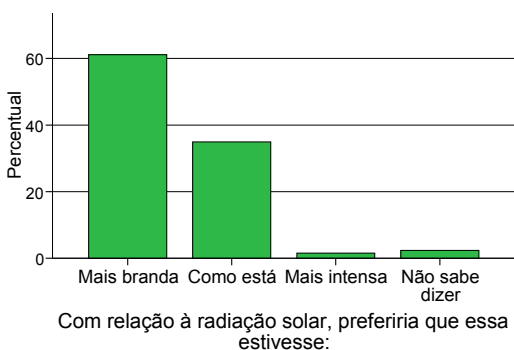


GRÁFICO 104 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

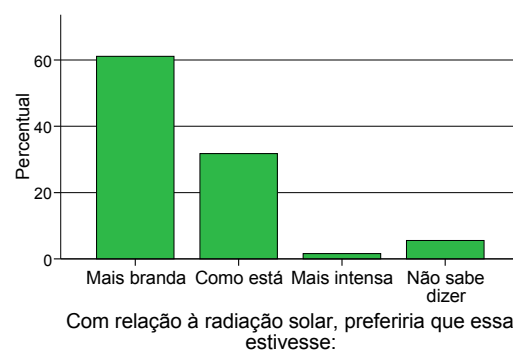


GRÁFICO 105 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Com relação à preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, apenas no outono as pessoas prefeririam a temperatura do ar como estava mesmo (média de 24,1°C), coerentemente com as respostas sobre a avaliação de sensações térmicas como “confortáveis”. Nas demais estações, a maioria dos entrevistados prefeririam que esta variável estivesse mais baixa. Com relação à umidade do ar, em todas as estações, a maioria dos entrevistados preferiu que estivesse mais úmido. Em todo o ano a amplitude das médias de umidade relativa variou entre 47,5%, no inverno, e 55,2%, no outono. Com relação ao vento, no outono e no inverno, a maioria preferia que esta variável estivesse como estava (média de 0,6m/s), enquanto que, na primavera e no verão, os entrevistados prefeririam que o vento estivesse mais forte (médias de 0,2m/s e 0,4m/s, respectivamente). Com relação à radiação solar, a maioria dos entrevistados, durante todas as campanhas, prefeririam que esta estivesse mais branda. De uma maneira geral, as pessoas prefeririam que a temperatura do ar estivesse mais baixa (exceto no outono); a umidade do ar, mais alta; o vento, mais forte (na primavera e no verão); e a radiação solar, mais branda.

A avaliação dos dados-controle (GRÁFICOS 106 a 121) demonstra que a maioria dos entrevistados, durante as quatro campanhas, se considera calorento. Porém, na primavera e no verão, estações que apresentaram os valores mais altos de PET, uma porcentagem maior dos entrevistados (em torno de 50%) afirmaram ser calorentos, ou seja, sensíveis ao calor. Os motivos mais frequentes pelos quais os entrevistados estavam na Praça da Liberdade durante os períodos de levantamento de campo foram trabalho, passeio ou passagem. Na primeira, segunda e terceira campanhas, a maioria dos entrevistados estava sozinho, enquanto, na quarta, a maioria estava acompanhada. Quanto à ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, o consumo de bebidas quentes não é significativo em nenhuma das campanhas. A predominância de bebidas frias a quentes pode também representar outro mecanismo de conforto adaptativo, conforme descrito no item 2.3.4.

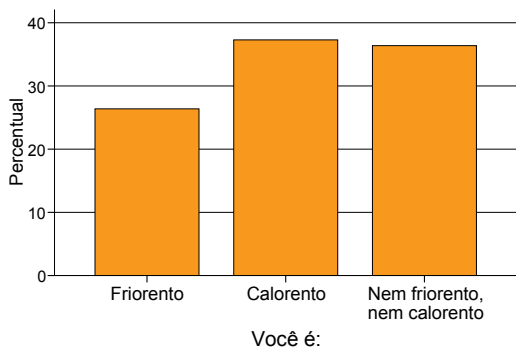


GRÁFICO 106 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

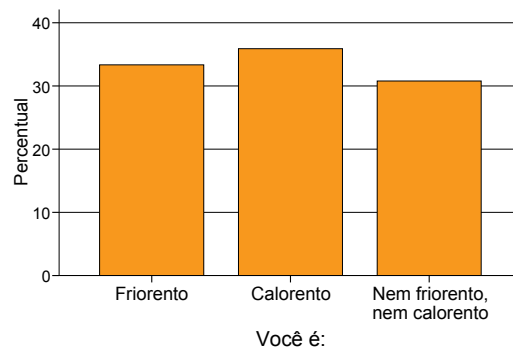


GRÁFICO 107 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

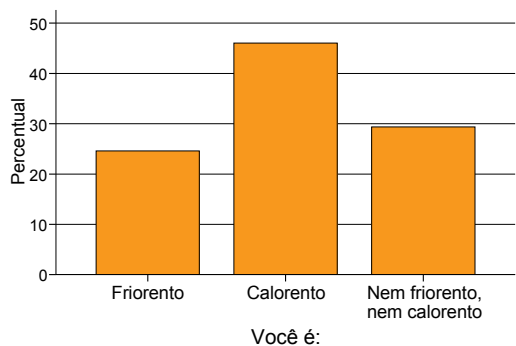


GRÁFICO 108 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

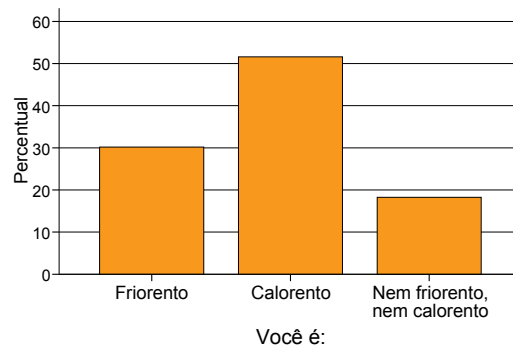


GRÁFICO 109 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

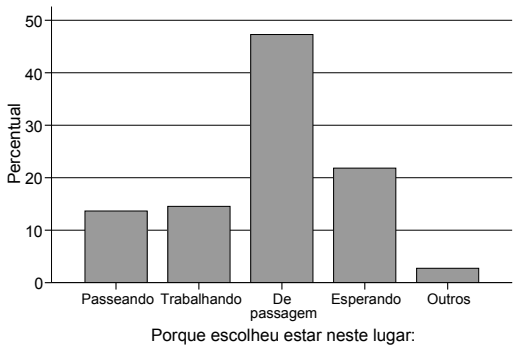


GRÁFICO 110 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

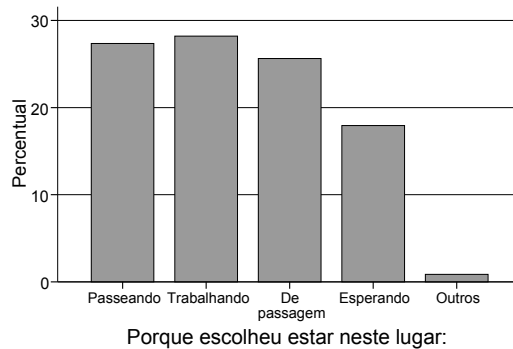


GRÁFICO 111 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

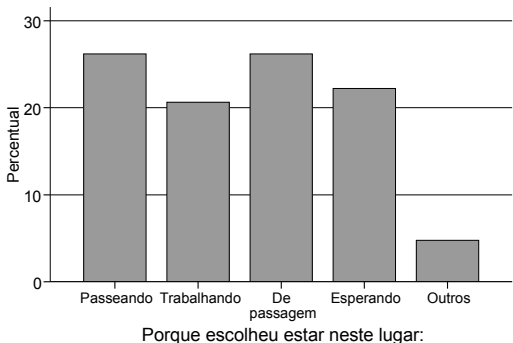


GRÁFICO 112 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

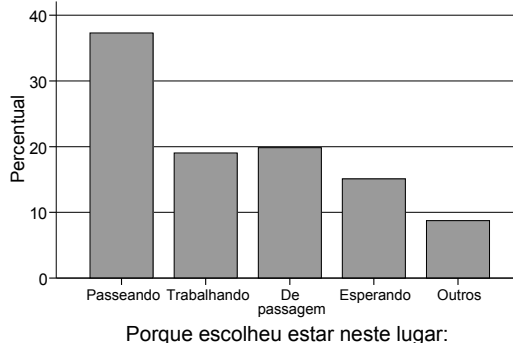


GRÁFICO 113 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÁFICO 114 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

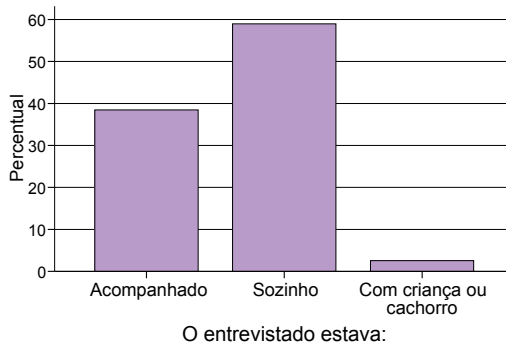


GRÁFICO 115 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

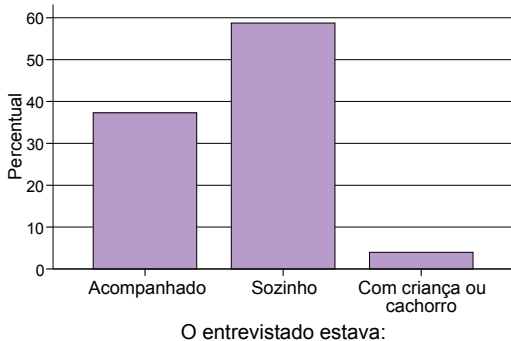


GRÁFICO 116 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

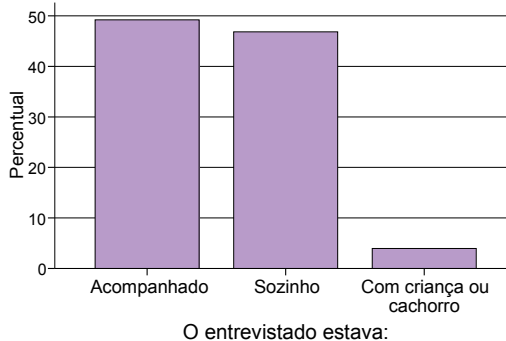


GRÁFICO 117 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

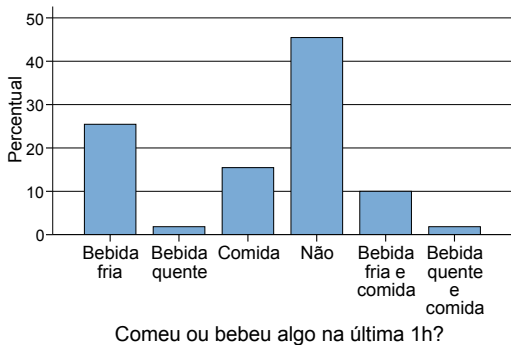


GRÁFICO 118 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

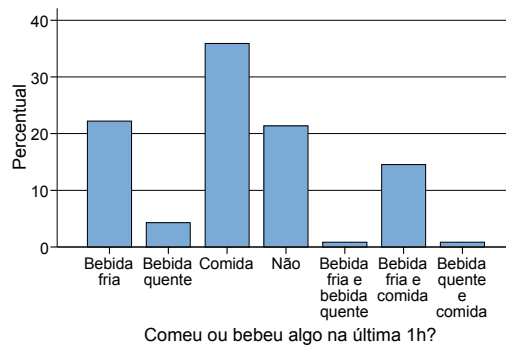


GRÁFICO 119 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

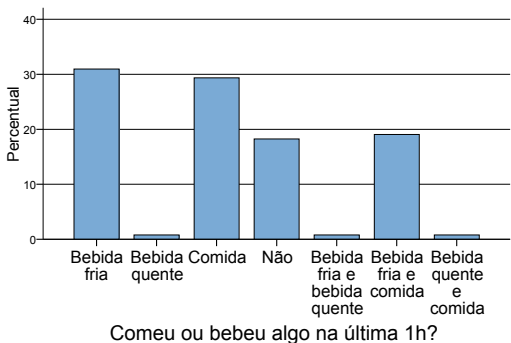


GRÁFICO 120 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

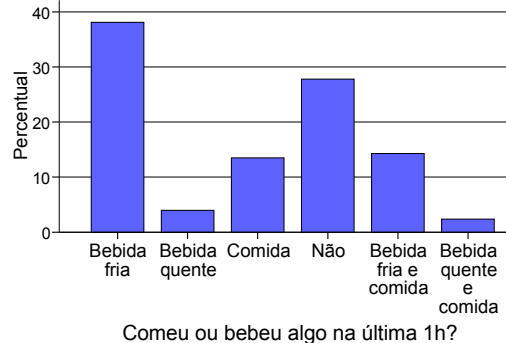


GRÁFICO 121 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Em todas as campanhas a grande maioria dos entrevistados entenderam as questões do questionário sem a ajuda do entrevistador (GRÁFICOS 122 a 125).

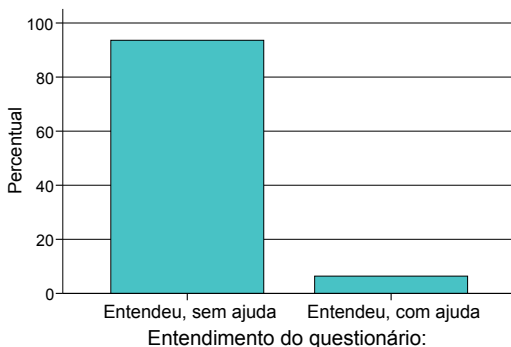


GRÁFICO 122 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

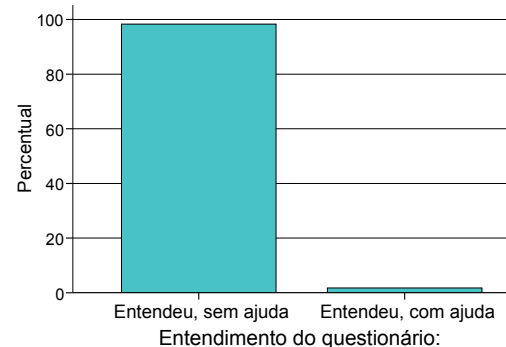


GRÁFICO 123 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

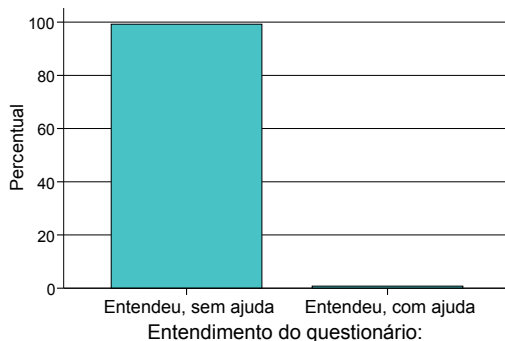


GRÁFICO 124 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

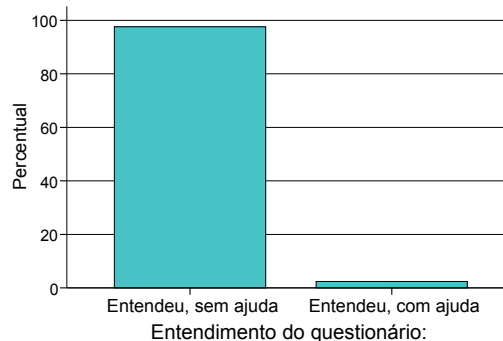


GRÁFICO 125 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Pela análise dos GRÁFICOS 126 a 129, pode-se verificar que houve entrevistados moradores de todas as regionais da capital. O local de moradia dos entrevistados mais frequente foi a regional centro-sul, provavelmente porque a Praça da Liberdade localiza-se nessa regional. Porém, a distribuição de frequências dos locais de moradias, por regional, dos entrevistados, ficou bastante equilibrado.

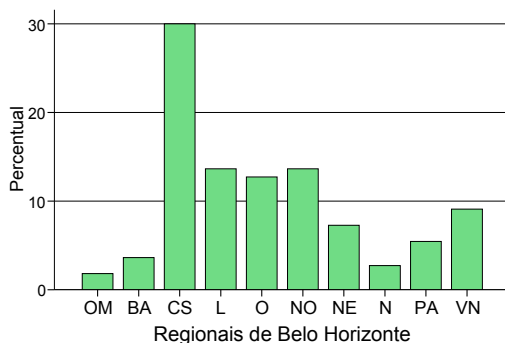


GRÁFICO 126 - Local de moradia dos entrevistados, C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

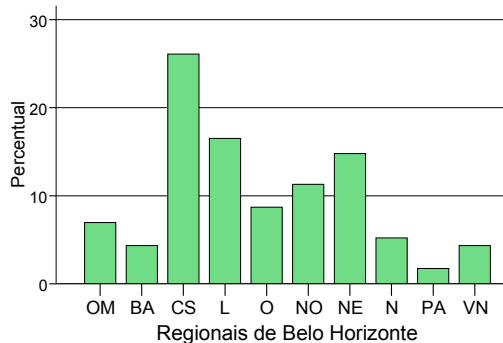


GRÁFICO 127 - Local de moradia dos entrevistados, C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

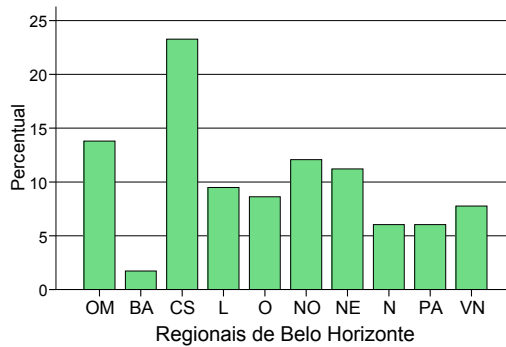


GRÁFICO 128 - Local de moradia dos entrevistados, C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

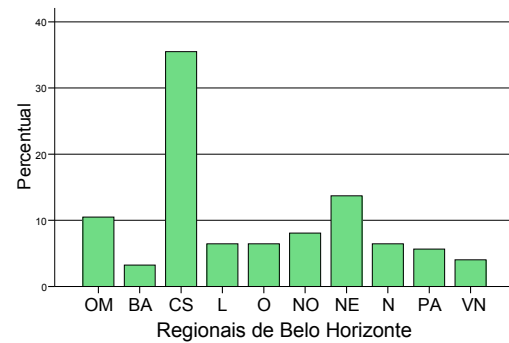


GRÁFICO 129 - Local de moradia dos entrevistados, C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

Com relação aos motivos que levaram à eliminação de alguns questionários aplicados, os motivos mais frequentes foram o fato de o entrevistado não residir em Belo Horizonte e a idade, além de erros de preenchimento e problemas de aclimação devido à prévia permanência em ambientes com ar-condicionado (GRÁFICOS 130 a 133).

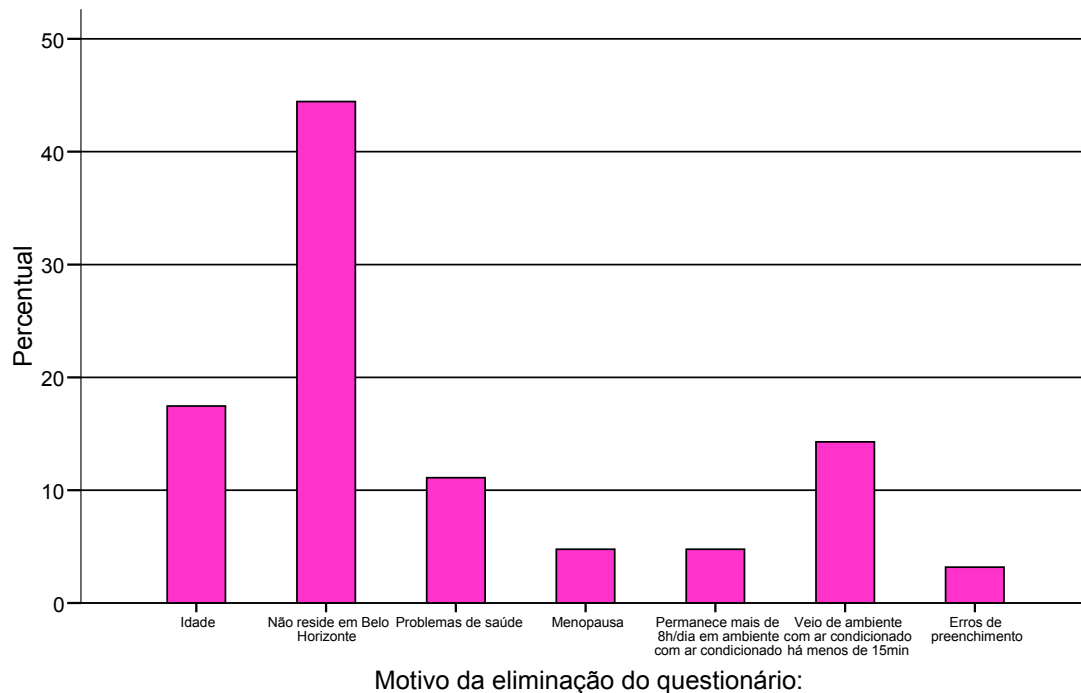


GRÁFICO 130 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C1PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

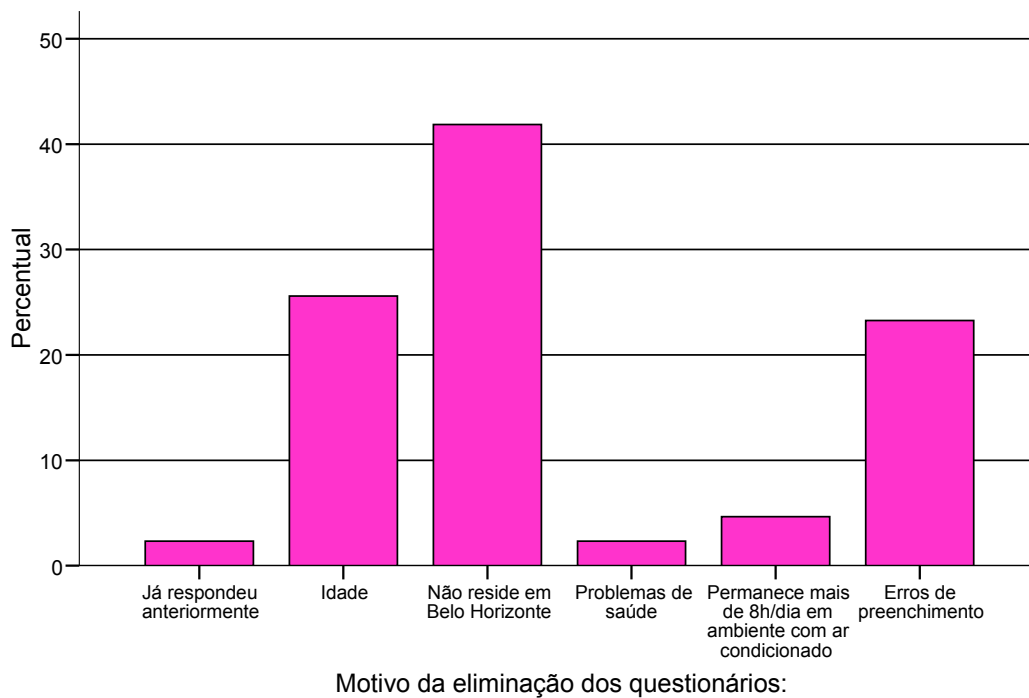


GRÁFICO 131 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C2PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

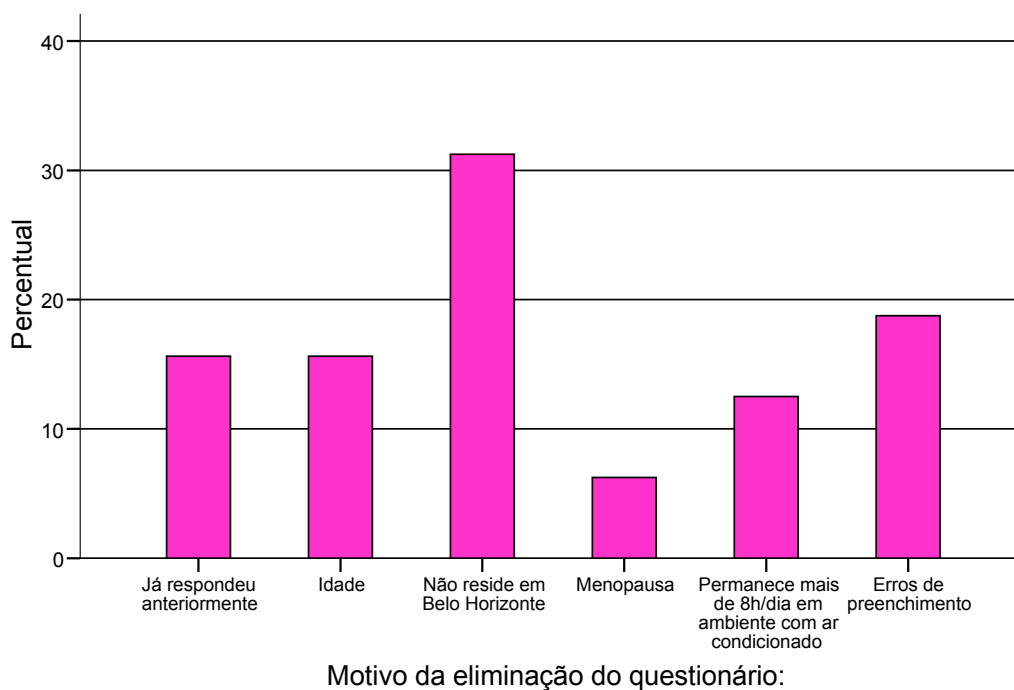
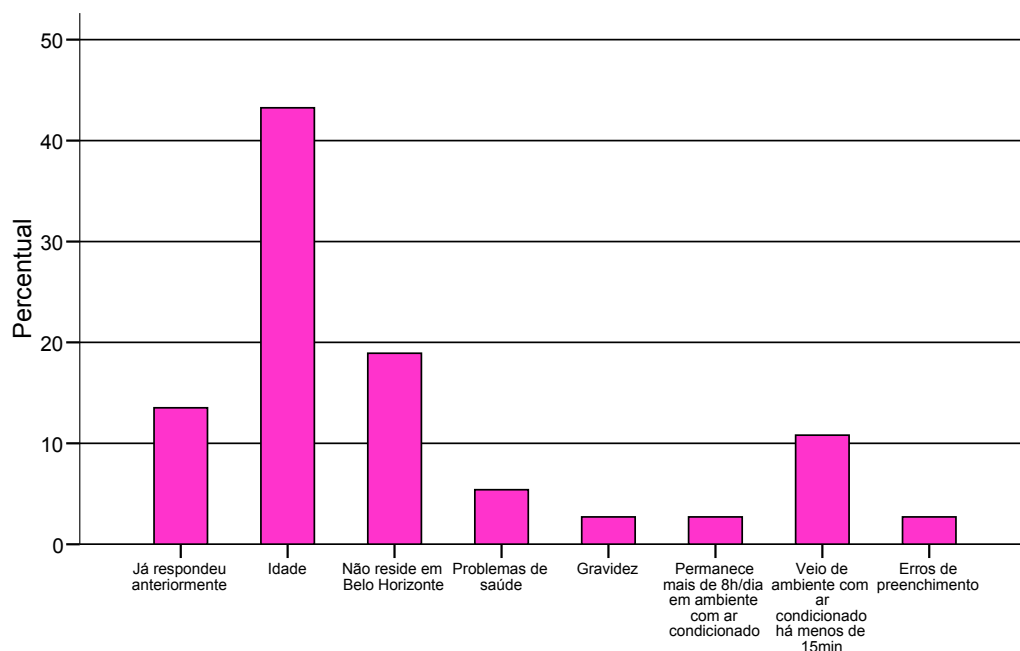


GRÁFICO 132 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C3PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



Motivo da eliminação do questionário:

GRÁFICO 133 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C4PL. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

#### 4.1.3 Praça Sete de Setembro

A apresentação dos resultados para a Praça Sete de Setembro seguirá a mesma ordem de apresentação dos resultados da Praça da Liberdade, ou seja, serão apresentados primeiramente, os dados relacionados às variáveis microclimáticas, ao índice PET, às variáveis individuais, subjetivas, aos dados-controle, e, por fim, os dados relacionados aos questionários eliminados.

Considerando que os levantamentos de campo ocorreram em dias consecutivos de cada estação, e não nos mesmos dias, a comparação direta dos resultados das variáveis microclimáticas medidas em cada uma das praças não foi realizada. Algumas observações, porém, foram tecidas sobre aspectos discrepantes ou recorrentes nas quatro estações.

A análise das variáveis microclimáticas inicia-se pela apresentação das TABELAS 27 a 30, que mostram a análise descritiva das variáveis temperatura ( $T_a$ ), umidade (RH) e velocidade do ar (v).

TABELA 27.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH, v, da C1PS (23/04/2009).

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	v (m/s)
N	31	31	31	31	31
Média	27,9	27,2	42,8	44,5	1,2
Mediana	28,0	27,2	43,5	44,6	1,5
Desvio Padrão	0,7	0,4	2,0	1,7	1,2
Coef. Variação (%)	2,5	1,3	4,7	3,8	-
Mínimo	26,4	26,3	39,0	42,0	0,0
Máximo	29,1	27,8	46,6	47,9	4,4
Amplitude	2,7	1,5	7,6	5,9	4,4

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 28.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH, v, da C2PS (21/07/2009).

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	v (m/s)
N	37	37	37	37	37
Média	25,5	24,9	54,1	55,6	1,2
Mediana	25,4	24,9	54,3	55,7	1,5
Desvio Padrão	0,5	0,4	1,2	0,8	1,1
Coef. Variação (%)	2,0	1,5	2,3	1,5	-
Mínimo	24,7	24,4	51,3	53,5	0,0
Máximo	26,7	25,8	56,2	57,2	3,5
Amplitude	2,0	1,4	4,9	3,7	3,5

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 29.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH, v, da C3PS (14/10/2009).

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	v (m/s)
N	49	49	49	49	49
Média	29,3	28,8	50,5	51,7	0,7
Mediana	29,3	28,9	50,5	51,8	0,0
Desvio Padrão	1,1	0,7	2,7	1,8	0,9
Coef. Variação (%)	3,6	2,4	5,3	3,5	-
Mínimo	27,2	27,2	44,6	48,3	0,0
Máximo	31,8	31,0	56,1	55,3	3,0
Amplitude	4,6	3,8	11,5	7,0	3,0

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 30.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_a$ , RH, v, da C4PS (29/01/2010).

	$T_a$ (°C) - Sol	$T_a$ (°C) - Sombra	RH (%) - Sol	RH (%) - Sombra	v (m/s)
N	61	61	61	61	61
Média	30,2	28,6	49,2	53,0	0,9
Mediana	30,1	28,6	49,6	53,2	0,2
Desvio Padrão	0,9	0,4	1,8	0,8	1,0
Coef. Variação (%)	3,1	1,4	3,7	1,6	-
Mínimo	28,1	27,6	45,0	51,0	0,0
Máximo	32,1	29,2	53,5	54,6	3,2
Amplitude	4,0	1,6	8,5	3,6	3,2

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Verifica-se que a menor média de temperatura do ar, medida na sombra, foi constatada no inverno, enquanto a maior foi constatada na primavera, sendo essa média muito próxima à constatada no verão. A diferença entre as médias de temperaturas do ar, medidas no sol e

na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 0,5°C a 1,5°C, comprovando, conforme explicado no item anterior, a eficiência da utilização do abrigo meteorológico na minimização das influências da radiação nos valores medidos na situação ao sol. Semelhantemente ao ocorrido na Praça da Liberdade, os valores de temperatura do ar, medidos na sombra, apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores de temperatura do ar, medidos no sol.

A menor média de umidade relativa do ar, medida na sombra, foi constatada no outono, enquanto a maior foi constatada no inverno. A diferença entre as médias de umidades relativas do ar, medidas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 1% a 4%. Assim como ocorrido na Praça da Liberdade, os valores de umidade do ar medidos na sombra apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores de umidade do ar medidos no sol.

A máxima velocidade do ar registrada foi no outono, seguida da registrada no inverno, dados muito semelhantes ao ocorrido na Praça da Liberdade. Os valores máximos registrados de velocidade do ar, para as quatro estações, foram maiores na Praça Sete de Setembro, provavelmente devido ao efeito de canalização deste na malha urbana mais verticalizada, e também devido à ausência de vegetação abundante, como ocorre na Praça da Liberdade.

As TABELAS 31 a 34 apresentam a análise descritiva dos dados medidos de temperatura de globo ( $T_g$ ) e calculados de temperatura radiante média ( $T_{mrt}$ ), a partir da EQUAÇÃO 5, descrita no item 3.1.6.

TABELA 31.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mrt}$ , da C1PS (23/04/2009)<sup>26</sup>.

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mrt}$ (°C) - Sol	$T_{mrt}$ (°C) - Sombra
N	31	31	31	31
Média	29,0	26,7	31,4	24,5
Mediana	29,4	26,7	30,0	25,5
Desvio Padrão	1,5	0,2	6,7	2,6
Coef. Variação (%)	5,3	0,8	21,5	10,5
Mínimo	26,5	26,3	18,8	17,8
Máximo	31,4	27,0	49,3	27,3
Amplitude	4,9	0,7	30,5	9,5

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

<sup>26</sup> No dia 23/04/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 7 décimos de céu, conforme Tabela 7, item 3.2.

TABELA 32.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mt}$ , da C2PS (21/07/2009)<sup>27</sup>.

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mt}$ (°C) - Sol	$T_{mt}$ (°C) - Sombra
N	37	37	37	37
Média	26,5	25,2	29,9	25,9
Mediana	25,6	25,0	26,9	25,5
Desvio Padrão	1,7	0,5	7,1	1,6
Coef. Variação (%)	6,5	2,1	23,6	6,3
Mínimo	24,8	24,3	21,2	23,1
Máximo	30,3	26,9	47,5	30,8
Amplitude	5,5	2,6	26,3	7,7

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 33.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mt}$ , da C3PS (14/10/2009)<sup>28</sup>.

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mt}$ (°C) - Sol	$T_{mt}$ (°C) - Sombra
N	49	48	49	48
Média	29,9	28,8	31,0	28,2
Mediana	29,7	29,0	30,1	29,0
Desvio Padrão	1,7	0,8	4,3	1,3
Coef. Variação (%)	5,8	2,8	13,8	4,6
Mínimo	27,2	27	25,5	24,0
Máximo	35,8	30,1	51,0	32,2
Amplitude	8,6	3,1	25,5	8,2

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 34.  
Análise descritiva das variáveis microclimáticas  $T_g$ ,  $T_{mt}$ , da C4PS (29/01/2010)<sup>29</sup>.

	$T_g$ (°C) - Sol	$T_g$ (°C) - Sombra	$T_{mt}$ (°C) - Sol	$T_{mt}$ (°C) - Sombra
N	61	61	61	61
Média	32,5	28,7	38,2	28,9
Mediana	32,4	28,7	35,6	28,9
Desvio Padrão	2,7	0,5	9,3	1,2
Coef. Variação (%)	8,2	1,9	24,3	4,3
Mínimo	28,0	27,5	27,0	26,4
Máximo	38,2	29,6	63,4	32,0
Amplitude	10,2	2,1	36,4	5,6

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pela análise das TABELAS 31 a 34, verifica-se que a menor média de temperatura de globo, medida no sol, foi constatada no inverno, enquanto a maior foi constatada no verão. A diferença entre as médias de temperaturas de globo, medidas no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 1,5°C a 4°C. A amplitude e o desvio-padrão dos valores medidos no sol são muito maiores que essas medidas dos valores coletados na sombra, demonstrando a maior dispersão e variabilidade dos dados obtidos com o globo

<sup>27</sup> No dia 21/07/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 6 décimos de céu, conforme Tabela 7, item 3.2.

<sup>28</sup> No dia 14/10/2009, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 8 décimos de céu, conforme Tabela 7, item 3.2.

<sup>29</sup> No dia 29/01/2010, o valor da nebulosidade, no horário de 15h (18UTC), foi de 6 décimos de céu, conforme Tabela 7, item 3.2.

posicionado no sol. Na sombra, os valores medidos de temperatura de globo assemelham-se aos valores de temperatura do ar, devido à ausência de radiação solar direta.

A menor média de temperatura radiante média, obtida para o sol, foi constatada no inverno, enquanto a maior foi constatada no verão. A diferença entre as médias de temperatura radiante média, obtidas para o sol e para a sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 3°C a 9,5°C. Nessa área também os valores de temperatura radiante média, calculados para a sombra, apresentam menor variabilidade e menor dispersão que os valores dessa variável medidos no sol, e também, geralmente, os valores calculados de temperatura radiante média têm a tendência de serem ligeiramente maiores que os valores medidos de temperatura de globo.

As TABELAS 35 a 38 apresentam a análise descritiva dos valores de temperatura fisiológica equivalente, calculados para pessoas localizadas no sol e na sombra, e também para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), para cada uma das campanhas da pesquisa.

TABELA 35.

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C1PS (23/04/2009).

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	6	108	92	22
Média	30,9	25,1	25,7	24,1
Mediana	30,7	24,6	26,4	23,5
Desvio Padrão	1,1	2,3	2,7	1,8
Coef. Variação (%)	3,4	9,1	10,3	7,3
Mínimo	29,9	21,0	21,0	22,4
Máximo	32,2	28,2	32,2	27,6
Amplitude	2,3	7,2	11,2	5,2

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 36.

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C2PS (21/07/2009).

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	9	106	69	46
Média	27,9	23,9	24,6	23,7
Mediana	27,5	23,2	25,3	22,6
Desvio Padrão	1,6	1,9	2,3	1,8
Coef. Variação (%)	5,6	8,0	9,5	7,6
Mínimo	25,9	20,5	21,0	20,5
Máximo	30,4	27,0	30,4	27,3
Amplitude	4,5	6,5	9,4	6,8

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 37.

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C3PS (14/10/2009).

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	8	112	69	51
Média	30,8	28,7	29,2	28,3
Mediana	30,5	29,4	29,7	28,7
Desvio Padrão	0,9	1,4	1,3	1,5
Coef. Variação (%)	3,0	4,8	4,6	5,2
Mínimo	29,7	25,1	26,5	25,1
Máximo	32,8	30,3	32,8	30,0
Amplitude	3,1	5,2	6,3	4,9

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 38.

Análise descritiva dos valores de PET para pessoas localizadas no sol e na sombra, bem como para os períodos compreendidos pelo grupo 1 (13:30h – 15:30h) e pelo grupo 2 (15:30h – 17:30h), da C4PS (29/01/2010).

	PET (°C) - Sol	PET (°C) - Sombra	PET (°C) - Grupo 1	PET (°C) - Grupo 2
N	4	112	66	50
Média	37,2	28,3	28,9	28,1
Mediana	38,3	28,4	28,5	28,1
Desvio Padrão	4,1	1,2	2,6	1,2
Coef. Variação (%)	11,0	4,3	8,9	4,3
Mínimo	31,8	25,6	25,6	26,1
Máximo	40,4	30,2	40,4	31,8
Amplitude	8,6	4,6	14,8	5,7

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pela análise das TABELAS 35 a 38, verifica-se que a menor média de PET, obtida para o sol, foi constatada no inverno, possivelmente devidos aos baixos valores de temperatura do ar e temperatura radiante média obtidos para esta estação, enquanto a maior foi constatada no verão, provavelmente, também, por influência dos valores mais altos de temperatura radiante média calculados para esta estação. A menor média de PET, obtida para a sombra, foi constatada no inverno, estação que apresentou a menor média de temperatura do ar, enquanto a maior foi constatada na primavera, possivelmente devido à variável velocidade do ar, que apresentou a menor amplitude nesta estação. A diferença entre as médias de PET, no sol e na sombra, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 2 °C a 9°C. Um fato que chama a atenção nos resultados da análise descritiva dos valores de PET dessa praça é que, nas três primeiras campanhas, os valores de PET calculados para as situações em que as pessoas se encontravam na sombra foram mais dispersos e mais variáveis que os valores encontrados para as pessoas que se localizavam no sol. Isso por que, pela análise dos GRÁFICOS 154 a 157, pode-se perceber que os poucos valores calculados para pessoas localizadas no sol são bastante altos e homogêneos.

A diferença entre as médias de PET, Grupo 1 e Grupo 2, em todas as campanhas, variam, aproximadamente, de 1°C a 1,5°C, sendo os valores referentes ao Grupo 1 sempre

superiores aos do Grupo 2. Esse resultado é bastante previsível pois os valores do primeiro grupo representam o período de aquecimento, com elevados valores de radiação, enquanto os valores do segundo grupo representam o período de resfriamento, com valores menores de temperatura radiante média.

A seguir serão apresentadas as séries temporais das variáveis microclimáticas e dos valores de PET calculados.

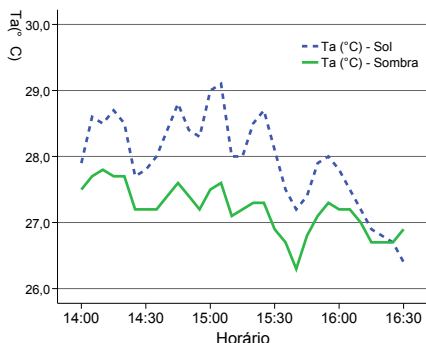


GRÁFICO 134 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

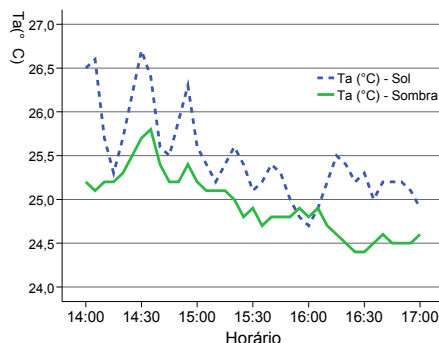


GRÁFICO 135 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

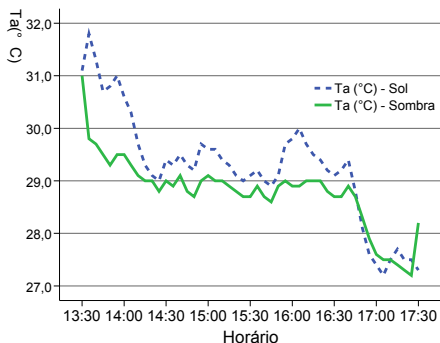


GRÁFICO 136 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

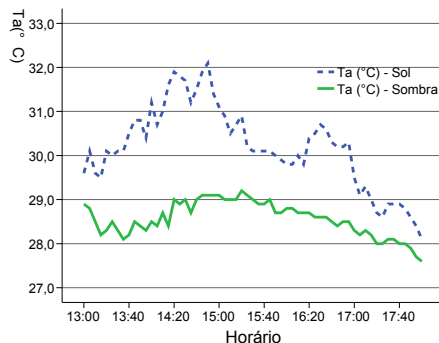
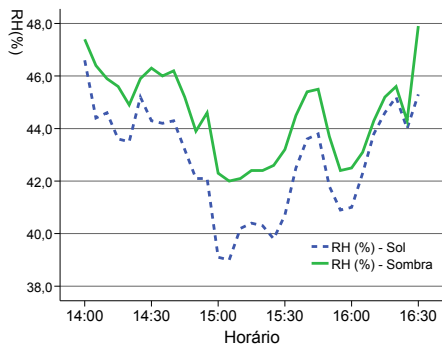
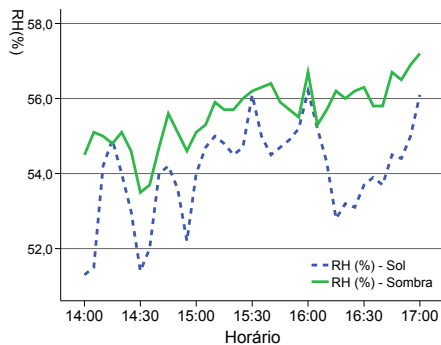


GRÁFICO 137 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C), no sol e na sombra, da C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

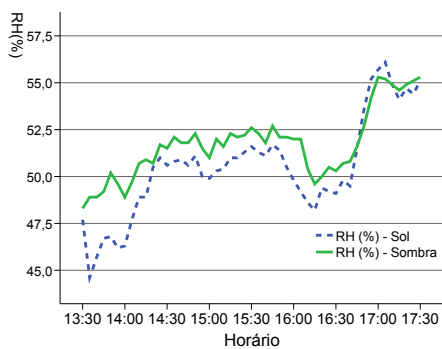
Os GRÁFICOS 134 a 137 mostram os picos dos valores instantâneos de temperatura do ar: para os valores medidos no sol e para os valores medidos na sombra, aproximadamente das 14h às 15h. Os valores mínimos de umidade relativa aproximadamente coincidem com os picos de temperatura do ar, conforme mostram os GRÁFICOS 138 a 141.



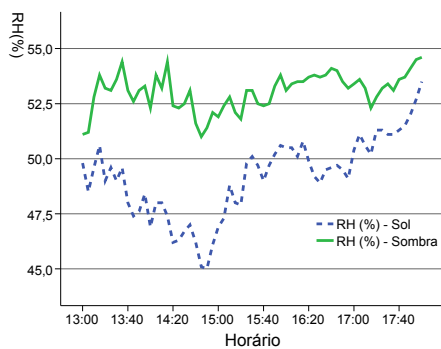
GRÀFICO 138 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÀFICO 139 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÀFICO 140 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÀFICO141 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%), no sol e na sombra, da C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS 142 a 145 demonstram a variabilidade dos valores medidos de velocidade do ar. As maiores amplitudes pode ser constatadas nos GRÁFICOS 142 e 143, referentes ao outono e ao inverno.

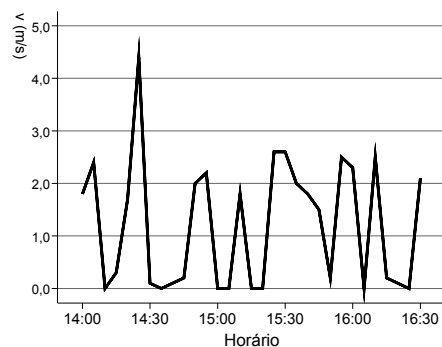


GRÁFICO 142 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

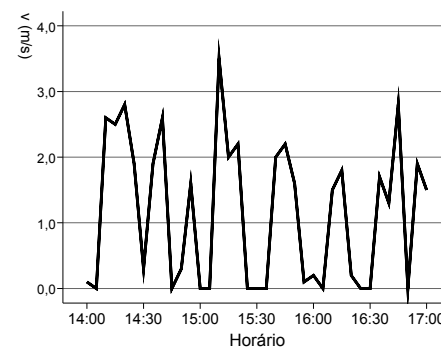


GRÁFICO 143 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

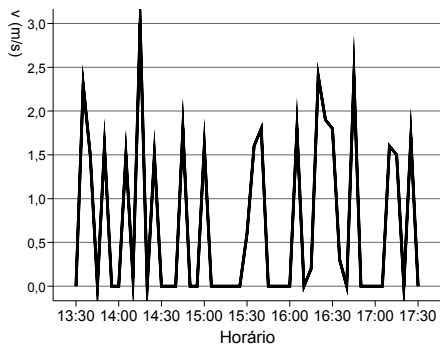


GRÁFICO 144 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C3PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

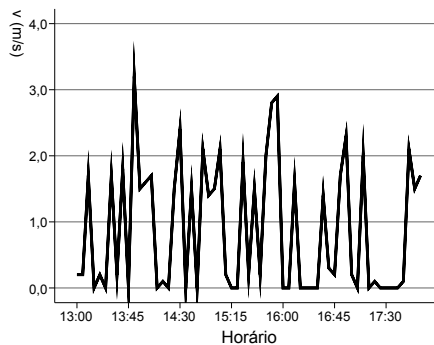


GRÁFICO 145 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s), da C4PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Tanto nos GRÁFICOS 146 a 149, referentes à temperatura de globo instantânea, quanto nos GRÁFICOS 150 a 153, referentes à temperatura radiante média, calculada com base também na temperatura de globo, pode-se constatar a grande diferença dos valores medidos no sol e na sombra. Os valores medidos no sol são mais variáveis, apresentando uma maior amplitude, e visivelmente mais altos. Já os valores medidos na sombra são mais constantes, com uma menor amplitude. Após as 16h, aproximadamente, pode-se perceber que os valores tendem a se igualar, tendo em vista, que a radiação solar direta já se encontra mais branda neste horário.

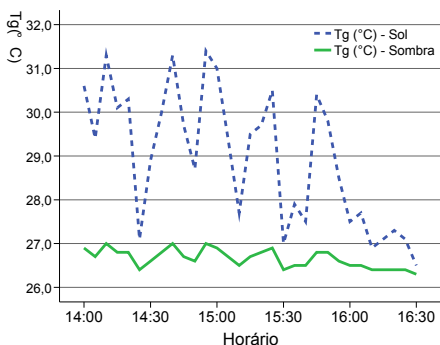


GRÁFICO 146 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C1PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

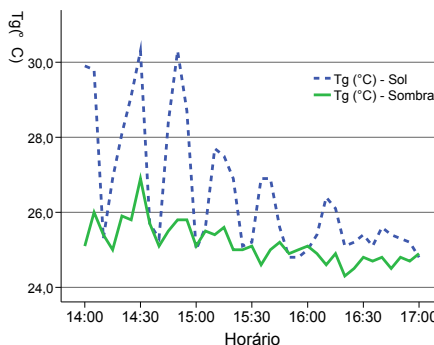


GRÁFICO 147 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C2PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

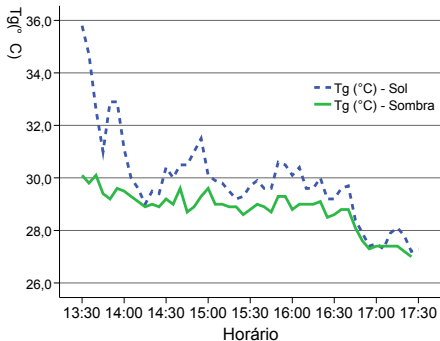


GRÁFICO 148 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C3PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

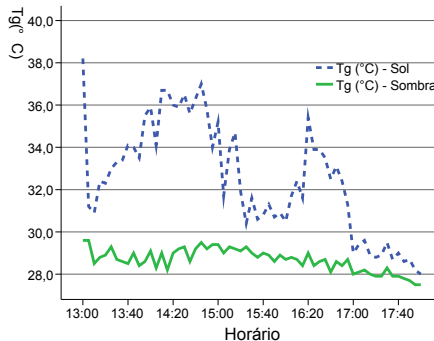


GRÁFICO 149 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), no sol e na sombra, C4PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

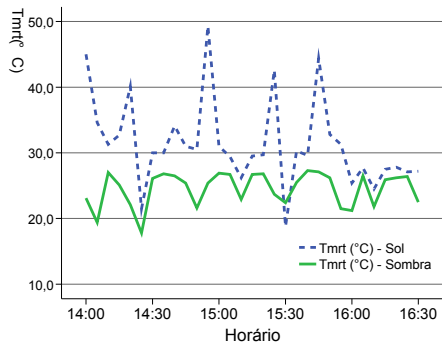


GRÁFICO 150 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

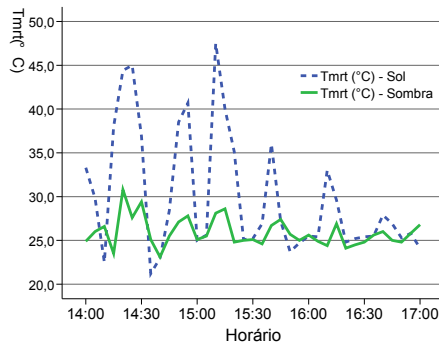


GRÁFICO 151 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

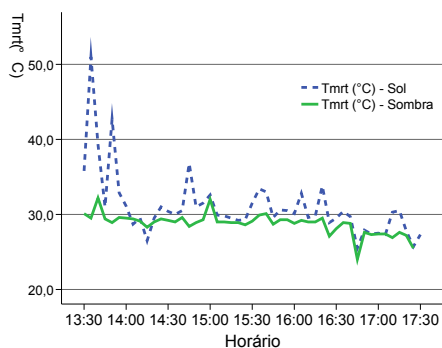


GRÁFICO 152 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

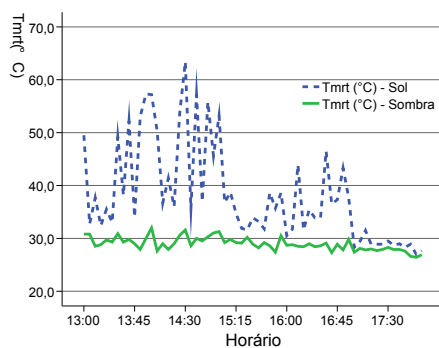


GRÁFICO 153 - Série temporal dos valores calculados de temperatura média radiante (°C), para o sol e para a sombra, da C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS de 154 a 157, a seguir, referem-se aos valores de PET classificados pela localização dos entrevistados no sol ou na sombra. Os GRÁFICOS de 158 a 161, apresentam os valores de PET obtidos para os Grupos 1 e 2.

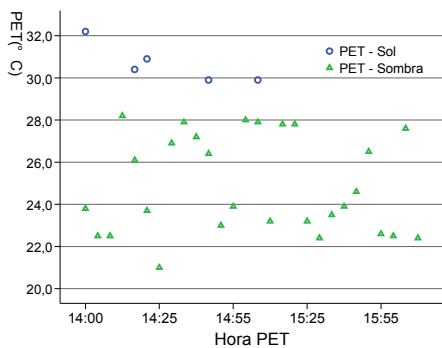


GRÁFICO 154 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

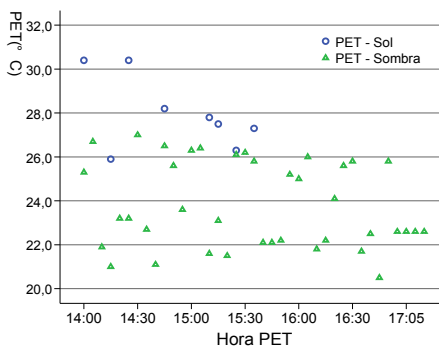


GRÁFICO 155 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

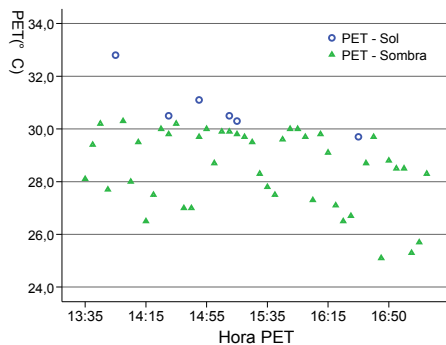


GRÁFICO 156 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C3PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

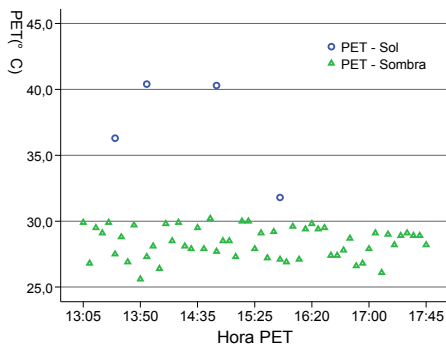


GRÁFICO 157 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o sol e para a sombra, da C4PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

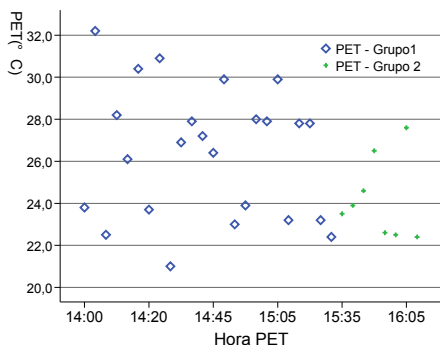


GRÁFICO 158 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C1PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

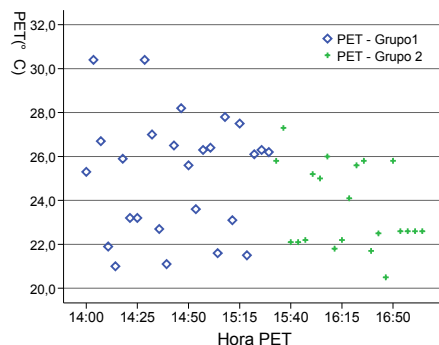


GRÁFICO 159 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C2PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

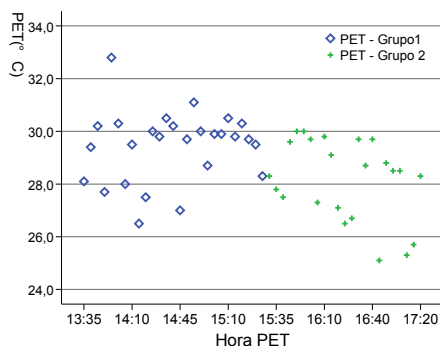


GRÁFICO 160 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C3PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

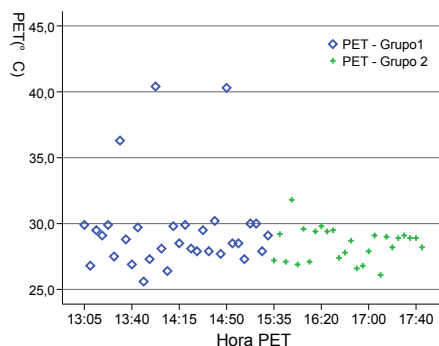


GRÁFICO 161 - Gráfico de dispersão dos valores calculados de temperatura equivalente fisiológica (°C), para o Grupo 1 e para o Grupo 2, da C4PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os valores de PET, calculados para pessoas localizadas no sol, são, mais elevados que os calculados para a sombra, porém, menos dispersos e variáveis nas três primeiras campanhas. Nota-se, pela interpretação dos GRÁFICOS 154 a 157, que a grande maioria das pessoas localizava-se na sombra. Os valores de PET, calculados para o Grupo 1, apresentam maior amplitude dos valores e maior variabilidade, que os calculados para o Grupo 2, os quais são mais contínuos e com menor amplitude.

As análises das variáveis individuais para a Praça Sete de Setembro se assemelham bastante aos resultados da análise dessas variáveis para o conjunto de dados, assim como ocorrido para a Praça da Liberdade. Os GRÁFICOS 162 a 177, a seguir, apresentam o resultado, por campanha, da análise das variáveis individuais obtidas nos levantamentos de campo realizados na Praça Sete de Setembro.

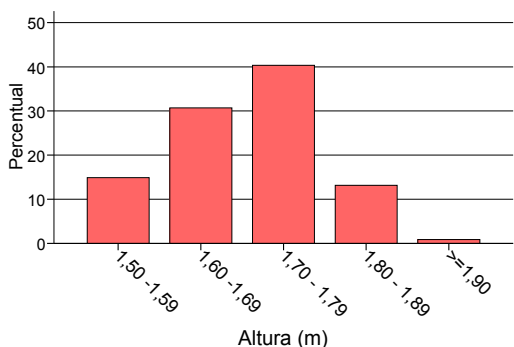


GRÁFICO 162 - Altura dos entrevistados, C1PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

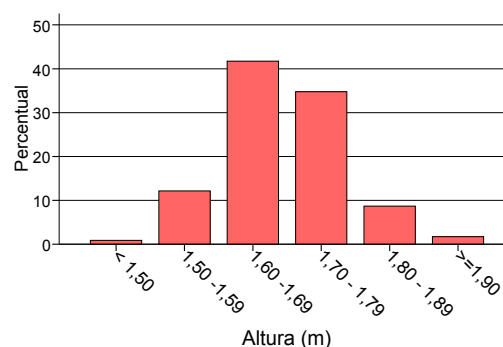


GRÁFICO 163 - Altura dos entrevistados, C2PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

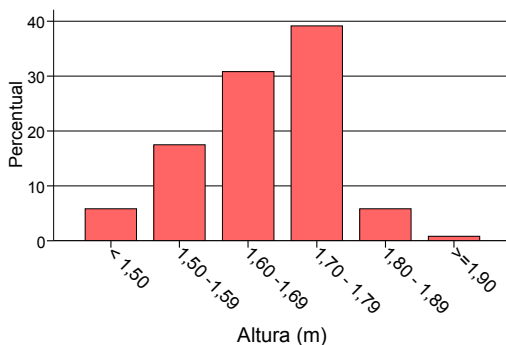


GRÁFICO 164 - Altura dos entrevistados, C3PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

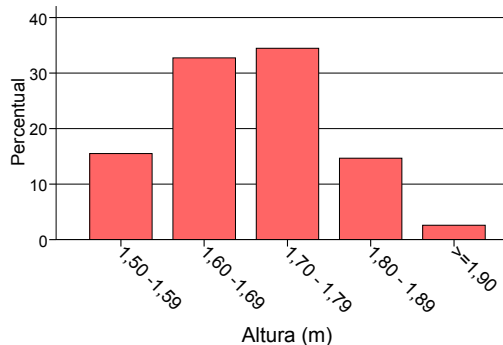


GRÁFICO 165 - Altura dos entrevistados, C4PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

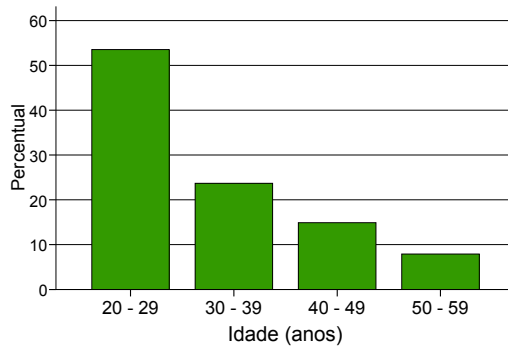


GRÁFICO 166 - Idade dos entrevistados, C1PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

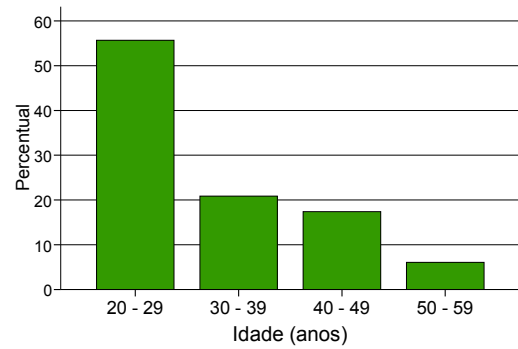


GRÁFICO 167 - Idade dos entrevistados, C2PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

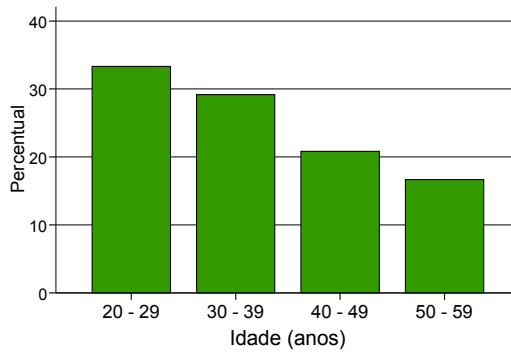


GRÁFICO 168 - Idade dos entrevistados, C3PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

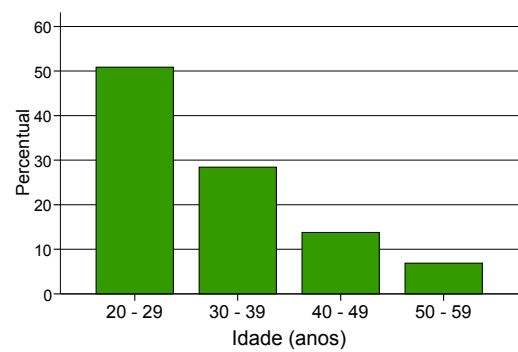


GRÁFICO 169 - Idade dos entrevistados, C4PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

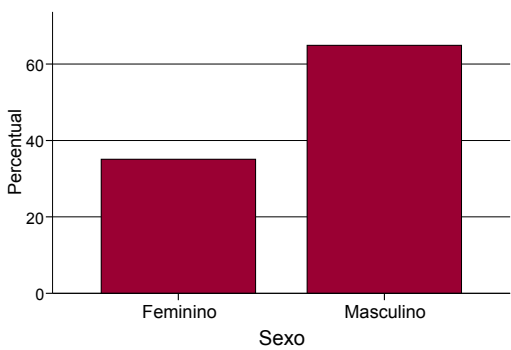


GRÁFICO 170 - Sexo dos entrevistados, C1PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

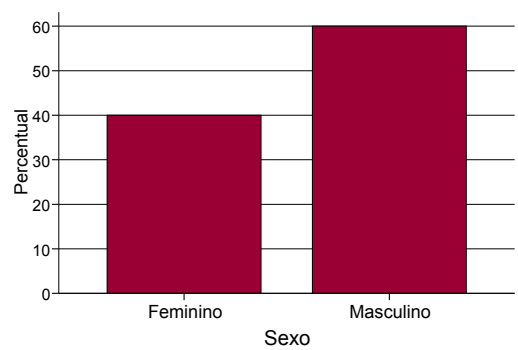


GRÁFICO 171 - Sexo dos entrevistados, C2PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

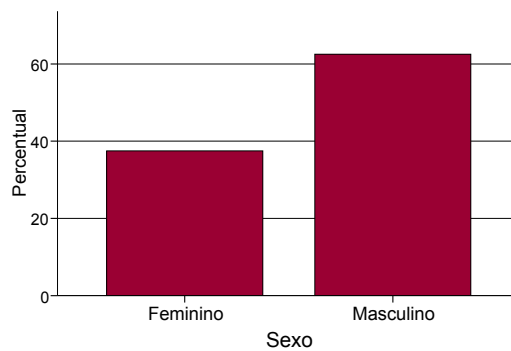


GRÁFICO 172 - Sexo dos entrevistados, C3PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

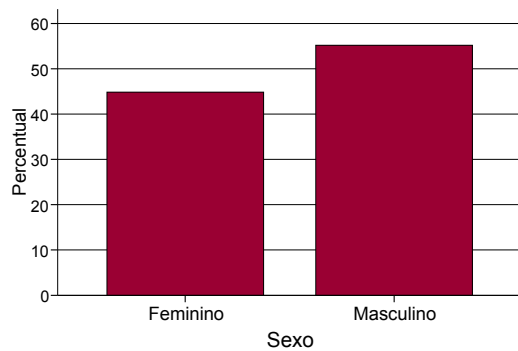


GRÁFICO 173 - Sexo dos entrevistados, C4PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

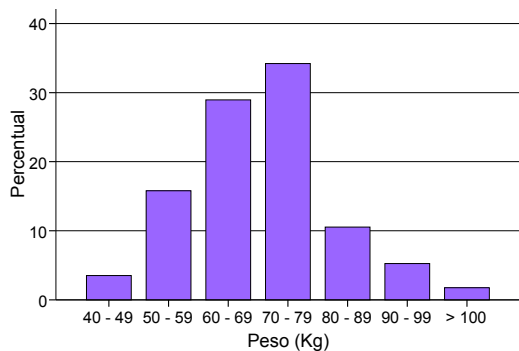


GRÁFICO 174 - Peso dos entrevistados, C1PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

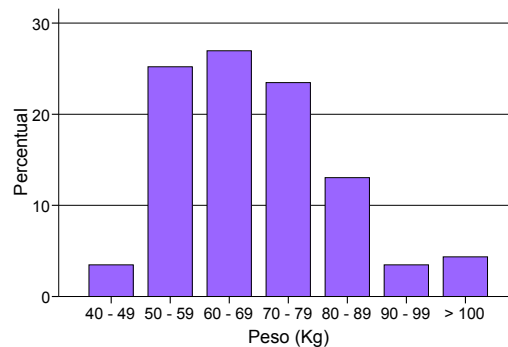


GRÁFICO 175 - Peso dos entrevistados, C2PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

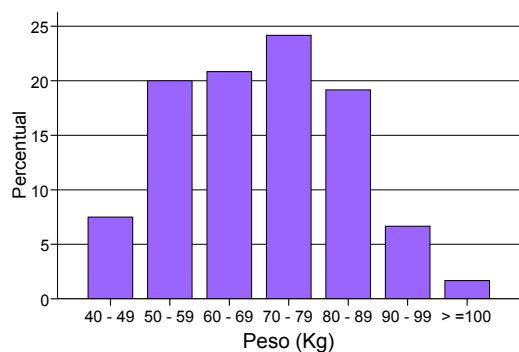


GRÁFICO 176 - Peso dos entrevistados, C3PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

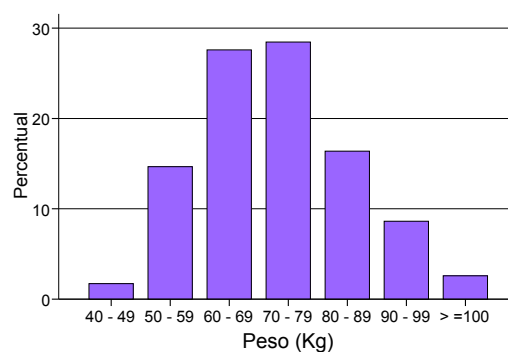


GRÁFICO 177 - Peso dos entrevistados, C4PS.  
Fonte: Produzido pela autora, 2010.

As características de idade e sexo dos entrevistados foram melhor detalhadas nas TABELAS 39 a 42 e nos GRÁFICOS 178 a 181. Conforme mencionado anteriormente, o mais frequente foi a entrevista de pessoas do sexo masculino, na faixa etária de 20 a 29 anos.

TABELA 39.  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C1PS.

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	24	37	61
30 - 39	10	17	27
40 - 49	5	12	17
50 - 59	1	8	9
Total	40	74	114

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 40.  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C2PS.

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	28	36	64
30 - 39	9	15	24
40 - 49	7	13	20
50 - 59	2	5	7
Total	46	69	115

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 41.  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C3PS.

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	20	20	40
30 - 39	14	21	35
40 - 49	8	17	25
50 - 59	3	17	20
Total	45	75	120

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

TABELA 42.  
Classificação por sexo e idade dos entrevistados,  
C4PS.

Idade	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
20 - 29	29	30	59
30 - 39	11	22	33
40 - 49	8	8	16
50 - 59	4	4	8
Total	52	64	116

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

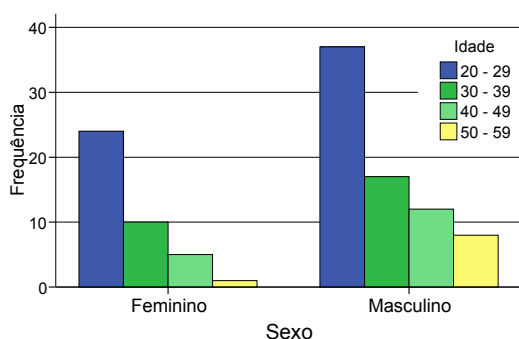


GRÁFICO 178 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

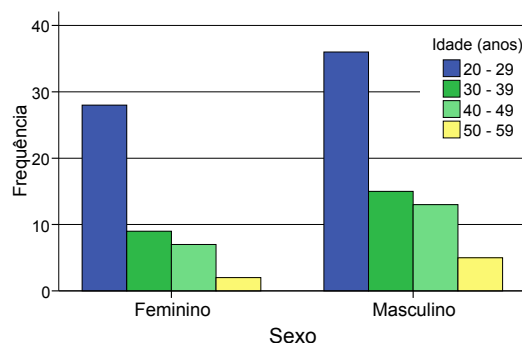


GRÁFICO 179 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

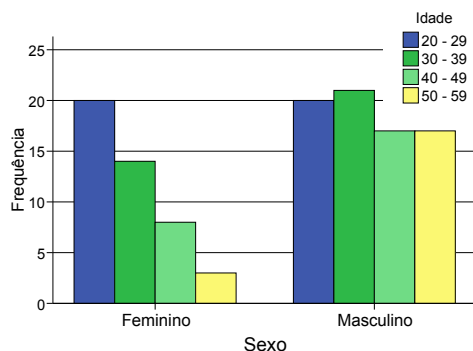


GRÁFICO 180 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

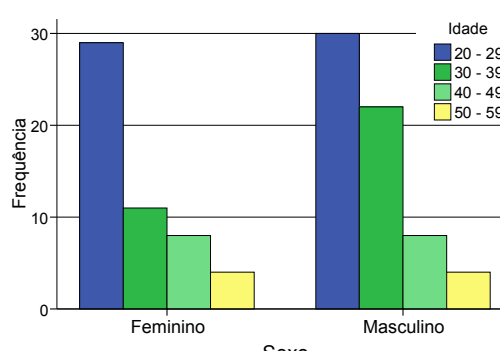


GRÁFICO 181 - Classificação por sexo e idade dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Assim como na Praça da Liberdade, a maioria dos entrevistados encontrava-se sentados (GRÁFICOS 182 a 185), que corresponde à taxa metabólica de 105W (GRÁFICOS 186 a 189), e a vestimenta mais frequente em todas as estações, claramente, foi a com resistência térmica de 0,5clo (GRÁFICOS 190 a 193).

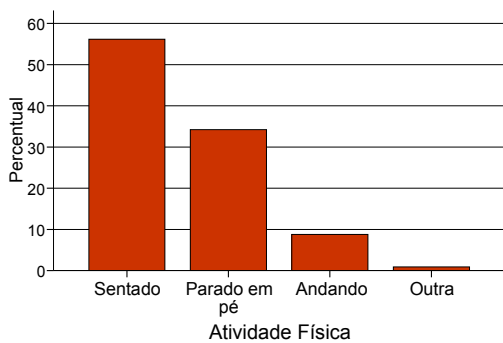


GRÁFICO 182 - Atividade física dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

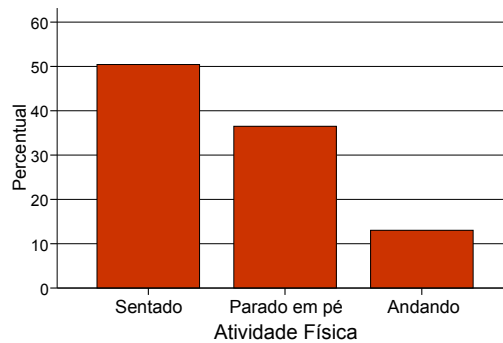


GRÁFICO 183 - Atividade física dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

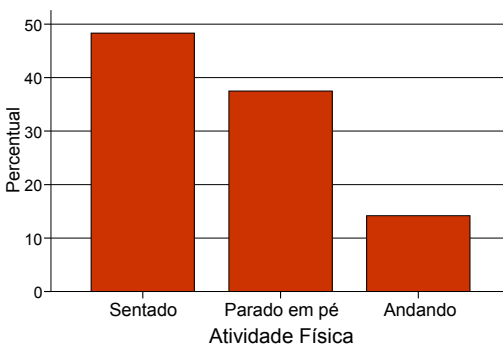


GRÁFICO 184 - Atividade física dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

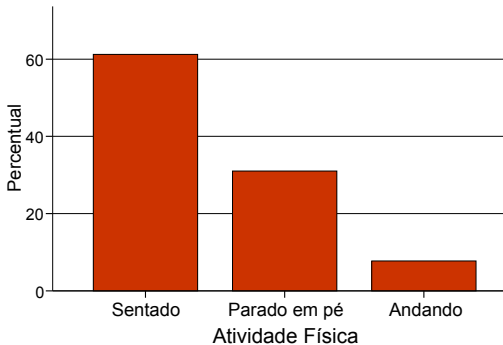


GRÁFICO 185 - Atividade física dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

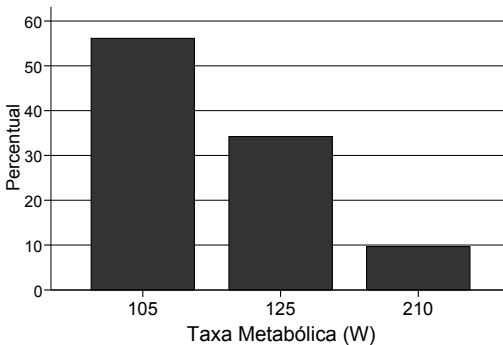


GRÁFICO 186 - Taxa metabólica dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

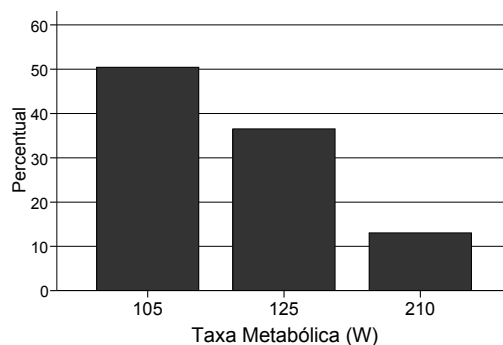


GRÁFICO 187 - Taxa metabólica dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

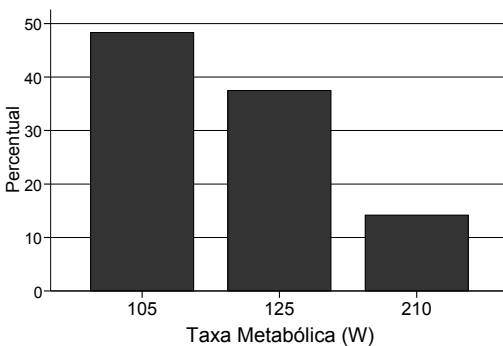


GRÁFICO 188 - Taxa metabólica dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

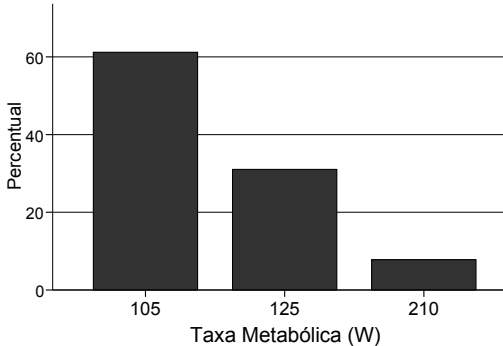


GRÁFICO 189 - Taxa metabólica dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

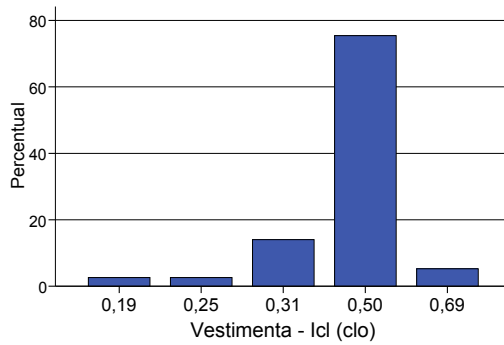


GRÁFICO 190 - Vestimenta dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

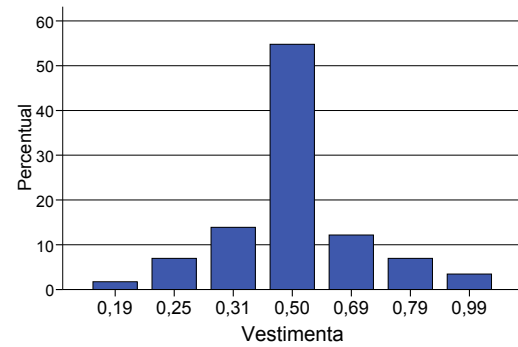


GRÁFICO 191 - Vestimenta dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

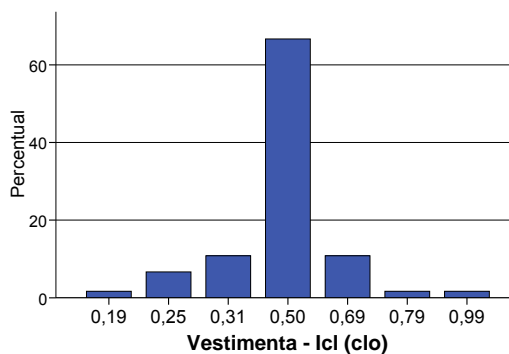


GRÁFICO 192 - Vestimenta dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

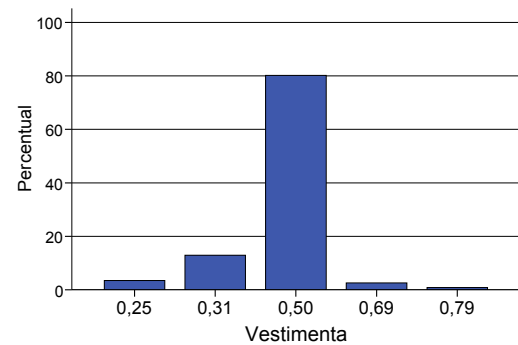


GRÁFICO 193 - Vestimenta dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

A localização dos entrevistados durante a entrevista foi visivelmente mais frequente na sombra (GRÁFICOS 194 a 197). Em todos os quatro levantamentos de campo, em todas as estações, mais de 80% dos entrevistados situavam-se na sombra.

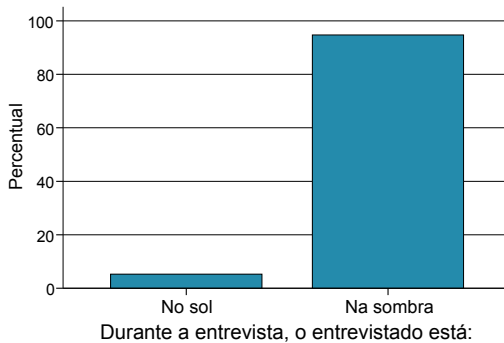


GRÁFICO 194 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

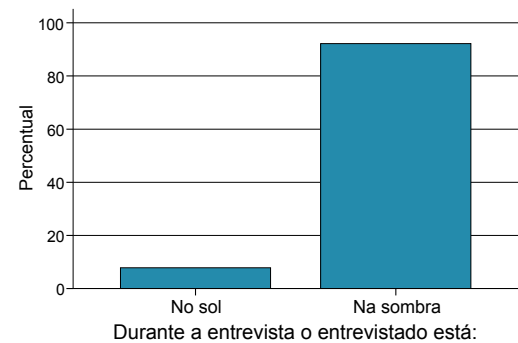


GRÁFICO 195 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

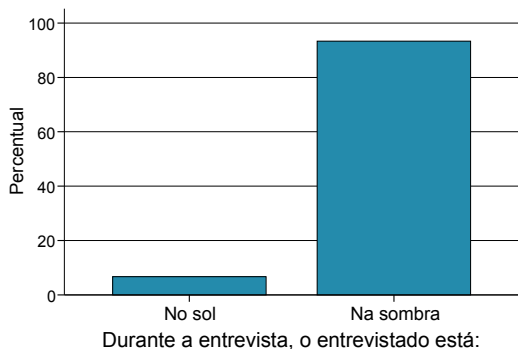


GRÁFICO 196 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

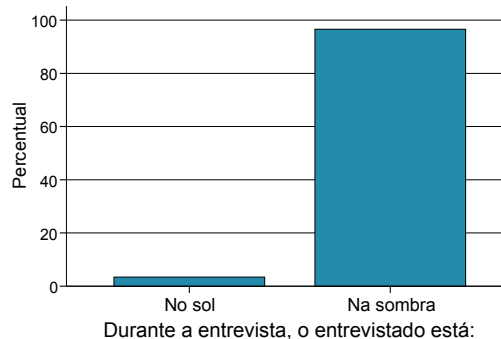


GRÁFICO 197 - Localização dos entrevistados durante a entrevista, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Os GRÁFICOS 198 a 201, 202 a 205 e 206 a 209, referem-se à análise das variáveis subjetivas e são apresentados a seguir.

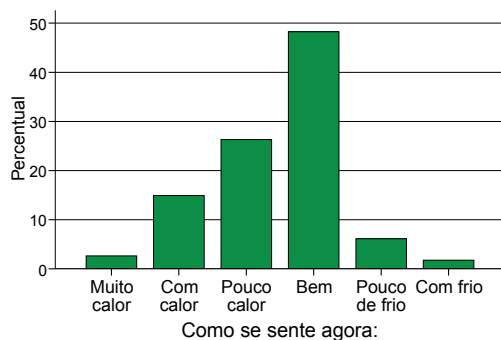


GRÁFICO 198 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

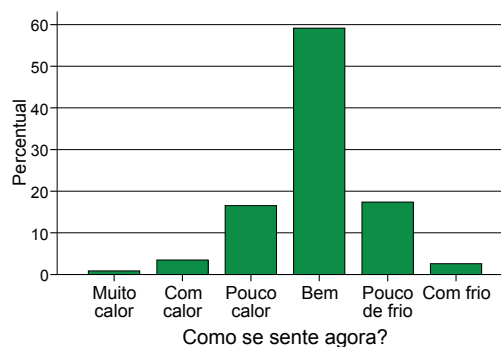


GRÁFICO 199 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

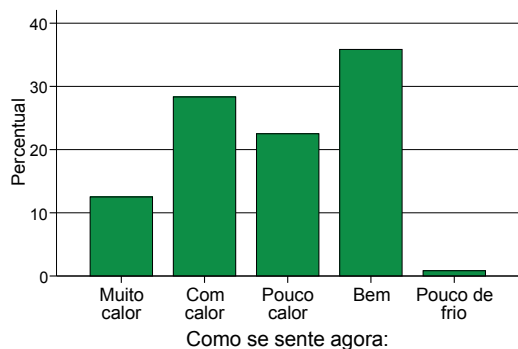


GRÁFICO 200 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

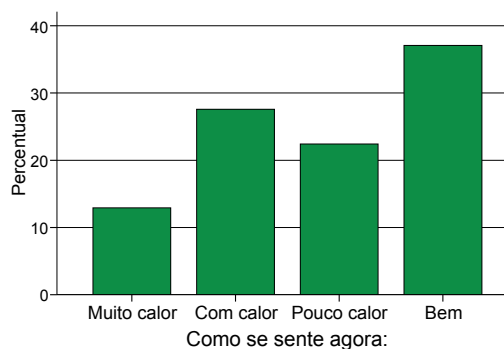


GRÁFICO 201 - Percepção de sensação térmica dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÁFICO 202 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

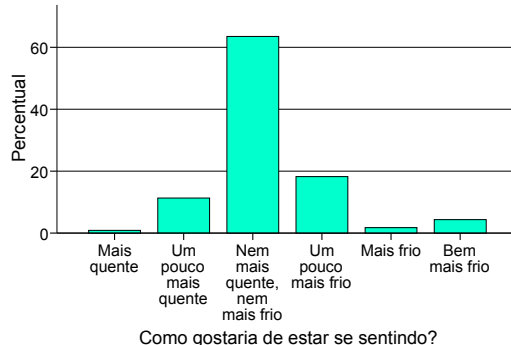


GRÁFICO 203 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

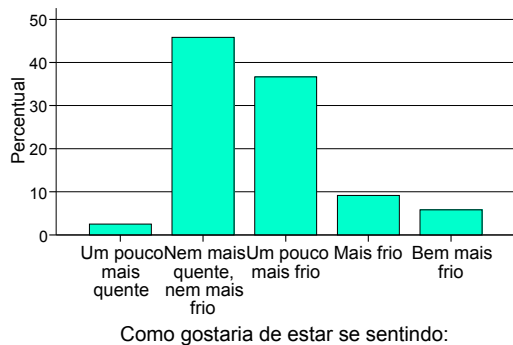


GRÁFICO 204 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

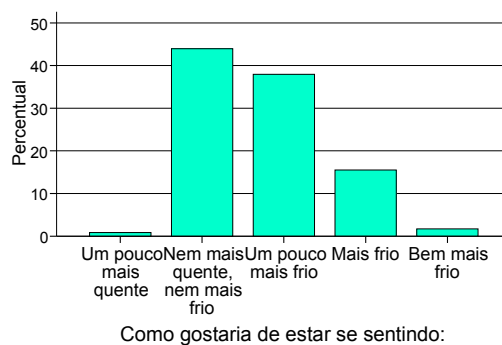


GRÁFICO 205 - Preferência de sensação térmica dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

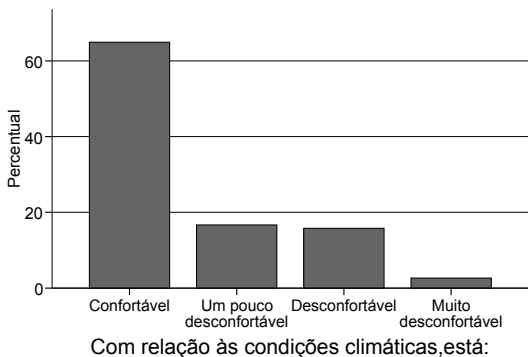


GRÁFICO 206 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

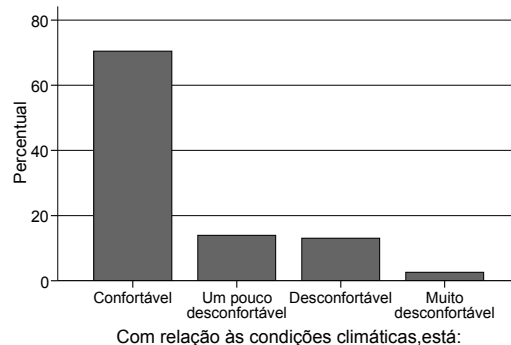


GRÁFICO 207 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

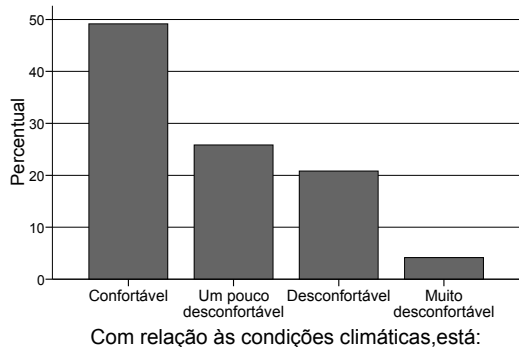


GRÁFICO 208 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

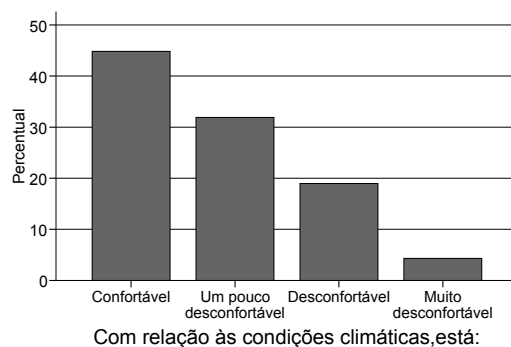


GRÁFICO 209 - Avaliação de sensação térmica dos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Nas análises das variáveis subjetivas, percebe-se que as respostas aos GRÁFICOS 198 a 201, 202 a 205 e 206 a 209 foram bastante coerentes entre si. Para todas estações a maioria dos entrevistados estava bem e não gostaria de mudanças nas condições climáticas, sentindo-se confortável. Da mesma forma como ocorreu na Praça da Liberdade, as sensações térmicas “pouco frio” ou “com frio” apresentam um percentual bem baixo, e também não houve respostas cujas sensações se referissem às opções “muito frio”. Para a campanha de verão, não houve nenhum voto relativo às faixas de baixos valores de PET, o que explica a impossibilidade de calibração do PET para essas faixas.

Os GRÁFICOS 210 a 225, apresentam a preferência dos entrevistados com relação a cada uma das variáveis climáticas individualmente, para cada uma das campanhas.

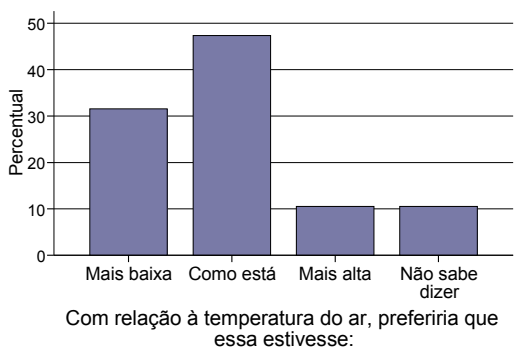


GRÁFICO 210 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

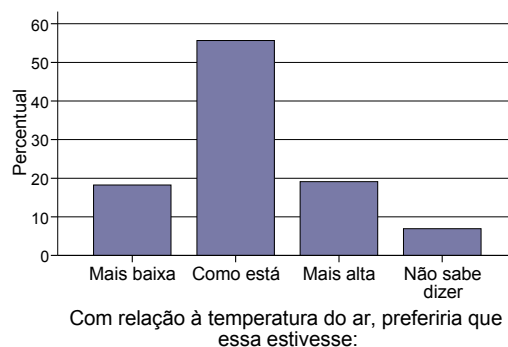


GRÁFICO 211 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

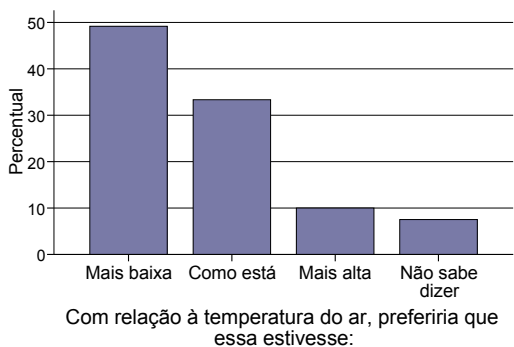


GRÁFICO 212 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

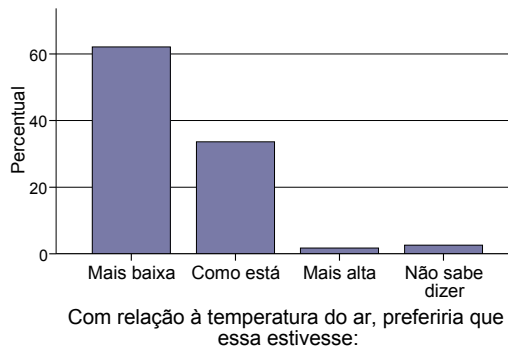


GRÁFICO 213 - Preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

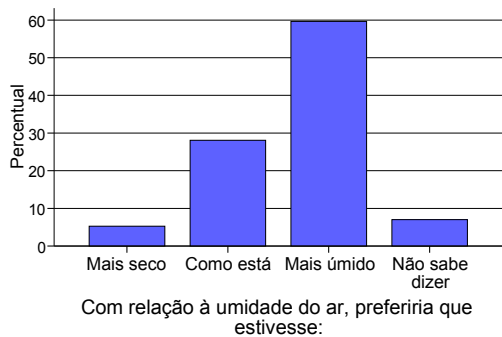


GRÁFICO 214 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

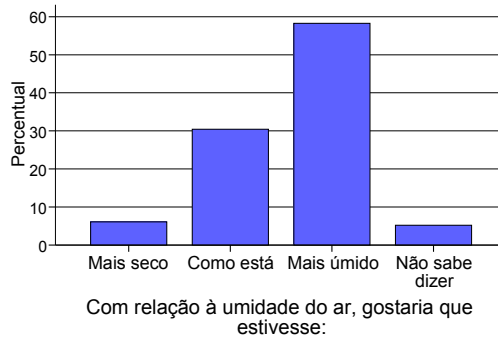


GRÁFICO 215 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

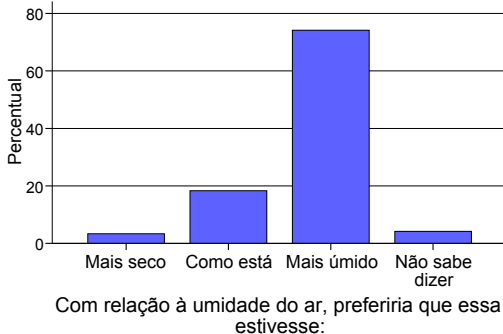


GRÁFICO 216 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

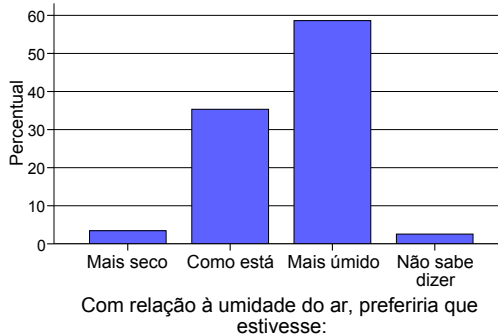


GRÁFICO 217 - Preferência dos entrevistados com relação à umidade do ar, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

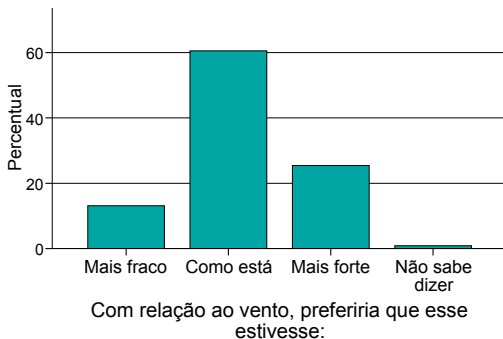


GRÁFICO 218 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

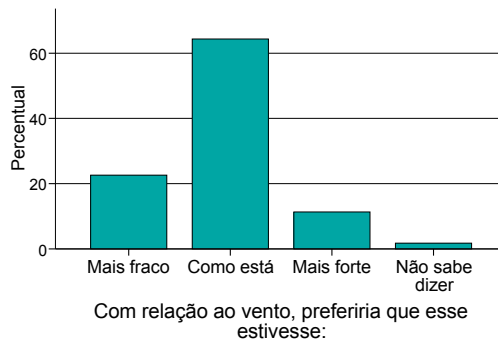


GRÁFICO 219 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

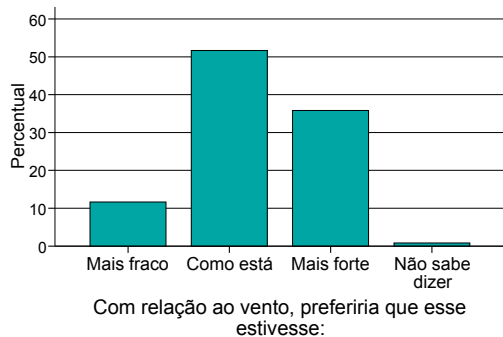


GRÁFICO 220 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

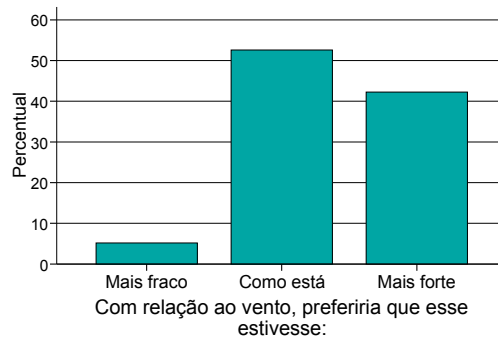


GRÁFICO 221 - Preferência dos entrevistados com relação ao vento, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

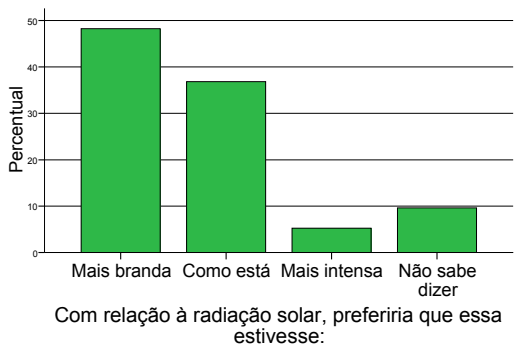


GRÁFICO 222 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

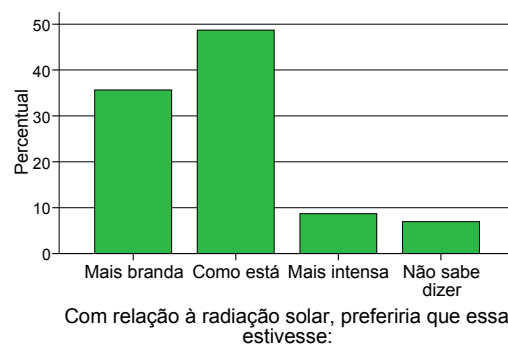


GRÁFICO 223 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

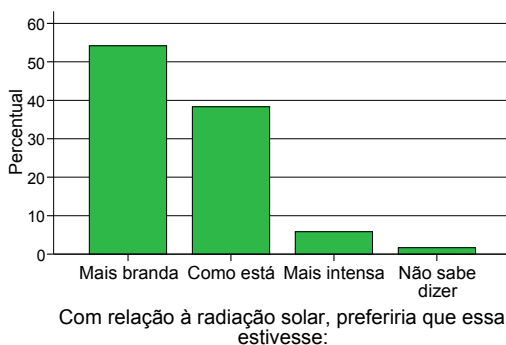


GRÁFICO 224 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

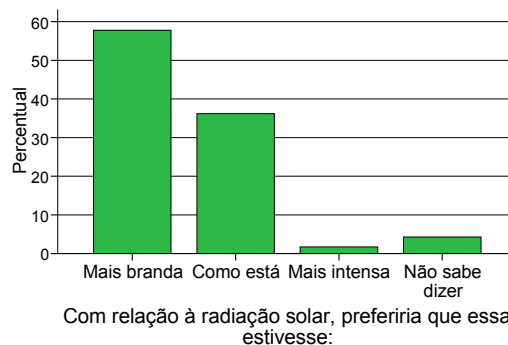


GRÁFICO 225 - Preferência dos entrevistados com relação à insolação, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Com relação à preferência dos entrevistados com relação à temperatura do ar, no outono e no inverno as pessoas prefeririam a temperatura do ar como estava mesmo. Na primavera e no verão, a maioria dos entrevistados prefeririam que esta variável estivesse mais baixa (GRÁFICOS 210 a 213).

Com relação à umidade do ar, em todas as estações, a maioria dos entrevistados preferiu que estivesse mais úmido (GRÁFICOS 214 a 217). Com relação ao vento, em todas as estações, a maioria preferia que esta variável estivesse como estava mesmo (GRÁFICOS 218 a 221). Com relação à radiação solar, a maioria dos entrevistados, durante as campanhas que aconteceram no outono, primavera e verão, prefeririam que esta estivesse mais branda, enquanto que, no inverno, prefeririam que a radiação estivesse como estava (GRÁFICOS 222 a 225).

A avaliação dos dados-controle demonstra que a maioria dos entrevistados, durante as quatro campanhas, se considera calorento (GRÁFICOS 226 a 229). Os motivos mais

frequentes pelos quais os entrevistados estavam na Praça Sete de Setembro durante os períodos de levantamento de campo foram: estavam trabalhando, esperando e de passagem (GRÁFICOS 230 a 233). Em todas as campanhas, a maioria dos entrevistados estava sozinho (GRÁFICOS 234 a 237). Quanto à ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, a maioria não havia consumido nada na última 1h anterior à entrevista ou havia consumido comida ou bebida fria (GRÁFICOS 238 a 241). O consumo de bebidas quentes não é significativo em nenhuma das campanhas. Em todas as campanhas a grande maioria dos entrevistados entenderam as questões do questionário sem a ajuda do entrevistador.

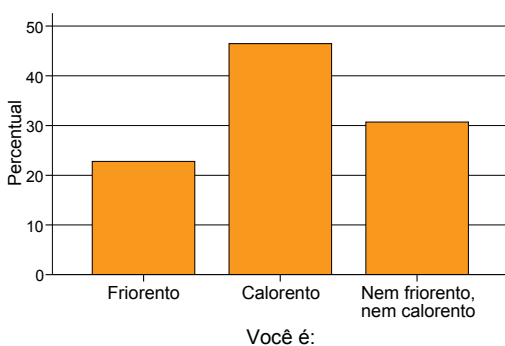


GRÁFICO 226 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C1PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

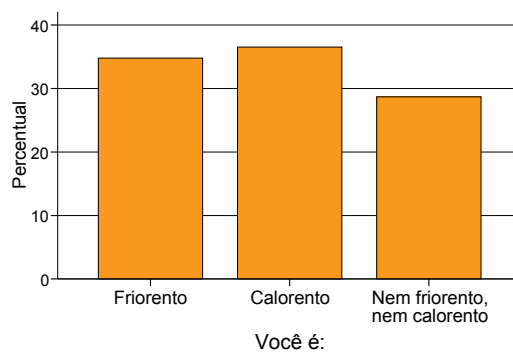


GRÁFICO 227 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C2PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

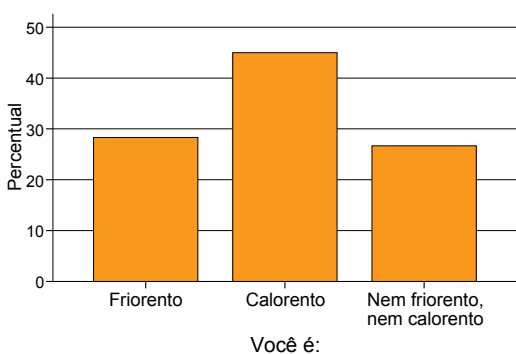


GRÁFICO 228 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C3PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

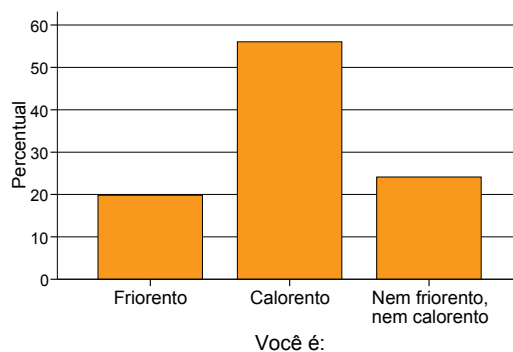


GRÁFICO 229 - Sensibilidade dos entrevistados com relação às condições climáticas, C4PS.  
 Fonte: Produzido pela autora, 2010.

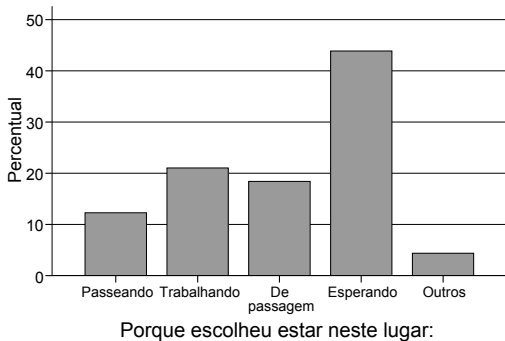


GRÁFICO 230 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

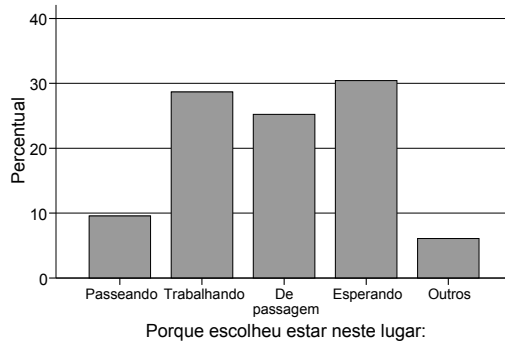


GRÁFICO 231 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

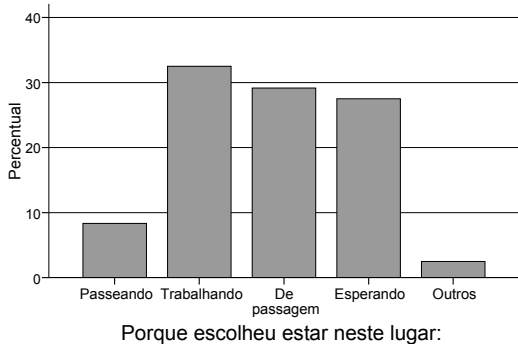


GRÁFICO 232 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

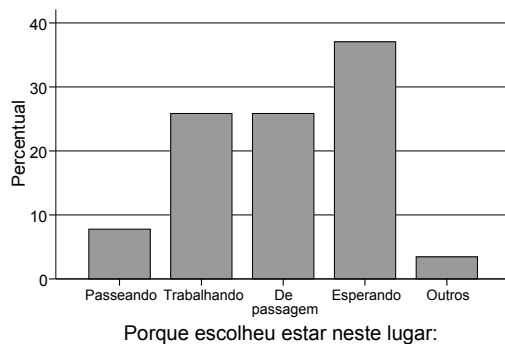


GRÁFICO 233 - Motivo pelo qual os entrevistados estavam na área estudada, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

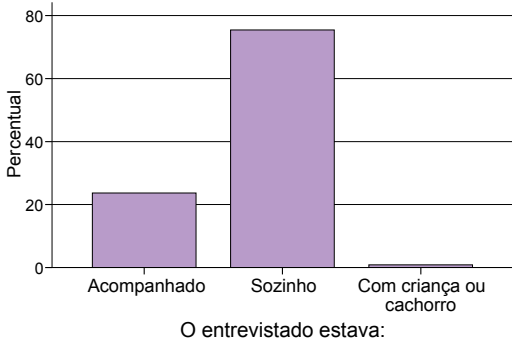


GRÁFICO 234 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

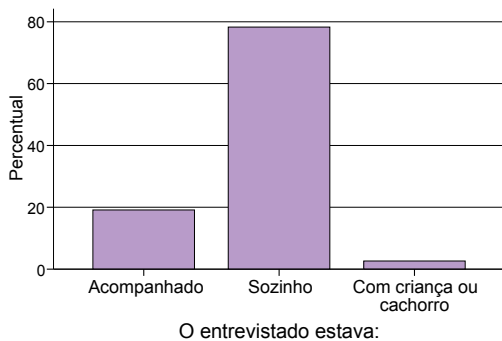


GRÁFICO 235 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

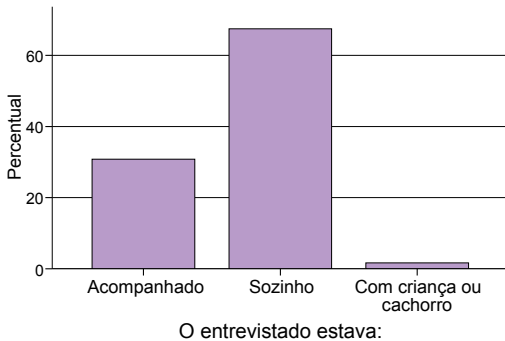


GRÁFICO 236 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

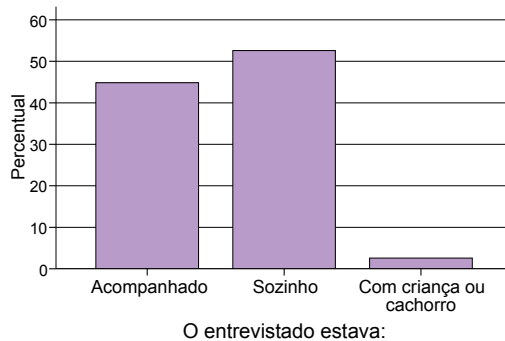


GRÁFICO 237 - Situação dos entrevistados, se sozinhos ou acompanhados, no momento da entrevista, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

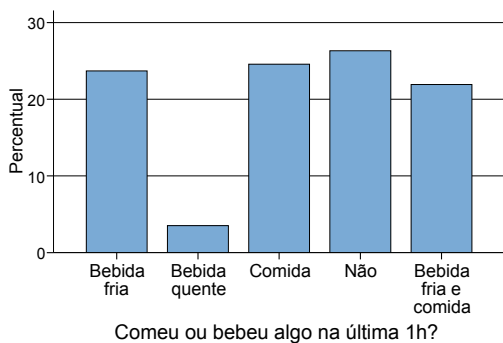


GRÁFICO 238 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

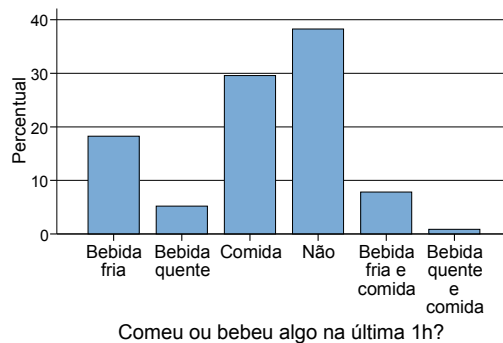


GRÁFICO 239 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

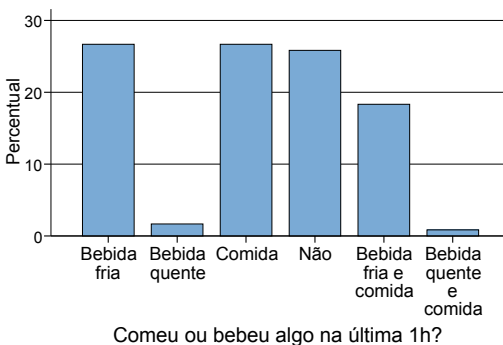


GRÁFICO 240 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

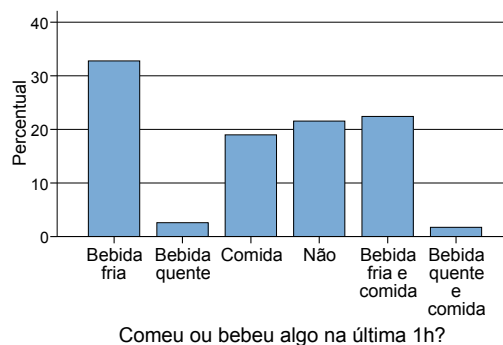


GRÁFICO 241 - Ingestão de alimentos ou bebidas pelos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Em todas as campanhas a grande maioria dos entrevistados entenderam as questões do questionário sem a ajuda do entrevistador (GRÁFICOS 242 a 245).

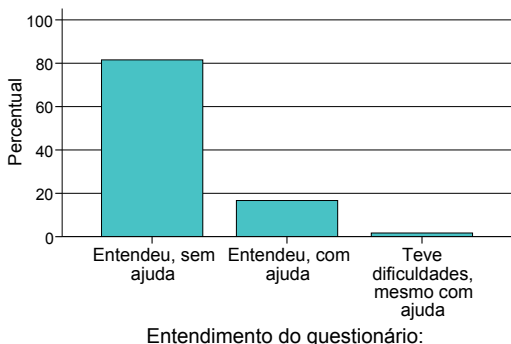


GRÁFICO 242 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



GRÁFICO 243 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

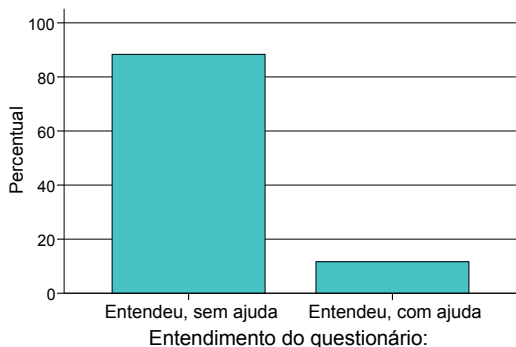


GRÁFICO 244 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

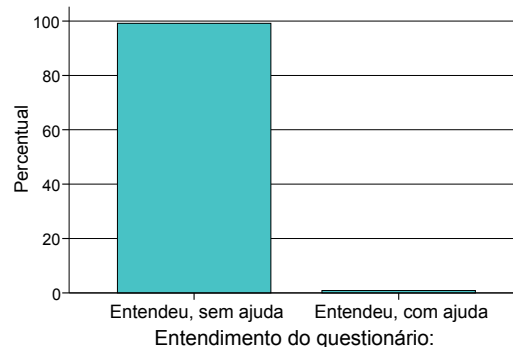


GRÁFICO 245 - Entendimento do questionário pelos entrevistados, C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Pela análise dos GRÁFICOS 246 a 249, pode-se verificar que houve entrevistados moradores de todas as regionais da capital. O local de moradia dos entrevistados mais frequente foram as regionais nordeste, na campanha de outono, leste, na campanha de inverno, nordeste, na campanha de primavera e novamente nordeste, na campanha de verão. Essa distribuição de frequências do local de moradia dos usuários da Praça Sete de Setembro também pode vir a confirmar a vocação desta praça como lugar de passagem ou trabalho, uma vez que essa praça situa-se, da mesma forma que a Praça da Liberdade, na regional centro-sul. Porém, a distribuição de frequências dos locais de moradias, por regional, dos entrevistados, ficou bastante equilibrado.

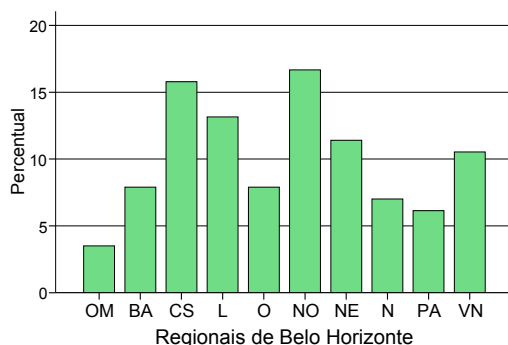


GRÁFICO 246 - Local de moradia dos entrevistados, C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda na página seguinte. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

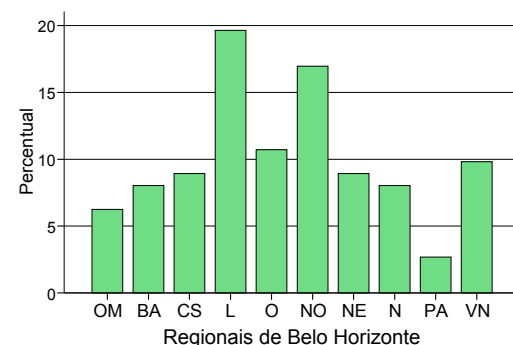


GRÁFICO 247 - Local de moradia dos entrevistados, C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda na página seguinte. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

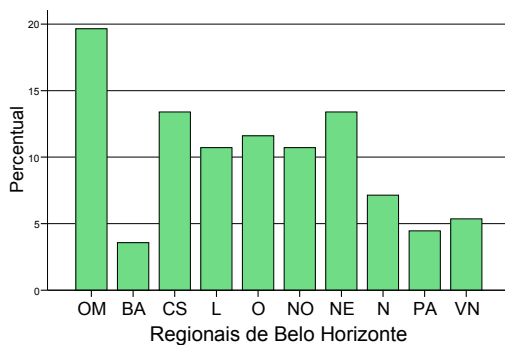


GRÁFICO 248 - Local de moradia dos entrevistados, C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda na página seguinte. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

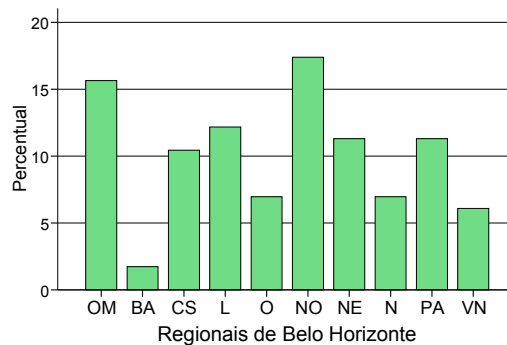


GRÁFICO 249 - Local de moradia dos entrevistados, C4PS. Legenda na página seguinte. Fonte: Produzido pela autora, 2010. Legenda: OM – Outros Municípios, BA – Regional Barreiro, CS – Regional Centro-Sul, L – Regional Leste, O – Regional Oeste, NO – Regional Noroeste, NE – Regional Nordeste, N – Regional Norte, PA – Regional Pampulha, VN – Regional Venda Nova.

Com relação aos dados-controle, na comparação entre os resultados para as duas praças, percebe-se que a Praça da Liberdade, quando comparada à Praça Sete de Setembro é um local mais procurado para lazer, pois grande parte das pessoas estavam passeando, ao contrário da Praça Sete de Setembro, em que essa opção foi pouco escolhida. Na Praça da Liberdade, de um modo geral, mais pessoas estavam acompanhadas que quando comparadas aos entrevistados na Praça Sete de Setembro. Outro fato que chama a atenção é que na Praça da Liberdade, grande parte dos entrevistados, são residentes na regional centro-sul, enquanto na Praça Sete de Setembro, a distribuição de frequências dos locais de moradias foi mais variada. Esse fato também comprova a vocação da Praça da Liberdade como local de passeio, mais utilizada por moradores locais, em dias úteis, assim como a vocação da Praça Sete de Setembro, mais utilizada como local de trabalho e/ou de passagem por moradores de todas as regionais da cidade.

Com relação aos motivos que levaram à eliminação de alguns questionários aplicados, os motivos mais frequentes foram o fato de o entrevistado não residir em Belo Horizonte, a idade, os erros de preenchimento, problemas de saúde e problemas de aclimação devido à prévia permanência em ambientes com ar-condicionado (GRÁFICOS 250 a 253).

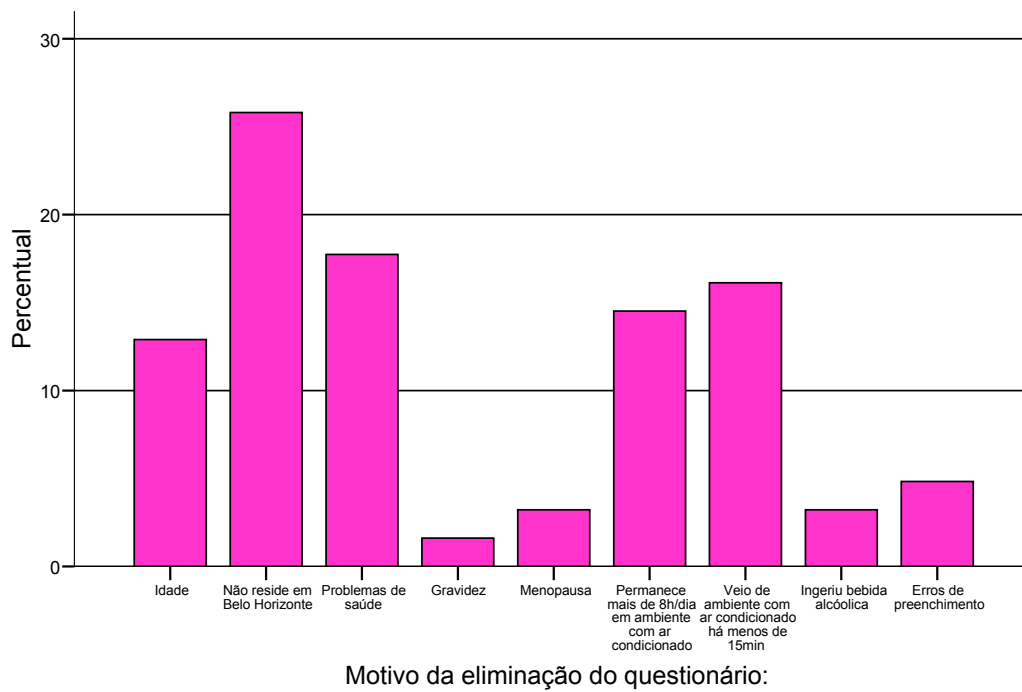


GRÁFICO 250 -- Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C1PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

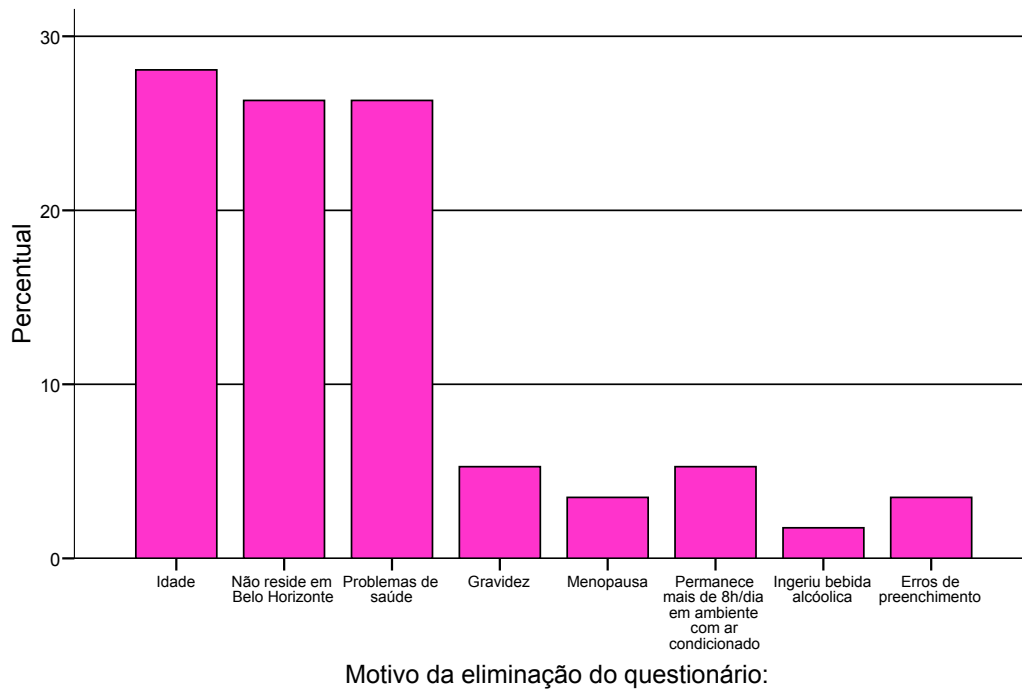
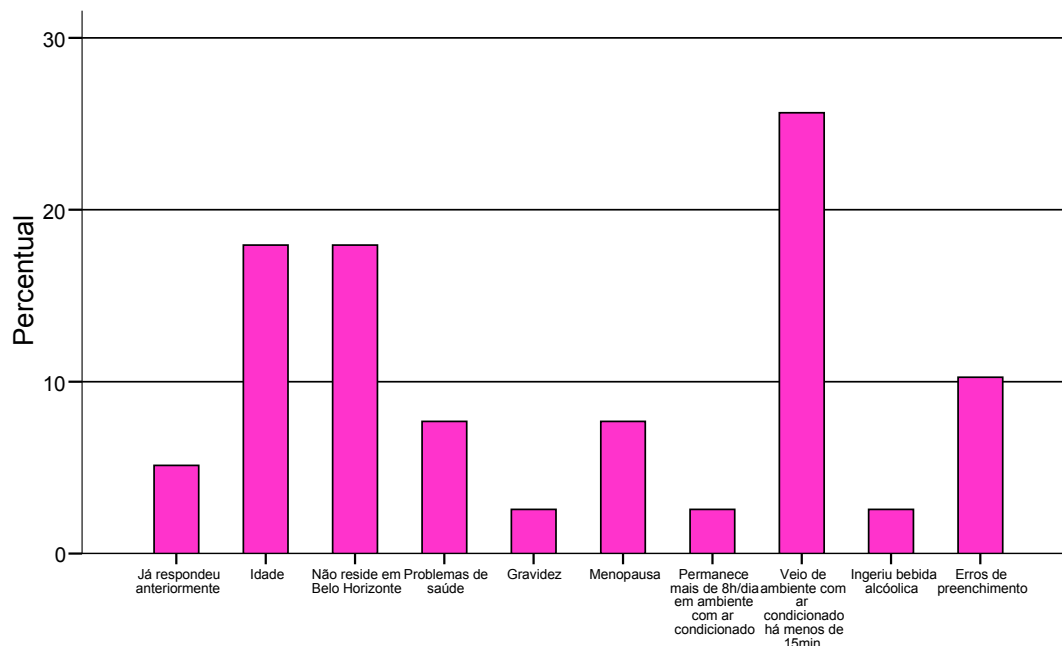
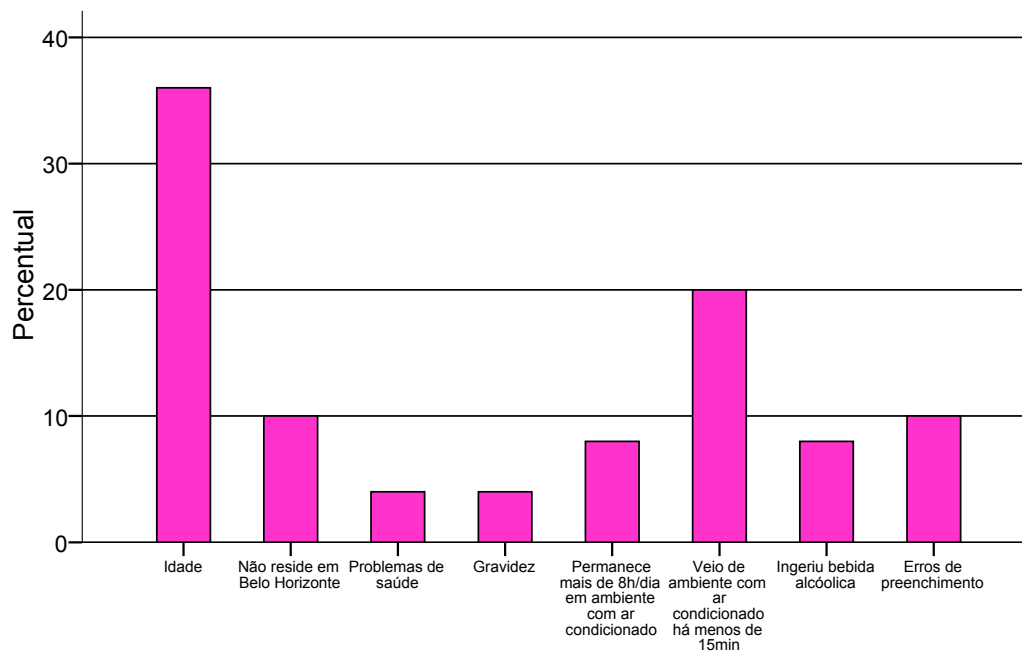


GRÁFICO 251 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C2PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



Motivo da eliminação do questionário:

GRÁFICO 252 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C3PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.



Motivo da eliminação do questionário:

GRÁFICO 253 - Motivos de eliminação de alguns questionários aplicados na C4PS. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

#### 4.2 Regressão logística ordinal – Calibração do PET para Belo Horizonte, MG

Por meio da utilização de regressão logística ordinal, pôde-se chegar ao seguinte gráfico de calibração do índice PET (GRÁFICO 254), com base na faixa de amplitude obtida a partir dos dados coletados em campo, ou seja, PET de 20 a 41°C, para todo o ano em que as medições ocorreram.

Observa-se que as faixas para os diferentes graus de percepção térmica são delimitadas pelo cruzamento das curvas correspondentes ao início e ao final de cada um dos intervalos, respectivamente, associados aos valores de PET no eixo X.

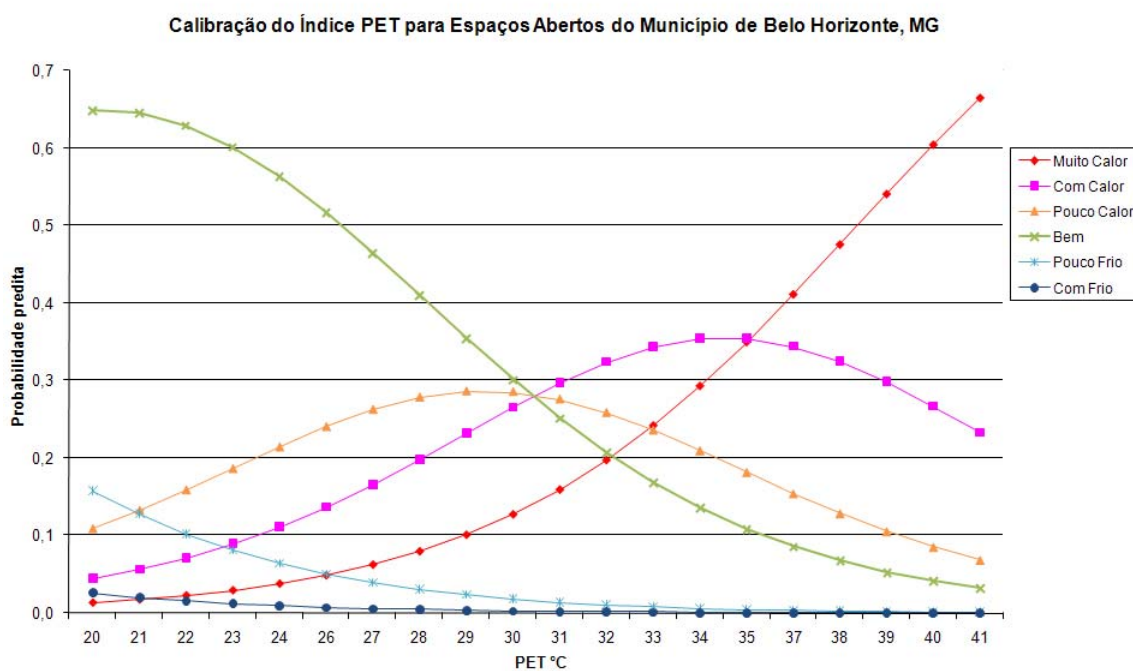


GRÁFICO 254 - Calibração do índice PET para espaços abertos do município de Belo Horizonte, obtido por meio de regressão logística ordinal. Fonte: Produzido pela autora, 2010.

Dessa forma, as faixas de calibração do índice PET, para espaços abertos de Belo Horizonte, podem ser assim delimitadas:

TABELA 43

Intervalos do índice térmico PET para diferentes graus de percepção térmica encontrados para Belo Horizonte

PET (°C)	Percepção térmica
Até 30,5	Confortável
30,5 - 35	Calor
Acima de 35	Muito calor

Fonte: Produzida pela autora, 2010.

Pela análise do GRÁFICO 254, nota-se que a faixa correspondente ao intervalo de “pouco calor” não pôde ser delimitada uma vez que, por volta do valor de PET igual a 30°C, aproximadamente, esta curva cruza simultaneamente com as curvas referentes a “bem” e a “com calor”, impossibilitando a definição do intervalo. Com relação a essa não- diferenciação da faixa “pouco calor”, provavelmente a obtenção de um maior número de dados, e sua utilização juntamente aos dados já coletados, seja necessária para separar melhor as faixas referentes às situações climáticas de altas temperaturas, refinando a calibração.

Uma vez que somente foi possível obter duas faixas referentes às condições de calor, pode-se pensar, ainda, na possibilidade de a escala de cinco pontos ser suficiente para a avaliação das condições térmicas dos ambientes externos em Belo Horizonte, ao invés da de sete pontos recomendada pela norma internacional ISO10551 (1995). Essa suposição, porém, dependerá de estudos futuros mais aprofundados.

Como a amplitude do índice PET obtida nos levantamentos de campo foi de 20 a 41°C, o limite inferior da faixa “confortável” assim como os limites para as faixas “Pouco frio”, “Frio” e “Muito frio” não puderam ser determinados. Provavelmente isso se deve também ao fato de que as condições climáticas da estação de inverno do ano de 2009, foram, excepcionalmente, mais quentes que o normal, o que pode ser observado na análise descritiva deste trabalho, em que as médias de temperatura do ar, medidas na sombra, tanto na Praça da Liberdade quanto na Praça Sete de Setembro, foram maiores que o valor estabelecido nas Normas Climatológicas (1961-1990) para a temperatura do ar média para Belo Horizonte no mês de julho, que é de 18,1°C (BRASIL, 1992).

Conforme descrito no item 2.2.2 desta dissertação, originalmente o PET não apresenta faixas de referência e, também, são poucos os trabalhos referentes à calibração deste índice. A seguir serão apresentadas comparações entre o resultado obtido e valores da literatura disponíveis.

No cenário internacional, Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999), pesquisadores da Universidade de Freiburg (Alemanha), apresentaram as faixas do índice térmico PET correlacionadas aos diferentes graus de percepção térmica pelos seres humanos, considerando produção interna de calor de 80W e resistência térmica da vestimenta 0,9clo, conforme abordado no item 2.2.2 e apresentado na TABELA 2.

Apesar de a TABELA 2 apresentar nove diferentes intervalos de percepção térmica e de somente ter sido possível distinguir três faixas a partir dos dados coletados em campo nesta

pesquisa, conforme mostra a TABELA 43, algumas considerações podem ser realizadas por meio da comparação desses limites de PET.

Na calibração realizada para Belo Horizonte, a faixa de PET confortável teve como limite superior o valor de 30,5°C, não tendo sido possível definir o limite inferior desta faixa a partir dos dados coletados. Esse valor, aproximadamente, coincide com o limite superior do intervalo correspondente à percepção térmica “Ligeiramente calor”, apresentada na TABELA 2. Na TABELA 43, a faixa delimitada para “Calor”, ou seja, de 30,5 a 35°C, aproximadamente, coincide com o intervalo delimitado para “Pouco calor” na TABELA 2. Da mesma forma, a faixa delimitada para “Muito calor” na TABELA 43, ou seja, acima de 35°C, aproximadamente coincide com os intervalos delimitados para “Calor” e “Muito calor”, considerados conjuntamente, na TABELA 2.

Pode-se pensar na hipótese de que, realmente, a faixa de conforto para Belo Horizonte seja maior devido à adaptação da população às condições climáticas não tão rigorosas e com pequenas variações sazonais e amplitude anual, quando comparadas às condições climáticas de países de clima temperado. Em ambas as áreas pesquisadas e em quase todas as campanhas pôde-se notar que, em dias ensolarados, as pessoas estavam, em sua grande maioria, na sombra, fato este que contribui sobremaneira para a aquisição de menores valores de PET, quando comparados àqueles obtidos para pessoas localizadas no sol. Esse comportamento foi notável durante os trabalhos de campo e constitui-se um importante fator de conforto adaptativo

No cenário brasileiro, Monteiro (2008) apresenta uma calibração do PET, com sete diferentes intervalos de percepção térmica, realizada por meio de método iterativo, conforme apresentado na TABELA 3, item 2.2.2.

Da mesma forma que o ponderado na comparação anterior, apesar de a TABELA 3 apresentar sete diferentes intervalos de percepção térmica e de somente ter sido possível distinguir três faixas a partir dos dados coletados em campo nesta pesquisa, conforme mostra a TABELA 43, e também, apesar das diferentes metodologias utilizadas no processo de calibração nesses dois estudos, algumas considerações podem ser realizadas por meio da comparação desses limites de PET.

Observa-se que o limite superior das faixas “neutra” juntamente com a “pouco calor”, na calibração de Monteiro (2008), coincide com o limite superior delimitado para a faixa “confortável” na calibração do índice para Belo Horizonte. A faixa delimitada como “calor” na

calibração de Monteiro (2008) possui uma amplitude maior que a amplitude encontrada para a faixa delimitada para Belo Horizonte, apesar de os limites inferiores serem muito próximos. Considerando o limite inferior da faixa “muito calor”, a comparação entre os resultados da calibração de Monteiro (2008) e os resultados da calibração obtida para Belo Horizonte demonstra que o limite delimitado por Monteiro (2008) apresenta um valor de PET muito mais elevado que o encontrado nesse trabalho.

Um fato que chama a atenção é o limite superior da faixa confortável encontrada na calibração deste trabalho, que foi superior aos limites superiores das respectivas faixas encontradas nos resultados dos dois trabalhos citados anteriormente, indicando, provavelmente, uma maior amplitude da faixa de conforto para Belo Horizonte. Com relação ao estudo de Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999), a maior amplitude do intervalo de conforto, provavelmente se deve à adaptação da população Belo Horizontina às condições climáticas não tão rigorosas e com pequenas variações sazonais e amplitude anual, quando comparadas às condições climáticas de países de clima temperado. Já com relação aos resultados de Monteiro (2008), uma possível explicação seria, além de características de aclimação da população local, embora as duas cidades estejam na mesma zona bioclimática (3, de acordo com a 15220-3, 2005), a diferença de metodologias utilizadas na calibração.

No presente estudo, a faixa de conforto teve como limite superior o valor de 30,5°C, o que aproximadamente coincide com os achados de Katzschner (2010), que afirma que valores de PET acima de 30°C causam desconforto e estresse por calor. O limite inferior da faixa de conforto será, certamente, menor que 20°C, valor mínimo de PET calculado a partir dos dados obtidos, tendo em vista, também, a preferência de sensação térmica dos entrevistados por condições climáticas um pouco mais frias, conforme demonstrado nos GRÁFICOS do item 4, desta dissertação.

Para finalizar, vale reafirmar que ao invés da utilização da escala de sete pontos, recomendada pela norma internacional ISO10551 (1995) e utilizada por Monteiro (2008), ou da de nove pontos, utilizada no estudo de Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999), o ideal parece realmente ser a utilização da escala de cinco pontos para as avaliações das condições de conforto térmico para o município de Belo Horizonte, hipótese essa que necessita ser futuramente estudada para ser confirmada ou não.

A calibração obtida nesse trabalho não é conclusiva. Futuros trabalhos serão importantes para refinar a calibração obtida para as faixas referentes às situações climáticas

consideradas quentes e para a delimitação das faixas referentes às condições de frio, assim como para marcação do limite inferior da faixa de conforto.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto das mudanças climáticas globais e das alterações causadas pela urbanização sobre o clima das cidades, este trabalho, considerando a necessidade de uma melhor compreensão do conforto higrotérmico dos usuários urbanos, teve como objetivo a calibração do índice de conforto térmico denominado temperatura fisiológica equivalente (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte.

Com vistas a alcançar esse objetivo geral, desenvolveu-se conjuntamente, no âmbito do projeto de cooperação bilateral entre Brasil e Alemanha, Edital CNPq 04/2007, denominado *Clima Urbano, Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas (Urban climate, Urban Design and Global Climate Changes)*, procedimentos metodológicos para condução da coleta de dados durante os levantamentos em campo e para tratamento dos dados obtidos. Dois recintos urbanos do município foram tomados como caso de estudo, propiciando uma ampla base de dados, cuja análise evidenciou aspectos relacionados ao conforto adaptativo, possibilitando a proposição de diretrizes gerais de planejamento urbano para o município.

Com relação à calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET), para o município de Belo Horizonte, a faixa “confortável” teve como limite superior o valor de 30,5°C; a faixa “calor” é delimitada pelos valores de 30,5°C a 35°C, sendo 35°C o limite inferior da faixa “muito calor”. Neste estudo não foi possível determinar todos os intervalos da calibração, pois, considerando a amplitude do índice obtida nos levantamentos de campo, de 20 a 41°C, as faixas referentes às situações climáticas de baixos valores do PET, ou seja, para as situações de frio, não puderam ser delimitadas. Isto provavelmente se deveu à ocorrência de um inverno com temperaturas mais altas no ano de 2009 que a média esperada para o período. Segundo as Normais Climatológicas (1961 – 1990), a temperatura do ar média para o município de Belo Horizonte, no mês de julho, é de 18,1°C. Nos levantamentos de campo, durante o inverno, foram obtidos os valores médios de temperatura do ar, medidos na sombra, de 26,6°C, na Praça da Liberdade e de 24,9°C, na Praça Sete de Setembro.

No presente estudo, somente foi possível distinguir três faixas a partir dos dados coletados. Isso restringe a possibilidade de comparação com resultados obtidos em outros trabalhos similares, tais como o trabalhos de Matzarakis *et. al.* (1999) e de Monteiro (2008), nos quais foram utilizadas escalas baseadas em nove e sete diferentes intervalos de percepção térmica, respectivamente. Entretanto, pode-se pensar na hipótese de a amplitude da faixa

de conforto para Belo Horizonte ser um pouco maior que a amplitude da faixa de conforto proposta por esses autores. Com relação à comparação com os resultados dos estudos de Matzarakis *et al.* (1999), a maior amplitude do intervalo de conforto encontrada para Belo Horizonte provavelmente se deve à adaptação da população belorizontina a condições climáticas locais não tão rigorosas, e com pequenas variações sazonais e amplitude anual<sup>30</sup>, quando comparadas às variações climáticas de países de clima temperado, como a Alemanha. Já com relação aos resultados de Monteiro (2008), uma possível explicação seria, além de características de aclimação da população local, a diferença de metodologias utilizadas na calibração, embora as duas cidades, Belo Horizonte e São Paulo, estejam na mesma zona bioclimática (3, de acordo com a NBR 15220-3, 2005).

Ainda com base nessas comparações, pode-se levantar a hipótese de a escala de cinco pontos ser suficiente para a avaliação das condições térmicas dos ambientes externos em Belo Horizonte, ao invés da de sete pontos recomendada pela norma internacional ISO 10551 (1995) e utilizada por Monteiro (2008) ou da de nove pontos, utilizada por Matzarakis *et al.* (1999). A confirmação desse pressuposto, porém, dependerá de estudos futuros mais aprofundados.

Com relação à metodologia adotada no trabalho, apesar de o projeto bilateral ter possibilitado o desenvolvimento conjunto dos procedimentos empregados, alguns ajustes foram necessários para melhor adaptação dessa metodologia às realidades culturais e climáticas locais. Esses ajustes dizem respeito, principalmente, à etapa de coleta de dados, na qual modificações nos questionários, nos instrumentos de medição (como a utilização do globo cinza) e na dinâmica dos levantamentos de campo foram necessárias. O desenvolvimento e a confecção de instrumentação (abrigo e termômetros de globo cinza, respectivamente) representou uma etapa importante do trabalho, principalmente devido à carência de equipamentos e/ou de recursos disponibilizados para sua aquisição no panorama brasileiro. A metodologia aqui utilizada, portanto, no panorama brasileiro, representa uma contribuição no sentido de aperfeiçoar os procedimentos de levantamento de campo, adequando-os melhor às características socioculturais e às eventuais limitações na instrumentação disponível e suas instalações, viabilizando esse tipo de estudo.

A proposição de procedimentos para a calibração do índice PET contribui para nortear futuros trabalhos de calibração deste índice no Brasil, apesar de apresentar algumas limitações e ainda necessitar aprimoramentos. A metodologia proposta pode ser facilmente

---

<sup>30</sup> Segundo as Normas Climatológicas, a amplitude anual de temperatura do ar em Belo Horizonte é de 5,1°C (BRASIL, 1992).

compreendida, e utiliza equipamentos fáceis de serem adquiridos ou mesmo confeccionados, viabilizando futuras pesquisas na área. Conclui-se, portanto, que a metodologia utilizada propiciou resultados satisfatórios para a obtenção dos valores de PET e para sua calibração, possibilitando a utilização deste índice na avaliação da influência das condições microclimáticas locais no conforto térmico dos usuários de áreas urbanas e contribuindo para a aplicação deste índice em planejamento urbano.

Neste estudo, trabalhou-se com a abordagem estacionária, conforme explicado no item 2.3.5., considerando que no Brasil, e especificamente, em Belo Horizonte, não há condições climáticas de inverno tão rigorosas. Tendo em vista que o tempo de 15 minutos de aclimação em ambiente externo foi observado no presente estudo, pode-se inferir que os resultados foram válidos e são confiáveis. Sugere-se, porém, que futuros estudos observem o tempo de 30min para aclimação em ambientes externos, conforme resultados de Höppe (2002), apresentados no item 2.3.5.

A análise dos valores de PET obtidos para cada um dos dois recintos urbanos tomados como caso de estudo, em conjunto com a avaliação das variáveis subjetivas e individuais, demonstra que os valores calculados de PET, assim como os valores medidos das variáveis microclimáticas, referentes às situações em que os usuários se localizam no sol, são maiores e mais variáveis que os valores referentes às situações em que os usuários se localizam na sombra.

Uma constatação interessante, do ponto de vista do planejamento urbano, foi o fato de que, em ambas as áreas estudadas, nas quatro estações, a localização dos entrevistados durante a entrevista foi visivelmente mais frequente na sombra: aproximadamente, 80% dos entrevistados situavam-se na sombra, em cada um dos levantamentos de campo. Estar à sombra pode ser uma ação de conforto adaptativo frequentemente utilizada para minimizar as influências das altas temperaturas radiantes médias encontradas nas medições no sol, e que aumentam significativamente os valores de PET. Essa constatação pode vir a confirmar a importância de proporcionar sombreamento nos espaços abertos em climas tropicais. Esse fato também explica por que a amplitude dos valores de PET encontrados na pesquisa, como um todo, foi, aparentemente, pequena – variando somente de 20 a 41°C, quando o esperado para climas tropicais, com valores altos de radiação solar direta, são valores superiores a esses. No projeto, dessa forma, no processo de escolha da localização de mobiliário urbano e locais de permanência prolongada, ou na espacialização da vegetação, é primordial atentar para a importância do sombreamento.

No geral, com base na amostra realizada, as pessoas se sentem confortáveis com relação às condições climáticas durante todo o ano em Belo Horizonte. Essa resposta subjetiva dos entrevistados mostrou-se coerente com a calibração do índice, uma vez que a faixa “confortável” encontrada nesse processo possui como limite superior o valor de PET de 30,5°C, valor esse pouco ultrapassado nas situações em que os entrevistados se localizam na sombra. O limite inferior da faixa de conforto será, certamente, menor que 20°C, valor mínimo de PET obtido, tendo em vista, também, a preferência de sensação térmica dos entrevistados por condições climáticas um pouco mais frias.

Uma vez que, em ambas as áreas, e em todos os levantamentos de campo, os entrevistados preferiram, com relação à umidade, que o ar estivesse mais úmido, outro fator importante no desenho urbano seria a utilização de fontes de água. A arborização mostrou-se, também, um importante instrumento de planejamento urbano, uma vez que sua proposição propicia, simultaneamente, sombra e umidificação. Outro fator essencial ao conforto térmico, principalmente em climas tropicais, que influencia sobremaneira os valores de PET, é a velocidade do ar. Os resultados desse trabalho demonstram que, principalmente na primavera e no verão, a preferência dos entrevistados com relação ao vento era que este estivesse mais forte. Dessa forma, no planejamento urbano, deve-se visar à preservação das entradas de ar da cidade, canalizando os fluxos de vento de forma positiva. Mais uma vez, porém, salienta-se a importância de propiciar diversidade térmica aos usuários urbanos de modo a permitir o conforto adaptativo entre os habitantes e seus espaços urbanos, a fim de ampliar a faixa considerada confortável pela população e reduzir as situações consideradas desconfortáveis.

Diante do exposto anteriormente, constata a necessidade de estudos mais aprofundados, sugerindo-se:

- Realizar medições de variáveis microclimáticas e coleta de variáveis individuais e subjetivas em situações climáticas de baixas temperaturas (principalmente no inverno), objetivando aumentar a amplitude térmica e calibrar as faixas de PET mais baixas;
- Refinar as delimitações das faixas de PET mais altas, por meio da consideração de um número maior de indivíduos na amostra e da coleta de um maior número de dados;

- Aperfeiçoar a metodologia de medição da T<sub>mr</sub>t e da velocidade do vento (uso de equipamentos mais sensíveis a baixas velocidades) uma vez que esses parâmetros são essenciais ao cálculo do PET e a calibração fidedigna deste índice é essencial à sua utilização no planejamento urbano;
- Aperfeiçoar a metodologia empregada a fim de que a mesma considere também perguntas específicas sobre os aspectos psicológicos e sociológicos, uma vez que o conforto térmico possui vários fatores intervenientes, conforme descrito neste estudo. Neste sentido, essas muitas dimensões devem ser estudadas para embasar a proposição de soluções para projetos urbanos;
- Estudar o índice PET em outros recintos urbanos com diferentes características morfológicas, correlacionando os valores de PET obtidos com os diversos aspectos urbanísticos dos sítios;
- Comparar valores de PET calculados por meio de modelos estacionários e não estacionários;
- Espacializar os valores de PET por meio da geração de mapas, para que esses sirvam como base para o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano.

Para finalizar, conclui-se que a metodologia proposta neste estudo para obtenção e calibração do índice PET, assim como a calibração deste índice realizada para o município de Belo Horizonte, são importantes contribuições para fundamentar os futuros estudos sobre conforto térmico, que poderão, inclusive, ser aplicados em outras localidades, embasando os instrumentos de planejamento das cidades, sejam Plano Diretores, Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano ou mesmo Códigos de Obras. O índice PET calibrado pode ser usado como critério objetivo para a avaliação das condições de conforto termohigrométrico dos espaços abertos e poderá ser introduzido nos modelos de simulação termodinâmica do clima, conferindo capacidade preditiva aos estudos de planejamento e projeto urbanos, e permitindo a análise de diversas soluções antes da tomada de decisão final. Da mesma forma, as novas condições microclimáticas locais resultantes de intervenções realizadas em recintos urbanos poderão ser avaliadas. A relevância deste trabalho poderá ser, portanto, catalisar as inter-relações existentes entre o conforto térmico do usuário e o planejamento e projeto urbanos, visando a contribuir para o surgimento das tão desejadas “cidades sustentáveis” e a propiciar, sobretudo, a melhoria da qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. N. S.; SIQUEIRA, A.L.; CAIAFFA, W.T. Regressão logística ordinal em estudos epidemiológicos. *Revista Saúde Pública*, v. 43, n.1, p. 183-94, 2009.

ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

ALI TOUDERT, F.; DJENANE, M.; BENSALÉM, R.; MAYER, H. Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isquen, Algeria. *Climate Research*, v. 28, p. 243–256, 2005 *apud* THORSSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMÉR, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International Journal of Climatology*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

ALI TOUDERT, F.; DJENANE, M.; BENSALÉM, R.; MAYER, H. Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isquen, Algeria. *Climate Research*, v. 28, p. 243–256, 2005 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

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*, v. 87, p. 223-237, 2007.

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. *Build. Environ.*, v. 41, p. 94–108, 2006 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

ALI TOUDERT, F.; MAYER, H. Effects of asymmetry, galleries, overhanging façades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. *Solar Energy*, v. 81, p. 742–754, 2007 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATING ENGINEERS. *Handbook of fundamentals: Physiological principles, comfort, health*. New York, 1997 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATING ENGINEERS. Measurements and instruments. In: *Handbook of Fundamentals*. American Society for heating Refrigerating and Air Conditioning. Atlanta, 2001 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATING ENGINEERS. ASHRAE-55. Thermal environmental conditions for human occupancy, 1992 *apud* STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

ARAÚJO, V.M.D. Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro. 179f. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ARNFIELD, A.J. Street design and urban canyon solar access. *Energ. Buildings*, v. 14, p. 117–131, 1990 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

ASCHOFF, J.; GÜNTHER, B.; KRAMER, K. Energiehaushalt und temperaturregulation. In: GAUER, KRAMER, JUNG (Eds). *Physiologie des Menschen. Urban and Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1971 apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

ASSIS, E.S. *Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical*. 164f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

ASSIS, E.S. Clima urbano, planejamento urbano e mudanças climáticas. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Projeto de pesquisa apresentado à Assessoria de Cooperação Internacional do Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq, Coordenação de Cooperação Bilateral, Edital CNPq n.º 004/2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Rio de Janeiro, 2005.

AVDELIDI, K. Social considerations at the design of open spaces. In: PROJECT RUROS - Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Centre for Renewable Energy Sources. 2004. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros/>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

BAKER, N. Human Nature. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

BARTLETT, F.C. *Remembering*. Cambridge University Press: Cambridge, 1932 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

BECKER, S.; POTCHTER, O.; YAAKOV, Y. Calculated and observed human thermal sensation in an extremely hot and dry climate. *Energy and Buildings*, v. 35, p. 747-756, 2003.

BELO HORIZONTE. Prefeitura municipal. *Belo Horizonte – Informações gerais*. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br>>. Acesso em: 04 jul. 2010.

BERGLUND, L. G.; STOLWIJK, A. J. The use of simulation models of human thermoregulation in assessing acceptability of complex dynamic thermal environments. In: ENERGY conservation strategies in buildings. New Haven: Ed. J. A. J. Stolwijk. Yale Univ. Printing Service, 1978 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

BLAZEJCZVK, K. Heat balance of the human body in different weather conditions in North East Poland. *Grana*, v. 30, p. 277-280, 1991 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W.O. *Elementos de amostragem*. São Paulo: Blucher, 2005. 290 p.

BRAGER, G.S.; DE DEAR, R. J. Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, v. 27, p. 83-96, 1998 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

BRASIL. Lei n.º 10.257, de 10 jul. 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília, 1992.

BREWER, W. F.; TREYENS, J.C. Role of schemata in memory for places. *Cognit Psychol*, v. 13, p. 207-230, 1981 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

BRUSE, M. Simulating human thermal comfort and resulting usage patterns of urban open spaces with a multiagent system. In: INT. CONF. PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE (PLEA), 24. 2007. *Proceedings...*, p. 491-498 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

BRUSE, M.; FLEER, H. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environ.Modell. Softw.*, v. 13, p. 373- 384, 1998 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

BURT, J. E.; O'ROURKE, P. A.; TERJUNG, W. H. The relative influence of urban climates on outdoor human energy budgets and skin temperature. II. Man in an urban environment. *Int. J. Biomet.*, v. 26, p. 25-35, 1982 *apud* MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 38, p. 43-49, 1987.

BURT, J. E.; O'ROURKE, P. A.; TERJUNG, W. H. Human energy budgets and skin temperature: I. Modeling considerations. *Int. J. Biomet.*, v. 26, p. 3-23, 1982 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

BÜTTNER, K. *Physikalische Bioklimatologie*. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig, 1938 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

BÜTTNER, K. Physikalisches zum Wärmehaushalt des Menschen. *Klin. Wochenschr*, v. 36, p. 1508-1509, 1932 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

COUSINS, S. D. Culture and self-perception in Japan and the United States. *J Pers Soc Psychol*, v. 1, p. 124–131, 1989 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

CUNHA, J. M. P. Redistribuição especial da população: tendências e trajetória. *São Paulo em Perspectiva*, v. 17, p. 218-233, 2003.

DE DEAR, R. Ping-pong globe thermometers for mean radiant temperatures. *Heating and Ventilation Engineer and Journal of Air Conditioning*, v. 60, p. 10–11, 1987 *apud* 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*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

DE FREITAS, C.R. Assessment of human bioclimate based on thermal response. *International Journal of Biometeorology*, v. 29, p. 97-119, 1985 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v. 34, p. 661-665, 2002.

DE FREITAS, C.R. Assessment of human bioclimate based on thermal response. *International Journal of Biometeorology*, v. 29, p. 97-119, 1985 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

DE FREITAS, C. R.; RYKEN, M.G. Climate and physiological heat strain during exercise. *Int. J. Biomet.*, v. 33, p. 157-164, 1989 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

EAGLY, A.H.; CHAIKEN, S. The psychology of attitudes. Harcourt Brace College, New York, 1993 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

EDWARDS, B. *Guia Básica de la Sostenibilidad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA, 2004.

EISLER, A.D.; EISLER, H.; YOSHIDA, M. Perception of human ecology: cross-cultural and gender comparisons. *J Environ Psychol*, v. 23, p. 89–101, 2003 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

ELIASSON, I.; KNEZ, I.; WESTERBERG, U.; THORSSON, S.; LINDBERG, F. Climate and behaviour in a Nordic city. *Landscape and Urban Planning*, v. 82, p. 72–84, 2007 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

EMMANUEL, R.; ROSENLUND, H.; JOHANSSON, E. Urban shading – a design option for the tropics? A study in Colombo, Sri Lanka. *International Journal of Climatology*, v. 27, p. 1995-2004, 2007.

EMMANUEL, R., FERNANDO, H.J.S. Urban heat islands in humid and arid climates: role of urban form and thermal properties in Colombo, Sri Lanka and Phoenix, USA. *Climate Res.*, v. 34, p. 241–251, 2007 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

ESTADO do meio ambiente e retrospectivas políticas: 1972-2002. [200-]. Disponível em: <[http://www.wiiuma.org.br/geo\\_mundial\\_arquivos/cap2\\_areasurbanas.pdf](http://www.wiiuma.org.br/geo_mundial_arquivos/cap2_areasurbanas.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2010.

FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v. 34, p. 661-665, 2002.

FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, p. 741-746, 1993.

FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

FANGER, P.O.; HOJBJERRE, J.; THOMSEN J.O.B. Thermal comfort conditions in the morning and in the evening. *International Journal of Climatology*, v. 18, p. 16-22, 1974 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

FOUNTAIN, M. Size versus response time: choosing a globe thermometer for thermal comfort measurement in the field, Working paper, Center for Environmental Design Research, University of California. Berkeley (unpublished), 1987 *apud* NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, v. 42, p. 27–34, 1999.

FRANÇA, J.L.; VASCONCELLOS, A.C. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 8.ed. Belo Horizonte: Ed.UFMG, 2007. 225p.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. *Manual de conforto térmico*. 2.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995. 243p.

GAGGE, A.P.; STOLWIJK, J.A.J.; HARDY, J.D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environ. Res.*, v. 1, p. 1-20, 1967 *apud* 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.

GAGGE, A.P.; GONZALEZ, R.R. Physiological and physical factors associated with warm discomfort in sedentary man. *Environmental Research*, v. 7, p. 230-242, 1974 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v. 34, p. 661-665, 2002.

GAGGE, A.P.; STOLWIJK, J.A.J.; NISHI, Y. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Trans*, v. 77, p. 247-257, 1971 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

GILES, B.D.; BALAFOUTIS, C.H. The Greek heatwaves of 1987 and 1988. *Int J Climatol*, v. 10, p. 505–517, 1990 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

GILES, B.D.; BALAFOUTIS, C.H.; MAHERAS, P. Too hot for comfort. The heat waves in Greece in 1987 and 1988. *Int J Biometeorol*, v. 34, p. 98–104, 1990 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

GIVONI, B. *Man, Climate and Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1976 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

GOOGLE EARTH. *Belo Horizonte*. [200-]. Disponível em: <[www.google.com/earth](http://www.google.com/earth)>. Acesso em: jun. 2009.

GRÄTZ, A.; JENDRITZKY, G.; SCHMIDT, J.; BRASS, S. Stadtökologie. *Die Bauverwaltung.*, v. 3/94, p. 122–126, 1994 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

GRIFFITHS, I.D.; HUBER, J.W.; BAILLIE, A.P. Integrating the environment. In: STEEMERS, T.C. and PALZ, W. (eds), *European Conference on Architecture, Proceedings*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987 *apud* NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

HARLEY, T. Nice weather for the time of year: the British obsession with the weather. In: STRAUSS, S.; ORLOVE, B. (eds) *Weather, climate, culture*. Oxford: Berg, 2003. p 103–118. *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

HEERWAGEN, J.; DIAMOND, R.C. Adaptations and coping: occupant response to discomfort in energy efficient buildings. *Proceedings, ACEEE 1992 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, 1083-90 *apud* NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, p. 741-746, 1993.

HÖPPE, P.; SEIDL, H.A.J. Problems in the assessment of the bioclimate for vacationists at the seaside. *International Journal of Biometeorology*, v. 35, p. 107-110, 1991 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

HÖPPE, P. *Application of a dynamical energy-balance model for the prediction of thermal sensation and comfort*. In: Proc. of the 11<sup>th</sup> ISB- Congr., West Lafayette, USA, 1989, p. 267-272 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

HÖPPE, P. Die Wärmebilanzmodelle MEMI und IMEM zur Bewertung der thermischen Beanspruchung am Arbeitsplatz. *Verh Dtsch Ges Arbeitsmed Umweltmed*, v. 34, p. 153-158, 1994 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

HÖPPE, P. *Die Energiebilanz des Menschen*. Dissertation. Wiss Mitt Meteorol Inst Univ München, 1984, *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

HÖPPE, P. A new procedure to determine the mean radiant temperature outdoors. *Wetter und Leben*, v. 44, p. 147–151, 1992 *apud* 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*. v. 27, p. 1983-1993, 2007.

HUANG, Y.J.; AKBARI, H.; TAHA, H.; ROSENFELD, A.H. The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. *J Climate Appl Meteorol*, v. 26, p. 1103–1116, 1987 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

HUMPHREYS, M.A. The Optimum Diameter for a Globe Thermometer for Use Indoors. *Building Research Station*, CP 9/78, 1977 *apud* NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, v. 42, p. 27–34, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2000: Resultados do universo*. [200-]. Disponível em : < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Contagem da População 2007*. Disponível em : < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 set. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA. *Consulta dados da estação convencional: Belo Horizonte (MG)*. Disponível em : < <http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities*. Genève, 1998.

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*. Genève, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 7730: Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. Genève, 1994 *apud* 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*. Centre for Renewable Energy Sources. 2004. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros/>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 7730: Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. Genève, 1994 *apud* STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 8996: Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate*. Genève: 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 9920: Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*. Genève: 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 10551: Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales*. Genève:1995.

JAUREGUI, E. Urban bioclimatology in developing countries. *Experientia*, v. 49, p. 964-968, 1993 *apud* MAYER, H.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. In: Proceedings 2nd Japanese-German Meeting "Klimaanalyse für die Stadtplanung". Research Centre for Urban Safety and Security, Kobe University. Special rep 1, p. 155-168

JENDRITZKY, G.; MENZ, G. SCHIRMER, H.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen. Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover, 1990 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

JENDRITZKY, G.; MENZ, G. SCHIRMER, H.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen. Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover, 1990 *apud* BECKER, S.; POTCHTER, O.; YAAKOV, Y. Calculated and observed human thermal sensation in an extremely hot and dry climate. *Energy and Buildings*, v. 35, p. 747-756, 2003.

JENDRITZKY, G.; MENZ, G. SCHIRMER, H.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen. Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover, 1990 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, p. 741-746, 1993.

JENDRITZKY, G.; MENZ, G. SCHIRMER, H.; SCHMIDT-KESSEN, W. Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen. Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell. Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover, 1990 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H.J. *Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt-und Landschaftsplanung (Klima-Michel-Modell)*. Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 28. Hermann Schroedel, Hannover, 1979 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

JENDRITZKY, G.; GRÄTZ, A. Human bioclimatological questions and solutions in applied urban climatology. In: Proceedings of the 2nd Japanese-German Meeting “Klimaanalyse für die Stadtplanung”, 1998. Research Centre for Urban Safety and Security, Kobe University. Special report 1. p. 135–148 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

JENDRITZKY, G.; HAVENITH, G. *The thermal environment of the human being: A subjective retrospection on methodologies.* [entre 2000 e 2010] Disponível em: <[www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc](http://www.utci.org/cost/publications/ICB05%20The%20Thermal%20Environment.doc)>. Acesso em: 14 fev. 2009.

JENDRITZKY, G.; BUCHER, K.; BENDISCH, F. WALTHER, H. The mortality / climate study of the Deutscher Wetterdienst. Preprints of the 13th Conference on Biometeorology & Aerobiology, Albuquerque. American Meteorological Society, Boston, Mass, 1998, p. 297-300 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

JI, L.J.; ZHANG, Z., NISBETT, R.E. Is it culture or is it language? Examination of language effects in cross-cultural research on categorization. *J Pers Soc Psychol.*, v. 1, p. 57–65, 2004 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

KATZSCHNER, L.; BRUSE, M.; DREY, C.H.; MAYER, H. Untersuchung des thermischen Komforts zur Abpufferung von Hitze mittels eines städtebaulichen Entwurfs (BMBF Verbundprojekt KLIMES). – Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg, n. 16, p. 37–42, 2007 *apud* 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*, v. 17, n. 3, p. 241-250, 2008.

KATZSCHNER, L. Avaliação de conforto térmico para o planejamento urbano sob a consideração da mudança climática global. *Fórum Patrimônio*, v.3, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.forumpatrimonio.com.br>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

KATZSCHNER, L. Introduction. In: Proceedings of the workshop: Thermal comfort in urban planning and architecture under consideration of global climate change. Universität Kassel, Kassel, 2008.

KENNY, N.A.; WARLAND, J.S.; BROWN R.D., GILLESPIE, T.G. Estimating the radiation absorbed by a human. *International Journal of Biometeorology*, v. 52, p. 491-503, 2008.

KITAYAMA, S.; MARKUS, H.R.; MATSUMOTO, H.; NORASAKKUNKIT, V. Individual and collective processes in the construction of the self: self-enhancement in the United States and self-criticism in Japan. *J Pers Soc Psychol.*, v. 6, p. 1245–1267, 1997 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

KLIMES- Development of strategies to mitigate enhanced heat stress in urban quarters due to regional climate change in Central Europe. *Questionário*. Disponível em: <<http://www.klimazwei.de>>. Acesso em: 23 jul. 2008.

KNEZ, I. Attachment and identity as related to a place and its perceived climate. *J Environ Psychol* ., v. 25, p. 207–218, 2005 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Madrid: Paraninfo, 1977. 328 p.

KOTZ, A. *Humanbiometeorologische Bewertung des thermischen Milieus innerhalb verschiedener Stadtstrukturen*. Diploma Thesis in Meteorology. Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany, 1984 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

KRAWCZYK, B. The structure of the heat balance of the human body at the polish coast of the Baltic Sea. *Z. Met.*, v. 34, p. 175-183, 1984 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, p. 741-746, 1993.

KUEHN, L.A.; STUBBS, R.A.; WEAVER, R.S. Theory of the globe thermometer. *Journal of Applied Physiology*, v. 29, p. 750-757, 1970 *apud* 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*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

KWOK, A. G. (2000) Thermal boredom. In: STEEMERS, K.; YANNAS, S. (eds) *Architecture + City + Environment*, Proceedings of PLEA 2000, London: James & James *apud* STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1986. 231p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997. 192p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997. CD-ROM.

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. ICB 2008, Urban Climate, Poster.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de Calor nas Metrôpoles – O Exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MÁRQUEZ, G. G. *Doze contos peregrinos*. 19. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009. 252p.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO News*, v. 18, p. 7-10, 1996 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human biometeorology. *Atmos Environ B*, v. 25, p. 203-211, 1991 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of the climate in Greece. (In Greek with extended summary in German) PhD Thesis, University Thessaloniki, 1995 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

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*, v. 17, n. 3, 241-250, 2008.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theor. Appl. Climatol.*, v.38, p. 43-49, 1987 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

MAYER, H. Urban bioclimatology. *Experientia*, v. 49, p. 957-963, 1993 *apud* MAYER, H.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimates thermal component. In: Proceedings 2nd Japanese-German Meeting "Klimaanalyse für die Stadtplanung". Research Centre for Urban Safety and Security, Kobe University. Special rep 1, p. 155-168

MAYER, H. Urban bioclimatology. *Experientia*, v. 49, p. 957-963, 1993 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

MAYER, H. Urban bioclimatology. *Experientia*, v. 49, p. 957-963, 1993 *apud* MATZARAKIS, A.;  
MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MAYER, H. Human-biometeorologische Probleme des Stadtklimas. *Geowissenschaften*, v. 14, p. 233-239, 1996 *apud* MAYER, H.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. In: Proceedings 2nd Japanese-German Meeting "Klimaanalyse für die Stadtplanung". Research Centre for Urban Safety and Security, Kobe University. Special rep 1, p. 155-168

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 38, p. 43-49, 1987.

MAYER, E. Objective criteria for thermal comfort. *Building and Environment*, v. 28, n. 4, p. 399-403, 1993 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

MAYER, H.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. In: Proceedings 2nd Japanese-German Meeting "Klimaanalyse für die Stadtplanung". Research Centre for Urban Safety and Security, Kobe University. Special rep 1, 1998, p. 155-168.

MAYER, H.; MATZARAKIS, A. The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology. In: Proceedings of the *International Symposium on Monitoring and Management of the Urban Heat Island*, 1997, Fujisawa, p. 84-95 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MAYER, H. Forests as bioclimatic recreation areas. In: Proceedings of the *WMO Symposium on Forest Meteorology*, Ottawa 1978, pp 99-101 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Die Bedeutung des Waldes für die Erholung aus der Sicht der Humanbioklimatologie. *Forstwiss Centralbl (Hamb)*, v. 103, p. 125-131, 1984 *apud* MATZARAKIS, A.;  
MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MAYER, H.; MATZARAKIS, A.; LINSER, S. Thermischer Wirkungskomplex der Waldatmosphäre. *Ann Meteorol.*, v. 33, p. 34-39, 1997 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

MAYER, H. Climatic effects of trees within street canyons. In: Proc. 15th Int. Congr. Biometeor. & Int. Conf. Urban Climatol., 1999, COMB6.1, 1-7 *apud* 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*, v. 17, n. 3, 241-250, 2008.

MEHNERT, P.; MALCHAIRE, J.; KAMPMANN, B.; PIETTE, A.; GRIEFAHN, B.; GEHARDT, H. Prediction of the average skin temperature in warm and hot environments. *European Journal of Applied Physiology*, v. 82, p. 52-60, 2000 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v. 34, p. 661-665, 2002.

MERTENS, E. Bioclimate and city planning – open space planning. *Atmos. Environ.*, v. 33, p. 4115–4123, 1999 *apud* 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*, v. 17, n. 3, 241-250, 2008.

MINSKY, M. A framework for representing knowledge. In: WINSTON, P.H. (ed.) *The psychology of computer vision*. New York: McGraw-Hill, 1975 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

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. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos. In: VIII Encontro Nacional e V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2007, Ouro Preto. **Anais...** ANTAC.

NAGARA, K.; SHIMODA, Y.; MIZUNO, M. Evaluation of the thermal environment in an outdoor pedestrian space. *Atmos. Environ.*, v. 30, p. 497-505, 1996 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

NICOL, J.F. Passive buildings need active occupants, 1990. In: Proc. World Renewable Energy Congress, Reading, UK *apud* NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

NIKOLOPOULOU, M; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, v. 35, n. 1, p. 95-101, 2003 *apud* NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

NIKOLOPOULOU, M; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, v. 35, n. 1, p. 95-101, 2003 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. *Solar Energy*, v. 70, n. 3, p. 227–235, 2001

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, v. 42, p. 27–34, 1999.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS, K. (1999). Thermal comfort in urban spaces: different forms of adaptation, Proc. REBUILD 1999: The Cities of Tomorrow, Barcelona apud NIKOLOPOULOU, M.; LYKLOUDIS 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*. Centre for Renewable Energy Sources. 2004. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros/>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

NIKOLOPOULOU, M. BAKER, N. and STEEMERS, K. (1999) Thermal comfort in urban spaces: different forms of adaptation in Perez Latoore, M. (ed.) Proc. REBUILD 1999: Shaping Our Cities for the 21<sup>st</sup> Century, Barcelona apud NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKLOUDIS 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*. Centre for Renewable Energy Sources. 2004. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros/>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

OKE, T.R. Towards better scientific communication in urban climate. *Theor. Appl. Climatol.*, v. 84, p.179–190, 2006 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*, v. 17, n. 3, 241-250, 2008.

PATTON, H.D.; FUCHS, A.F. et al. Textbook of Physiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1989 apud 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.

Physiological Equivalent Temperature (cálculo baseado no MEMI): software. Versão desenvolvida por HOLST, J. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 2007.

PIAGET, J.; INHELDER, B. Memory and intelligence. New York: Basic Books, 1973 apud KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

POTTER, J.; de DEAR, R. *Field study to calibrate outdoor thermal comfort index*. In: Biometeorology and urban climatology at the turn of the millennium. De Dear, Kalma, Oke and Auliciems (Eds.), World Meteorological Organization, WCASP-50, WMO/TD – N°. 1026, Geneva, 2000, pp. 315-320 apud HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

POTTER, J.; DE DEAR, R. 2000: Field study to calibrate an outdoor thermal comfort index. Biometeorology at the turn of the millennium. Proc. ICB-ICUC'99. Sydney. Australia: 315-319 apud ALLI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

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.

RAYMAN: software livre. Versão 1.2 , desenvolvida por RUTZ,F.; MATZARAKIS, A.; MAYER,H. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 2000. Disponível em: <[www.urbanclimate.net/rayman](http://www.urbanclimate.net/rayman)> . Acesso em: 23 set. 2009.

REBER, A.S. *Dictionary of psychology*. New York: Penguin Books, 1985 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

RIBEIRO, C. M.; MOL, C. R. Avaliação das mudanças climáticas em Belo Horizonte: análise dos parâmetros temperatura e precipitação. In: Simpósio Situação Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1985, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia & Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, *Anais...*, p. 67-77 *apud* ASSIS, E.S. Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical. 164p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

ROHLES, H. Temperature or temperament: a psychologist looks at thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, v. 86, n. 1, p. 5-13, 1980 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

SCHUH, A. Climatotherapy. *Experientia*, v. 15, 49, n. 11, p. 947-956, 1993 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

SIMPSON, J.R.; McPHERSON, E. G. Simulation of tree shade impacts on residential energy use for space conditioning in Sacramento. *Atmos Environ.*, v. 32, p. 69-74, 1998 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

SOUTHALL, A. (e.d.) *Urban Anthropology: Cross-Cultural Studies of Urbanization*, Oxford University Press: London, 1974 *apud* AVDELIDI, K. Social Considerations at the Design of Open Spaces. In: PROJECT RUROS - Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Centre for Renewable Energy Sources. 2004. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros/>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

SPAGNOLO, J.C.; DE DEAR, R.J. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, v. 38, p. 721-738, 2003 *apud* 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*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

SPAGNOLO, J.C.; DE DEAR, R.J. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, v. 38, p. 721-738, 2003 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

SPAGNOLO, J.C.; DE DEAR, R.J. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, v. 38, p. 721–738, 2003 *apud* ALI TOUDERT, F. *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. 224f. Dissertation - Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Freiburg, 2005.

SPIEGEL, M.R. *Estatística*. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. 454p.

STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

STEEMERS, K.; RAMOS, M.; SINOU, M. Urban diversity. In: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (Ed.) *Environmental Diversity in Architecture*. London; New York: Spon Press, 2004.

STEHR, N.; VON STORCH, H. The social construct of climate and climate change. *Clim Res.*, v. 5, p. 99–105, 1995 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

STERNBERG, R. J. Culture and intelligence. *Am Psychol.*, v. 5, p. 325–338, 2004 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

STOLWIJK, J.A. Mathematical models of thermal regulation. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, v. 335, p. 98-106, 1980 *apud* HÖPPE, P. Heat balance modelling. *Experientia*, v. 49, p. 741-746, 1993.

SUMMIT, J.; SOMMER, R. Urban tree-planting programs – a model for encouraging environmentally protective behavior. *Atmos Environ.*, v. 32, p. 1–5, 1998 *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

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*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

THORSSON, S.; LINDGVIST, M.; LINDGVIST, S. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int J Biometeorol.*, v. 48, p. 149–156, 2004 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

TIKUISIS, P.; GIESBRECHT, G.G. Prediction of shivering heat production from core and mean skin temperatures. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. V. 79, n. 3, p. 221-229, 1999 *apud* HÖPPE, P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, v.34, p. 661-665, 2002.

VDI Methods for the human-biometeorological assessment of climate and air hygiene for urban and regional planning. Part I: Climate. VDI guideline 3787. Part 2. Beuth, Berlin, 1998 *apud* HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 71-75, 1999.

VDI (1998) Methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning. Part I: Climate. VDI guideline 3787. Part 2. Beuth, Berlin *apud* MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, v. 43, p. 76-84, 1999.

VDI (1998) VDI 3789, Part I: environmental meteorology, methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: climate. VDI/DIN- Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Düsseldorf *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

VERNON, H. M. The measurement of radiant temperature in relation to human comfort. *Journal of Industrial Hygiene*, v. 14, p. 95–111, 1932 *apud* 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*, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

VERNON, H. M. The measurement of radiant temperature in relation to human comfort. *Journal of Industrial Hygiene*, v. 14, p. 95–111, 1932 *apud* NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, v. 42, p. 27–34, 1999.

H.M. VERNON: The measurement, in relation to human comfort, of the radiation produced by various heating systems. Proceedings of the institution of Heating and Ventilating Engineers., 1932, pp 160-227 *apud* NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. *Architectural Science Review*, v. 42, p. 27–34, 1999.

WANG, Q. The emergence of cultural self-constructs: autobiographical memory and self-description in European, American and Chinese children. *Dev Psychol.*, v. 1, p. 3–15, 2004 *apud* KNEZ, I.; THORSSON, S. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology*, v. 50, p. 258-268, 2006.

WITT, A. *Metodologia de pesquisa:questionário e formulário*. 2.ed. São Paulo: Editora Resenha Tributária, 1973. 142p.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

## Montagem do termômetro de globo cinza de 40mm

Utilizaram-se, para a montagem do termômetro de globo cinza de 40mm (FIGURA 17), os seguintes materiais:

- Bola de tênis de mesa de 40mm;
- Tinta Grafite Claro, código 11202401404, Coral Dulux Metais;
- Sensor de temperatura da Farnell Newark Brasil Distribuidora de Produtos Eletrônicos Ltda, código 41K4848;
- Porta-LED de 5mm;
- Amplificador Operacional Quádruplo LM324, de ganho 5;
- Conector P2;
- Terminal para bateria portátil de 9V;
- Abraçadeiras tipo tied-up.

A bola de tênis-de-mesa de 40mm, originalmente branca, foi pintada com a tinta Grafite Claro, código 11202401404, Coral Dulux Metais. Para a pintura das bolinhas, estas foram furadas com pregos quentes sem cabeça, de 3,4cm de altura por 0,3cm de diâmetro, e imersas na tinta, após o quê foram espetadas em isopor para início do processo de secagem. Utilizou-se somente uma demão de tinta para a pintura.

O sensor de temperatura da Farnell Newark Brasil Distribuidora de Produtos Eletrônicos Ltda, código 41K4848, foi instalado no interior da bola de tênis de mesa por meio de um porta-LED de 5mm, enroscado em um furo feito com furadeira elétrica na bola de tênis de mesa. Com vistas a amplificar o sinal elétrico proveniente do sensor, esse foi então ligado a um Amplificador Operacional Quádruplo LM324 de ganho 5, visto que o *data logger* HOBO U12-012 da ONSET, utilizado para o registro dos valores medidos, somente realiza leituras de valores de voltagem entre 0 e 2,5 V, com uma precisão de  $\pm 2\text{mV}$ .

O Amplificador foi ligado, em uma de suas extremidades, a um conector P2 que se ajusta ao canal externo do *data logger* HOBO U12-012 da ONSET, e em sua outra extremidade, a um terminal para bateria portátil de 9V. A alimentação do sensor deve ser de 9 a 15V de input. A fonte de alimentação externa, por meio da utilização das pequenas baterias de 9V,

proporciona portabilidade ao equipamento e facilita sua utilização em ambientes externos. Abraçadeiras tipo tied-up, foram utilizadas para a fixação da bateria no amplificador.

Em testes realizados com baterias novas de 9V, alcalinas, concluiu-se que estas duram, aproximadamente, 4h de medição contínua.

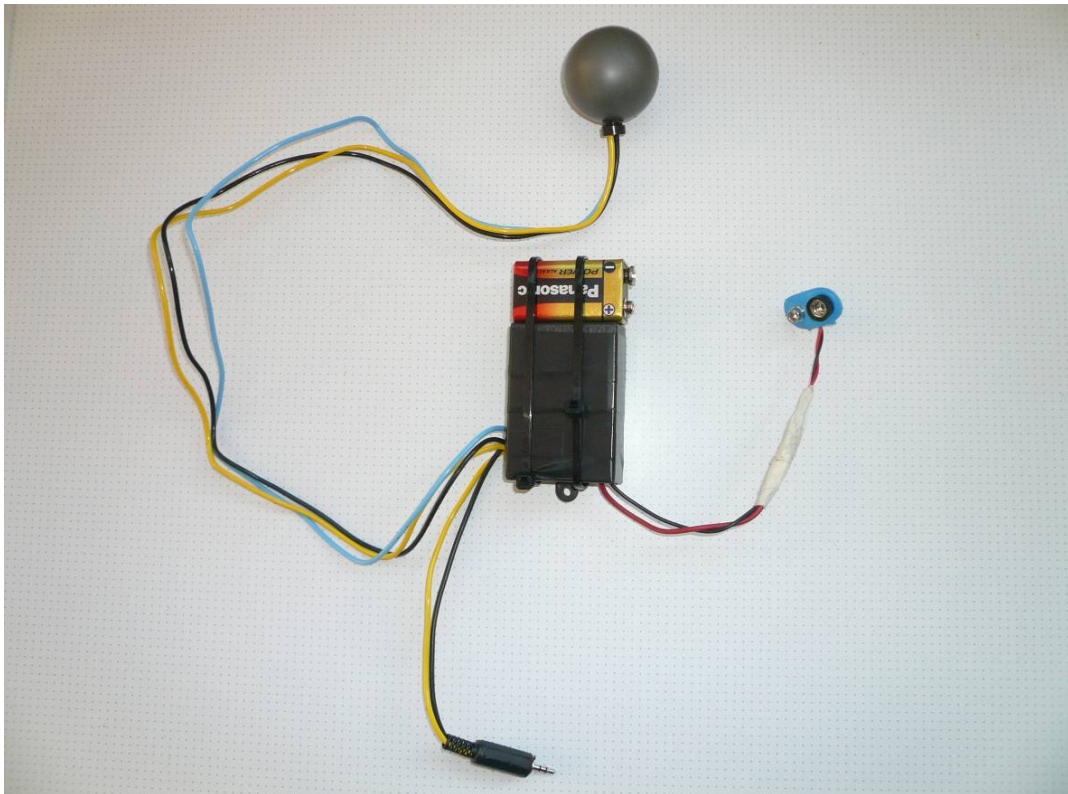


FIGURA 17 - Termômetro de globo cinza de 40mm, com fonte de alimentação externa por bateria de 9V. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

## APÊNDICE B

## Desenvolvimento do abrigo meteorológico

Utilizaram-se, para a confecção do abrigo meteorológico, os seguintes materiais:

- Plug de esgoto de PVC,  $\Phi$ 100mm, marca TIGRE;
- Terminal de ventilação de PVC,  $\Phi$ 100mm, marca TIGRE;
- Porca sextavada de 1/4";
- Peça antiinfiltração de PVC,  $\Phi$ 100mm, marca TIGRE;

O abrigo consiste no encaixe de um plug de esgoto de PVC com 100mm de diâmetro da marca TIGRE com o terminal de ventilação também de PVC com 100mm de diâmetro da marca TIGRE. O plug de esgoto serve como base do abrigo, no qual se encaixa o terminal de ventilação, e por meio do qual o abrigo se fixa ao tripé.

O plug de esgoto deve ser cortado e lixado em sua parte superior para encaixar com facilidade no terminal de ventilação (FIGURA 18), facilitando o manuseio do abrigo. No plug de esgoto devem ser feitos oito furos de 12mm de diâmetro, para permitir a ventilação do equipamento instalado em seu interior (FIGURA 19).

Também nesta base, deve ser encaixada e colada com durepoxi líquido uma porca sextavada de 1/4" (FIGURA 19), que corresponde ao encaixe padrão dos tripés. O equipamento deve ser fixado no interior deste abrigo sem se encostar às suas laterais (FIGURA 20). Sugere-se fixação por meio da utilização de fechos de contato auto-adesivos.

Na parte superior do abrigo, deve ser encaixada ainda uma peça antiinfiltração da TIGRE, de PVC, com 100mm de diâmetro, para sombrear a abertura destinada a proporcionar circulação de ar em seu interior (FIGURA 21), evitando assim que raios solares atinjam diretamente o equipamento ali dentro alojado.



FIGURA 18 – Corte e lixamento da lateral do plug de esgoto. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 19 – Furação da base do abrigo e encaixe da porca sextavada de 1/4". Fonte: Arquivo pessoal da autora.




FIGURA 20 – Fixação do equipamento no interior do abrigo. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 21 – Abrigo meteorológico. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

## APÊNDICE C

## Questionários 1, 2 e 3



**Universidade Federal de Minas Gerais**

QUESTIONÁRIO 1 - Nº \_\_\_\_\_ Identificador Campanha \_\_\_\_\_

1. Você já respondeu esse questionário por esses dias?     Sim                     Não
2. Qual é a sua idade? (20-59) \_\_\_\_\_
3. Mora em Belo Horizonte há mais de um ano?             Sim                     Não  
Em que bairro você mora? \_\_\_\_\_  Permanece mais de 8h/dia em BH
4. Você está com algum problema de saúde agora?         Sim                     Não  
Se sim:     Gripe             Febre             Resfriado
5. Em caso de mulheres:     Está grávida?             Está na menopausa?             Não
6. Durante quantas horas por dia você está em ambientes com ar condicionado?  
 Nenhuma                     Até 8 horas por dia                     Mais que 8 horas por dia
7. Há quanto tempo você está aqui nesta praça?  
 Mais de 15 minutos                     Menos de 15 minutos
8. De onde você está vindo agora?     Ambiente fechado                     Ambiente aberto  
Se vier de ambiente fechado: você estava em um lugar com ar condicionado?  Sim                     Não
9. Bebeu ou comeu algo na última 1h?  
 Bebida alcoólica             Bebida fria                     Bebida quente                     Comida                     Não

FIGURA 22 – Questionário 1.



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável

QUESTIONÁRIO 2

Nº \_\_\_\_\_ Identificador Campanha \_\_\_\_\_

1. Qual é a sua altura? \_\_\_\_\_
2. Qual é o seu peso? \_\_\_\_\_
3. Como você está se sentindo agora?
 

Com muito calor	Com calor	Com um pouco de calor	Bem, nem calor e nem frio	Com um pouco de frio	Com frio	Com muito frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Como você gostaria de estar se sentindo agora?
 

Bem mais quente	Mais quente	Um pouco mais quente	Nem mais quente, nem mais frio	Um pouco mais frio	Mais frio	Bem mais frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Com relação às condições climáticas, agora você está:
 

Um pouco desconfortável	Confortável	Desconfortável	Muito desconfortável
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Com relação à temperatura do ar, você preferiria que essa estivesse:
 

Mais baixa	Como está	Mais alta	Não sei dizer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Com relação à umidade do ar, você preferiria que estivesse:
 

Mais seco	Como está	Mais úmido	Não sei dizer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Com relação ao vento, você preferiria que esse estivesse:
 

Mais fraco	Como está	Mais forte	Não sei dizer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Com relação à insolação, você preferiria que essa estivesse:
 

Mais branda	Como está	Mais intensa	Não sei dizer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Por que você escolheu estar neste lugar?
 

<input type="checkbox"/> Passeando	<input type="checkbox"/> Trabalhando	<input type="checkbox"/> De Passagem	<input type="checkbox"/> Esperando	<input type="checkbox"/> Outros _____
------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------
11. Você é:
 

<input type="checkbox"/> Friorento	<input type="checkbox"/> Calorento	<input type="checkbox"/> Nem friorento nem calorento
------------------------------------	------------------------------------	--

FIGURA 23 – Questionário 2.



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável

QUESTIONÁRIO 3 – Dados Observacionais

Nº \_\_\_\_\_ Identificador Campanha \_\_\_\_\_

Hora inicial: \_\_\_\_\_

Atividade física, no momento da abordagem pelos pesquisadores:

Sentado     Parado em pé     Andando     Correndo     Outro: \_\_\_\_\_

Se sentado ou parado em pé, o entrevistado fica, preferencialmente:

No sol     Na sombra     Estava em movimento

Durante a entrevista, o entrevistado está:     No sol     Na sombra

Vestimenta:



CLO = 0,06



CLO = 0,15



CLO = 0,19



CLO = 0,25



CLO = 0,31



CLO = 0,50



CLO = 0,69



CLO = 0,79



CLO = 0,99



CLO = 1,40

Sexo:     Feminino     Masculino

O entrevistado estava:     Acompanhado     Sozinho     Com criança e/ou cachorro

Hora final: \_\_\_\_\_

Entendimento das questões do formulário – O entrevistado:

- Entendeu corretamente as questões, sem a ajuda do entrevistador  
 Entendeu as questões, com a ajuda do entrevistador  
 Teve dificuldades em entender as questões, mesmo com a ajuda do entrevistador  
 Não entendeu as questões, mesmo com a ajuda do entrevistador

Questões em que o entrevistado teve dificuldades no entendimento: \_\_\_\_\_

FIGURA 24 – Questionário 3.

## APÊNDICE D

### Aferição dos *data loggers*

Em janeiro de 2009, procedeu-se à aferição, em duas etapas, dos valores de temperatura do ar e de umidade relativa medidos pelos *data loggers* utilizados nos levantamentos de campo. A primeira etapa foi realizada no Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética nas Edificações (LABCON), da UFMG, e a segunda etapa, no 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5º DISME/INMET).

Na primeira etapa, foram aferidos dezessete *data loggers* e termo-higrômetros, modelo HOBO U12, marca ONSET, na sala de aulas do LABCON.

Anteriormente ao início da aferição, o ambiente foi devidamente preparado para esse procedimento de modo a minimizar as influências dos ambientes externos e a estabilizar o máximo possível as condições atmosféricas internas. As luzes artificiais permaneceram desligadas, o ambiente foi mantido sem ventilação, com as frestas das janelas e das portas vedadas com fita crepe, e sem insolação direta, com as venezianas fechadas (FIGURA 25).

Os dezessete *data loggers* foram identificados pelos respectivos números de série, configurados para iniciar a medição às 11h, do dia 02.01.2009, com registro de valores instantâneos de 30 em 30 min., e organizados sobre quatro mesas encostadas umas nas outras e dispostas no centro da sala (FIGURA 26). Também a localização de cada um dos equipamentos sobre as mesas foi anotada para controle posterior, assim como a localização exata das mesas com relação ao cômodo.

O ambiente e os *data loggers* estavam totalmente preparados no horário previsto para o início das medições, que se iniciaram às 11h do dia 02.01.2009 e terminaram às 16h do dia 11.01.2009. Considerou-se, na análise dos dados, o período compreendido entre 13h do dia 02.01.09 e 13h do dia 11.01.2009, quando as condições atmosféricas no interior do recinto já estavam estabilizadas. Totalizaram-se 9 dias de medição.



FIGURA 25 - Organização da sala do LABCON para o procedimento de aferição dos *data loggers*. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 26 - Organização dos dezessete *data loggers* para o procedimento de aferição dos mesmos. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Esse procedimento possibilitou a comparação dos valores registrados pelos dezessete *data loggers*, cujos dados foram extraídos dos equipamentos e organizados em planilhas do programa Excel®. Dentre os dezessete equipamentos, dois deles, cujos valores por eles medidos se assemelhavam bastante, foram selecionados para serem utilizados nos levantamentos de campo deste estudo. Seus números de série são: 904042 e 963870. Os resultados da comparação entre os valores medidos de temperatura do ar e umidade relativa por esses dois equipamentos selecionados são apresentados nos GRÁFICOS 255 e 256:

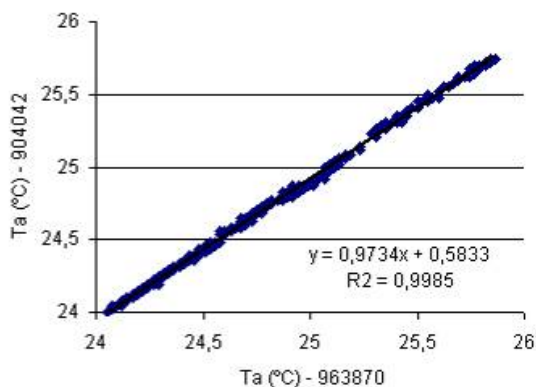


GRÁFICO 255 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 963870.

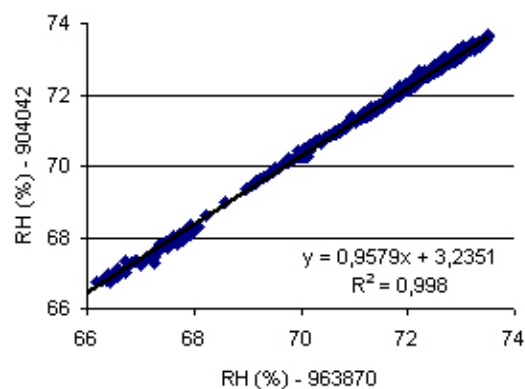


GRÁFICO 256 - Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelos dois *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 963870.

Em uma segunda etapa, após a aferição realizada no LABCON, os dois equipamentos selecionados para serem utilizados nos levantamentos de campo deste estudo foram levados ao 5º DISME/INMET para uma aferição contra o termohigrógrafo utilizado por este órgão na estação convencional para observações das condições climáticas.

Os dois *data loggers*, identificados pelos números de série 904042 e 963870, foram colocados no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET (FIGURAS 27 e 28). A aferição teve início no dia 15.01.2009, às 9h, e término no dia 16.01.2009, às 13h. Os valores foram registrados de 10 em 10 min. Os valores medidos pelos *data loggers* foram comparados com os valores registrados no termohigrograma, gráfico gerado pelo termohigrógrafo.



FIGURA 27 - Localização dos *data loggers* no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 28 - Abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET, com os *data loggers* em seu interior. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Considerou-se, na análise dos dados, o período compreendido entre 10h do dia 15.01.09 e 10h do dia 16.01.2009, e os dados registrados de 30 em 30 min. Os resultados da aferição podem ser visualizados nos GRÁFICOS 257 a 262, a seguir.

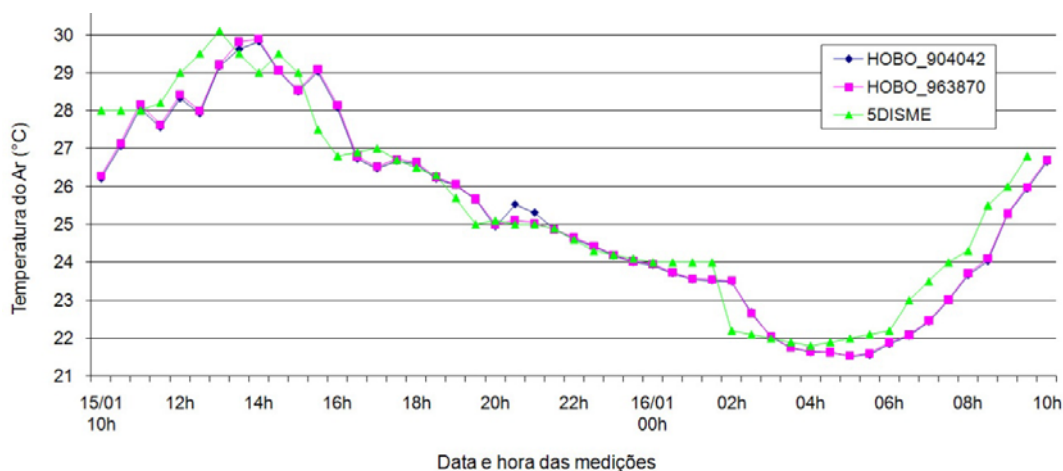


GRÁFICO 257 - Série temporal dos valores medidos de temperatura do ar (°C) durante a aferição dos *data loggers* no 5º DISME/INMET.

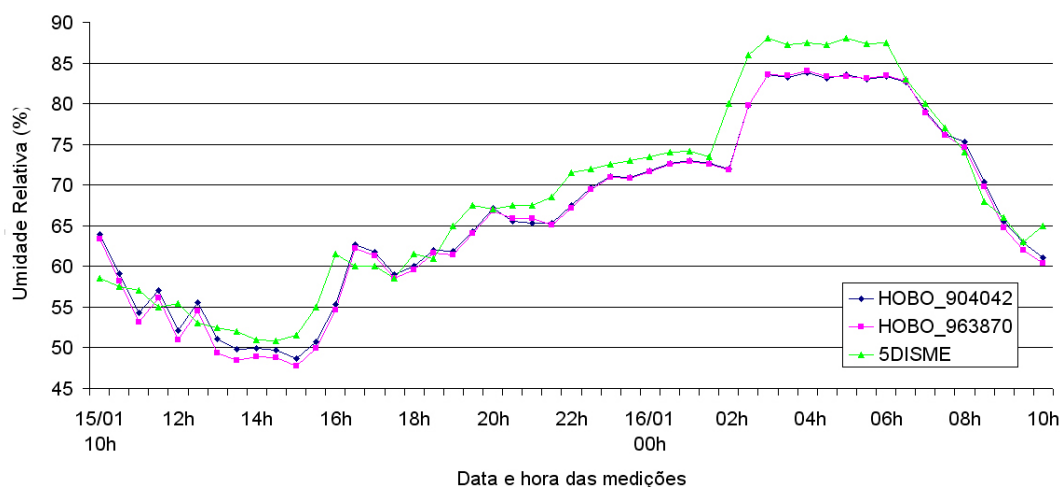


GRÁFICO 258 - Série temporal dos valores medidos de umidade relativa (%) durante a aferição dos *data loggers* no 5º DISME/INMET.

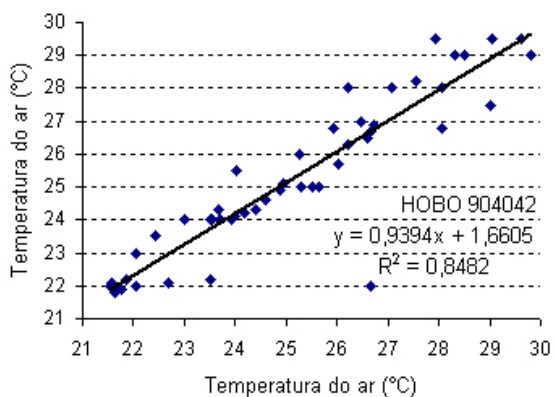


GRÁFICO 259 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelo *data logger* identificado pelo número de série 904042 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET.

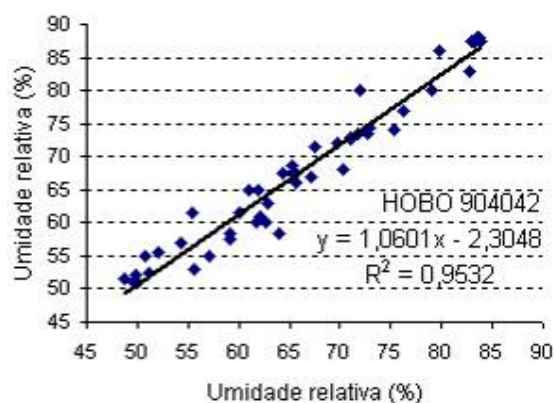


GRÁFICO 260 - Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelo *data logger* identificado pelo número de série 904042 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET.

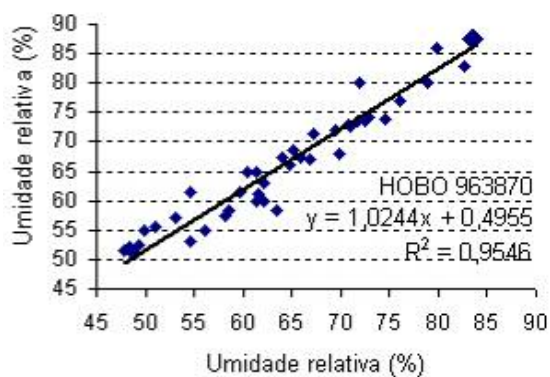
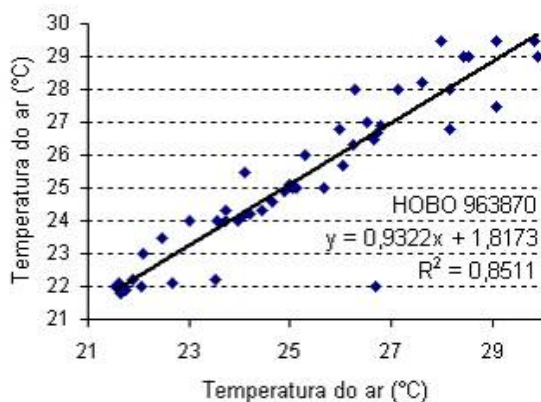


GRÁFICO 261 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelo *data logger* identificado pelo número de série 963870 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET.

GRÁFICO 262 - Comparação entre os valores medidos de umidade relativa (%), pelo *data logger* identificado pelo número de série 963870 e pelo termohigrógrafo do 5º DISME/INMET.

Os resultados demonstram que os valores medidos pelos *data loggers* estão coerentes com os valores medidos pelo termohigrógrafo, considerando as imprecisões na leitura do termohigrógrafo e o erro dos equipamentos, e que, portanto, não precisam ser corrigidos.

## APÊNDICE E

### Aferição do anemômetro

O anemômetro a ser utilizado na pesquisa foi aferido, em 30.06.2009, no Laboratório de Vazão da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC-MG). Para a aferição do anemômetro, utilizou-se o túnel de vento do CETEC-MG.

O anemômetro de copos utilizado, marca LAMBRECHT, foi aferido contra um anemômetro de pás do CETEC-MG e um termoanemômetro de fio quente, marca ALNOR TSI Incorporated, modelo 8585/8586. O instrumento a ser aferido foi fixado em um suporte giratório juntamente com o anemômetro de pás. O termoanemômetro de fio quente foi montado em um suporte individual à parte (FIGURA 29).

Os equipamentos foram posicionados com seus eixos alinhados ao centro da circunferência de saída do fluxo de ar, centralizados nessa circunferência. Para o posicionamento dos equipamentos durante o procedimento de aferição, utilizou-se a distância de 15 cm, entre o instrumento medidor e a extremidade do túnel, para velocidades do vento acima de 1m/s, e abaixo deste valor de velocidade do fluxo de ar, foi utilizada a distância de 7,5cm.

Ao ser ligado o túnel de vento, o anemômetro padrão realizou a medição do fluxo de ar gerado pelo túnel anteriormente à exposição do anemômetro de copos a ser aferido. Por fim o termoanemômetro também realizou a medição. Assim, a velocidade do jato de ar foi medida, ora pelos padrões e ora pelo instrumento em teste, por meio do giro da torre e ajuste da distância em relação à extremidade do túnel.

As velocidades do jato de ar foram medidas, em um primeiro momento, com velocidades crescentes, na faixa de 0,5m/s a 10m/s, variando de 0,5m/s em 0,5m/s para velocidades entre 0,5m/s e 5m/s, e de 1m/s em 1m/s, para velocidades entre 5m/s a 10m/s. Posteriormente, para conferência dos valores medidos, as velocidades do jato de ar foram medidas considerando velocidades decrescentes, para os valores de 5m/s, 4m/s, 3m/s e 2m/s.

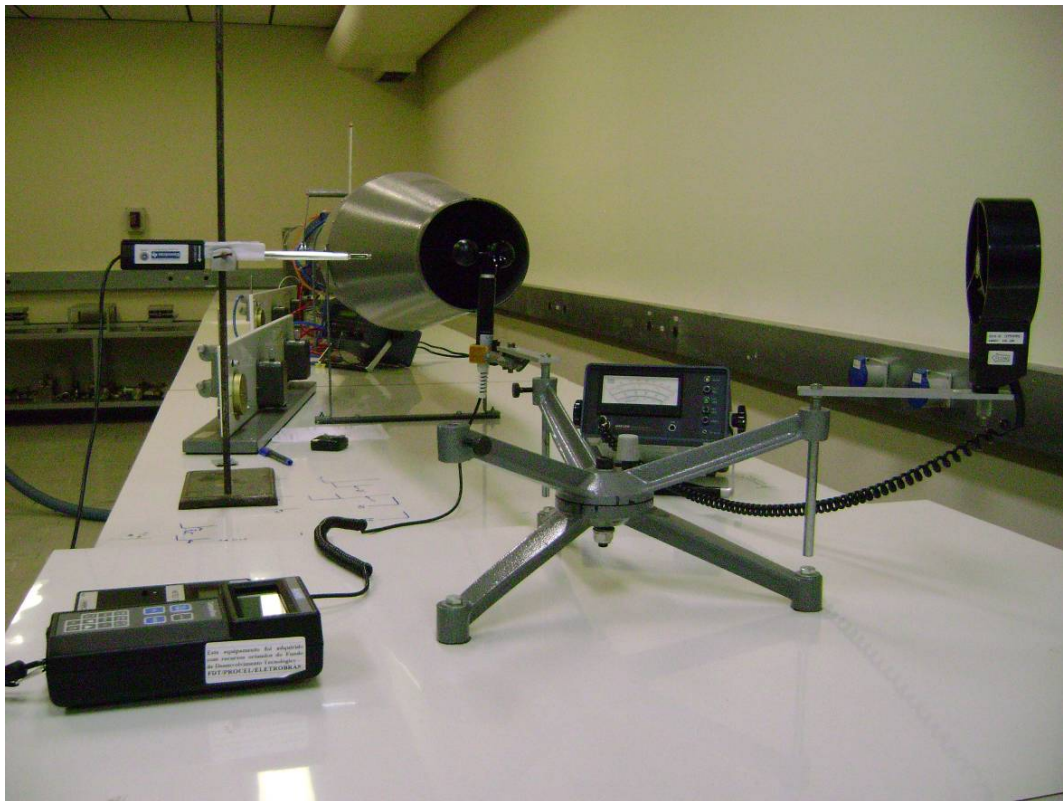


FIGURA 29 - Aferição do anemômetro de copos no túnel de vento do CETEC – MG. A imagem mostra o anemômetro Lambrecht a ser aferido e o anemômetro de pás fixados no suporte giratório, bem como o termoanemômetro montado em suporte próprio próximo à extremidade do túnel de vento. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os resultados podem ser visualizados nos GRÁFICOS 263 a 265, a seguir.

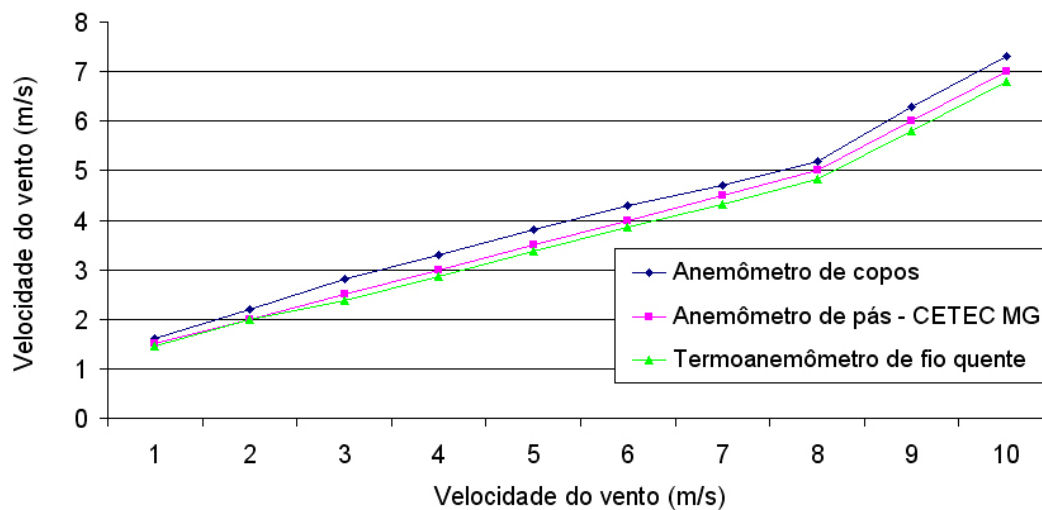


GRÁFICO 263 - Série temporal dos valores medidos de velocidade do vento (m/s) durante a aferição do anemômetro de copos, no CETEC – MG.

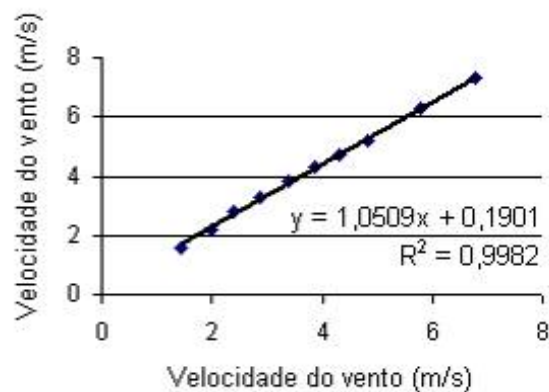
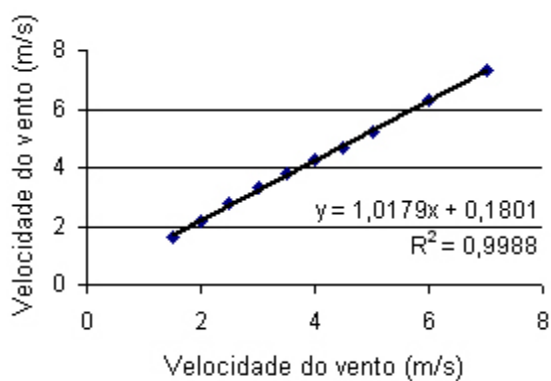


GRÁFICO 264 - Comparação entre os valores medidos de velocidade do vento (m/s), pelo anemômetro de copos e pelo anemômetro de pás do CETEC - MG.

GRÁFICO 265 - Comparação entre os valores medidos de velocidade do vento (m/s), pelo anemômetro de copos e pelo termoanemômetro.

Os resultados demonstram que os valores medidos pelo anemômetro de copos estão coerentes com os valores medidos pelo anemômetro de pás do CETEC – MG e pelo termoanemômetro de fio quente, e que, portanto, não precisam ser corrigidos.

## APÊNDICE F

## Aferição dos termômetros de globo cinza, 40mm

A aferição dos valores de temperatura de globo medidos pelos termômetros de globo cinza foi realizada também em duas etapas. Essas etapas serão explicadas a seguir.

Na primeira etapa, realizada em 19 de julho de 2009, procedeu-se à aferição dos valores medidos pelos dois termômetros de globo cinza de 40mm utilizados nos levantamentos de campo. As medições foram realizadas de 18:40h às 20:40h, com o registro dos valores de 2 em 2 minutos. Os equipamentos foram montados sobre tripés, a 1,1m de altura (FIGURAS 30 e 31).



FIGURA 30 - Organização do ambiente para aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 31 - Detalhe da aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os resultados (GRÁFICOS 266 e 267) demonstram que os valores medidos pelos dois termômetros de globo cinza estão bastante semelhantes entre si e que, portanto, não precisam ser corrigidos.

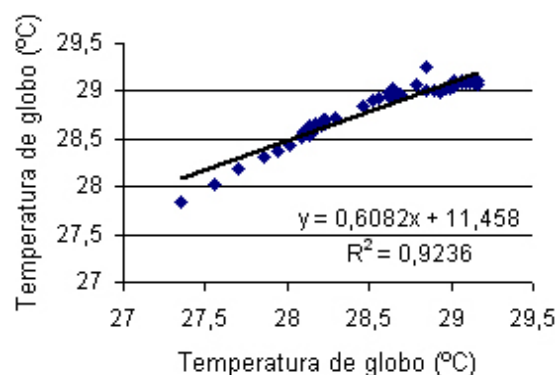
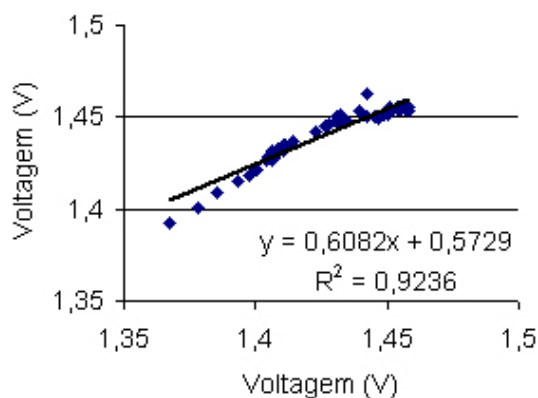


GRÁFICO 266 - Comparação entre os valores medidos de voltagem (V), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 963870, durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm.

GRÁFICO 267 - Comparação entre os valores medidos de temperatura de globo (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 963870, durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo cinza de 40mm.

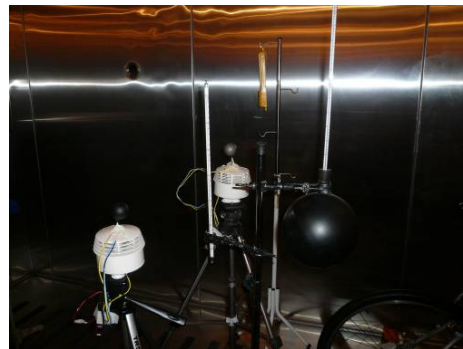
Em 02 de outubro de 2009, procedeu-se à segunda etapa da aferição dos termômetros de globo cinzas. Esta etapa visou à comparação entre o termômetro de globo preto de 15cm, calibrado pelo CETEC-MG, e o termômetro de globo de 40mm.

Essa segunda etapa foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE), da UFMG. O LAFISE possui uma câmara climática capaz de proporcionar grande amplitude térmica bem como mudanças em suas temperaturas e umidades internas, em um tempo relativamente pequeno (FIGURA 32). As medições foram realizadas no interior da câmara e, conseqüentemente, sem a incidência de radiação solar direta nos equipamentos (FIGURAS 33 e 34).

No termômetro de globo de 40mm, inicialmente utilizou-se um globo cinza, conforme utilizado nos levantamentos de campo, e posteriormente, um globo preto. Os valores medidos com a utilização do globo preto de 40mm serviram como base para a aferição do termômetro de globo de 40mm contra o termômetro de globo de 15cm.



FIGURA 32 - Câmara bioclimática do LAFISE, utilizada na aferição dos termômetros de globo utilizados. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURAS 33 e 34 - Termômetros de globo organizados no interior da câmara bioclimática do LAFISE, durante o procedimento de aferição desses equipamentos. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os valores foram registrados de 2 em 2 min. O tempo considerado para a estabilização dos globos durante as mudanças de temperatura e umidade da câmara foi de, aproximadamente, 15min. Iniciou-se o procedimento de aferição do termômetro de globo preto de 15cm contra o termômetro de globo cinza de 40mm, com a câmara climática medindo 35°C em seu interior. Manteve-se a temperatura interior da câmara por 15min para a realização das medições, e depois esta foi diminuída para 30°C. Aguardou-se 15min para a estabilização dos equipamentos e novamente procedeu-se às medições por 15 minutos. Esse procedimento foi realizado assim sucessivamente até que a temperatura interna da câmara atingiu 15°C.

Neste momento, o globo cinza foi substituído pelo globo preto no termômetro de 40mm. Aguardou-se o tempo de 10min. e novamente foi realizada a leitura dos valores medidos, desta vez, pelo termômetro de globo de 40mm com o globo preto e pelo termômetro de globo preto de 15cm. Aumentou-se a temperatura interna da câmara para 20°C, sempre aguardando o tempo de estabilização para o registro de mais um conjunto de dados por 15min. Esse procedimento se repetiu até que a temperatura interna da câmara atingiu 25°C.

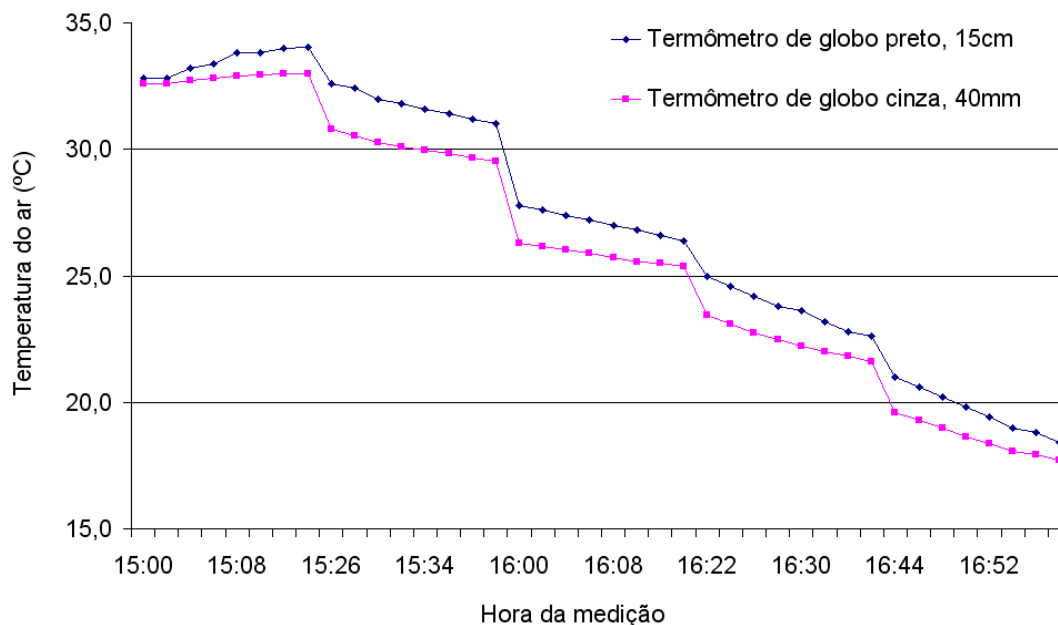


GRÁFICO 268 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo no LAFISE. O gráfico permite visualizar as seqüências medidas simultaneamente pelo termômetro de globo preto, de 15cm e pelo termômetro de globo cinza, de 40mm.

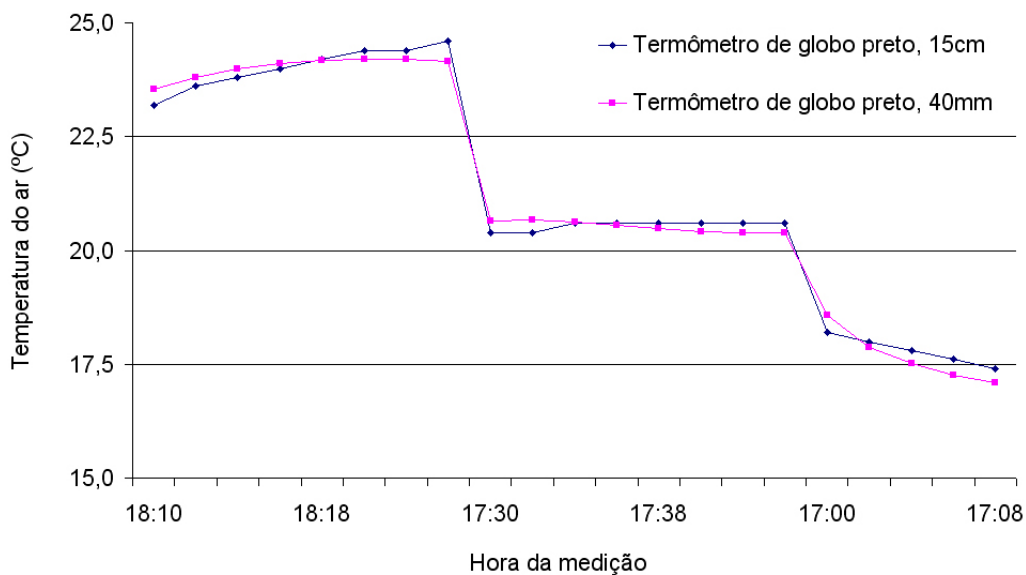


GRÁFICO 269 - Série temporal dos valores medidos de temperatura de globo (°C), durante o procedimento de aferição dos termômetros de globo no LAFISE. O gráfico permite visualizar as seqüências medidas simultaneamente pelo termômetro de globo preto, de 15cm e pelo termômetro de globo de 40mm, também utilizando um globo preto.

No GRÁFICO 268, pode-se atribuir o intervalo entre as duas seqüências à diferença de cor dos globos, pois esse mesmo intervalo não aparece no GRÁFICO 269, quando o globo cinza foi trocado pelo globo preto, também de 40mm. Constata-se, pela análise desse

experimento, que o globo cinza responderá adequadamente quando utilizado nos levantamentos de campo.

Os resultados demonstram que os valores medidos pelos termômetros de globo preto de 40mm estão coerentes com os valores medidos pelo termômetro de globo preto de 15cm, considerando as imprecisões na leitura dos valores de temperatura de globo medidos por meio de termômetro analógico e o erro dos equipamentos. Dessa forma, os valores medidos pelos termômetros de globo de 40mm cinza não precisaram ser corrigidos.

## APÊNDICE G

### Aferição do abrigo meteorológico

A aferição do abrigo meteorológico foi realizada em duas etapas distintas. A primeira etapa foi realizada no Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética nas Edificações (LABCON), da UFMG e a segunda etapa, no 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5º DISME/INMET).

Inicialmente dois tamanhos de abrigos foram confeccionados: um de 75mm e outro de 100mm de diâmetro. No dia 23.03.2009, esses dois diferentes tamanhos de abrigos foram testados no heliodon do LABCON/UFMG para verificar qual deles oferecia maior proteção contra os raios solares. Testou-se primeiro um tamanho e depois o outro, considerando o solstício de inverno, o equinócio e o solstício de verão, de hora em hora, no período de 6h às 18h (FIGURAS 35 e 36). Registrou-se, em uma planilha, em quais épocas do ano e horários o equipamento alojado no interior dos abrigos recebia radiação solar direta. Decidiu-se pela utilização do abrigo maior, visto que além de proporcionar maior proteção ao equipamento contra os raios solares, possibilitava uma melhor circulação de ar em seu interior. Percebeu-se também que, em alguns horários, mesmo o equipamento alojado no interior do abrigo de 100mm de diâmetro recebia insolação direta e que, dessa forma, seria necessário utilizar algum artifício para evitar essa situação. Decidiu-se, então, pela utilização da peça antiinfiltração da TIGRE, que foi encaixada na parte superior do abrigo para sombrear a abertura destinada a proporcionar circulação de ar em seu interior.

Após a realização dos testes com abrigo protegido pela peça antiinfiltração, concluiu-se que sua utilização nos levantamentos de campo seria satisfatória uma vez que poucos feixes de luz apenas atingem os equipamentos nos horários de 6h, 17 e 18h, em uma área muito pequena.



FIGURA 35 - Teste do abrigo de 100mm de diâmetro, inicialmente sem a proteção da peça antiinfiltração utilizada como pára-sol, realizado no heliodon do LABCON/UFMG. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 36 - Teste do abrigo de 100mm de diâmetro, posteriormente com a proteção da peça antiinfiltração sugerida para ser utilizada como pára-sol, realizado no heliodon do LABCON/UFMG. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Na segunda etapa, avaliou-se a influência do aquecimento do material PVC, que constitui o abrigo, nos valores medidos pelo *data logger* alojados em seu interior. Esta etapa foi realizada no 5º DISME/INMET, em 18 de novembro de 2009.

Um abrigo dos abrigos construídos foi revestido externa e internamente com cortiça. Internamente também, esse mesmo abrigo recebeu um revestimento, sobre a cortiça, de cartolina envolta em papel alumínio. Ambos os abrigos, com e sem os revestimentos, foram levados ao 5º DISME para uma aferição contra o abrigo meteorológico desse distrito do INMET (FIGURAS 37 e 38). Três *data loggers*, devidamente aferidos anteriormente, foram colocados no interior de cada um dos abrigos meteorológicos. Os dois *data loggers* de números de série 904042 e 963870 foram utilizados nos abrigos confeccionados e o *data logger* de número de série 904044 foi colocado no interior do abrigo do 5º DISME/INMET.



FIGURA 37 - Abrigos montados sobre tripé, a 1,1m do solo, com e sem revestimentos, para o procedimento de aferição no 5º DISME/INMET. Fonte: Arquivo pessoal da autora.



FIGURA 38 - Posicionamento dos abrigos, com e sem revestimentos, com relação ao abrigo do 5º DISME/INMET para o procedimento de aferição. Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os equipamentos permaneceram medindo das 9h às 15:30h. O dia da aferição foi ensolarado e quente, com nebulosidade que variou de 1 oitava de céu, às 9h, a 3 oitavas de céu, às 15h.

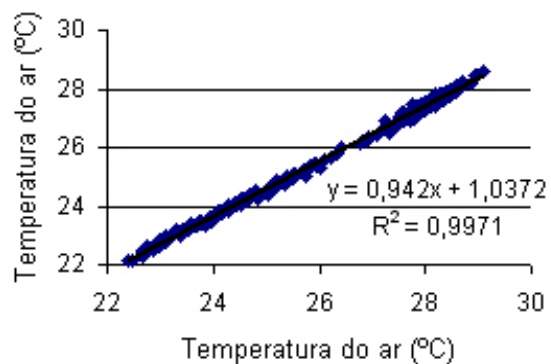
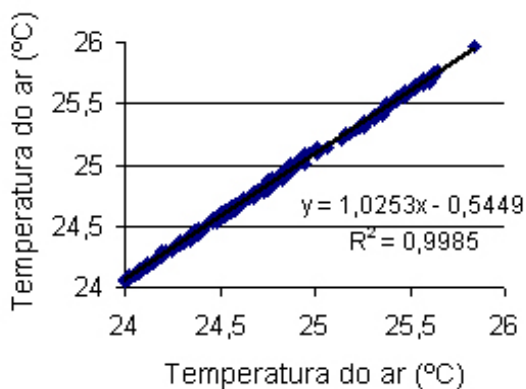


GRÁFICO 270 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 904044, durante o procedimento anterior de aferição dos equipamentos no LABCON/UFMG, em fevereiro, 2009.

GRÁFICO 271 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 963870 e 904042, colocados respectivamente no interior dos abrigos confeccionados com e sem revestimento.

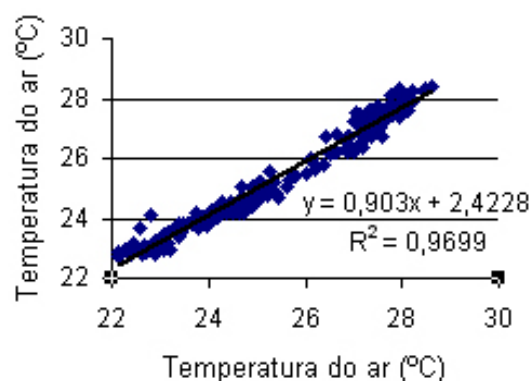
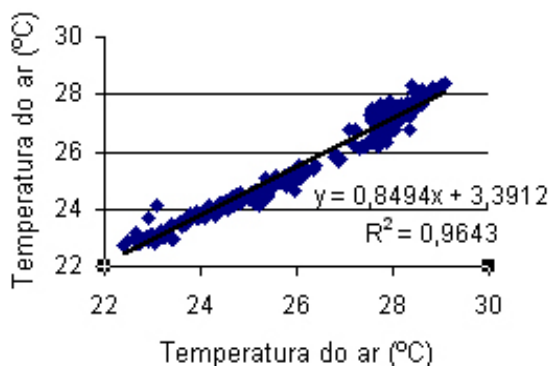


GRÁFICO 272 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 904044, colocados respectivamente no interior do abrigo confeccionado sem revestimento e no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET.

GRÁFICO 273 - Comparação entre os valores medidos de temperatura do ar (°C), pelos *data loggers* identificados pelos números de série 904042 e 904044, colocados respectivamente no interior do abrigo confeccionado com revestimento e no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET.

Os resultados demonstram que a utilização da cortiça no abrigo confeccionado não influencia significativamente nos valores registrados de temperatura do ar (GRÁFICOS 270 a 273). Também não houve diferença significativa entre os valores registrados de temperatura do ar medidos pelos *data loggers* que se encontravam no interior do abrigo confeccionado e no interior do abrigo meteorológico do 5º DISME/INMET, o que permite a utilização dos abrigos confeccionados, sem o revestimento de cortiça, nos levantamentos de campo, garantindo um resultado satisfatório. Uma grande vantagem da utilização dos abrigos concebidos é que os mesmos são portáteis, pequenos, leves, resistentes, duráveis e fáceis de montar e desmontar.

**ANEXO**

## ANEXO A

## Calibração do termômetro de globo preto, 15cm

O termômetro utilizado no globo preto, de 15cm, foi enviado à MEDIÇÃO Soluções Metrológicas Integradas para calibração, conforme Certificado de Calibração CCM509/10 anexado.

