

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação

**Calibração do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente
(PET) para as áreas abertas de Pelotas - RS**

Luísa Alcantara Rosa

Pelotas, 2021

Luísa Alcantara Rosa

**Calibração do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente
(PET) para as áreas abertas de Pelotas - RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Eduardo Grala da Cunha

Coorientador: Eduardo Krüger

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R788c Rosa, Luísa Alcantara

Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (pet) para as áreas abertas de Pelotas - RS / Luísa Alcantara Rosa ; Eduardo Grala da Cunha, orientador ; Eduardo L. Krüger, coorientador. — Pelotas, 2021.

204 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Conforto térmico. 2. Espaços abertos. 3. Clima cfa. 4. Temperatura fisiológica equivalente. I. Cunha, Eduardo Grala da, orient. II. Krüger, Eduardo L., coorient. III. Título.

CDD : 720.47

Luísa Alcantara Rosa

Calibração do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)
para as áreas abertas de Pelotas - RS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 16/12/2021

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Grala da Cunha (Orientador)
Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Krüger (Coorientador)
Doutor em Arquitetura pela Universidade Hannover

Profa. Dra. Celina Maria Britto Corrêa
Doutora em Arquitetura pela Universidade Politécnica de Madrid

Profa. Dra. Giane de Campos Grigoletti
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Ivan Júlio Apolônio Callejas
Doutor em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso

**Para aquele que sempre apoia,
acolhe, abraça, meu avô Luis.**

Agradecimentos

A realização deste mestrado foi proporcionada devido à existência da universidade pública, gratuita e de excelente qualidade, a qual agradeço a Universidade Federal de Pelotas e estendo o agradecimento a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e a todos os funcionários e terceirizados da instituição.

Fundamentalmente, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Grala da Cunha, por todo o auxílio e orientação ao longo desses anos, pela pessoa e professor que é, a quem admiro desde a disciplina de Arquitetura bioclimática ministrada no primeiro semestre da faculdade. Sou muito grata por ter tido a oportunidade de ser orientada por ti no trabalho final de graduação e durante o mestrado. Se cogitei o ingresso no mestrado é porque sempre admirei teu empenho e dedicação. Obrigada pela oportunidade e por sempre ter acreditado.

Agradeço ao meu coorientador, Prof. Dr. Eduardo Krüger, por todo auxílio, ensinamentos, conhecimentos e oportunidades ao longo do período de desenvolvimento desta pesquisa. Muito obrigada por ter trabalhado conosco e ter nos auxiliado tanto.

Aos membros da banca, Prof^a Dra. Celina Britto Correa, Prof^a Dra. Giane de Campos Grigoletti e Prof. Dr. Ivan Callejas agradeço pela gentileza de participarem como banca avaliadora desta dissertação.

Agradeço a Amanda, Rodrigo, Kelly, Maria, Thaisa, Juliana e Maurício por todas as vezes que participaram das campanhas de monitoramento. O auxílio de vocês viabilizou a realização destas atividades. Agradeço também a Stéphanie, a Raphaella e ao Richard, amigos que também auxiliaram para que fosse possível a execução destas atividades.

Aos colegas do Laboratório de Conforto e Eficiência Energética e do Grupo de Estudos em Simulação de Eficiência Energética em Edificações agradeço por todo apoio e convívio harmonioso.

Agradeço aos meus pais, pela vida, educação e suporte, fundamentais durante toda caminhada. A minha mãe, por todo amor, apoio, carinho e incentivo, por sempre ter demonstrado acreditar que seria possível, pelas vezes que ouviu, leu e auxiliou. A minha irmã, por ser quem é, por todo suporte, amor, carinho e pelas longas conversas.

Agradeço aos meus avós, por todo amor, incentivo, apoio e auxílio, por sempre terem sido, o mais seguro abrigo e o melhor refúgio. As minhas tias e tios, aos meus primos, todo o meu agradecimento por todo apoio e carinho que sempre recebi de todos.

A tia Cíntia, só tenho a agradecer por todo incentivo, apoio e carinho, tanto nesse período do mestrado, como antes, és e sempre serás um exemplo e inspiração. Obrigada por todas as conversas, conselhos e palavras. Esta etapa só foi iniciada e está sendo concluída porque quando surgiu a ideia de me inscrever como aluna especial, recebi teu incentivo. Obrigada por sempre acreditar, não tenho palavras para agradecer. Ao meu tio César, agradeço por todo apoio, auxílio e incentivo, durante a graduação e mestrado. Muito obrigada por todas as conversas e palavras. À Titi, muito obrigada por todas as vezes que me ouviu, incentivou e acalmou. Aos tios Ângela e Roberto, por todo apoio e carinho que, apesar da distância física, sempre estiveram emocionalmente perto. Agradeço aos meus primos Alex, Marcelo, Mário, Natália e Rodrigo por fazerem parte da minha trajetória e influenciarem quem eu sou hoje, agradeço por todo apoio e carinho. Ao Alex, por sempre ser um exemplo e inspiração.

À Angélica Leivas, agradeço por ter me auxiliado e acompanhado ao longo desses anos, sendo essencial para que eu enxergue, conheça, compreenda, aceite e respeite a mim mesma. Obrigada por estar ao meu lado e me auxiliar a enfrentar todos os obstáculos.

Aos meus amigos, meu agradecimento por todo apoio, carinho, motivação, palavras de incentivo e por compreenderem nos momentos em que estive ausente.

Agradeço a todos os meus colegas do Mestrado, especialmente a Thalita, Fernanda e Tanara, cujo apoio e amizade foram muito importantes durante este período.

“Disciplina é a ponte entre metas e realizações.”
Jim Rohn

Resumo

Rosa, Luísa Alcantara. **Calibração do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para as áreas abertas de Pelotas – RS.** 2021. 205f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O cenário urbano, cada vez mais densificado, e as variações que ocorrem no espaço externo afetam o microclima local, influenciando a satisfação de seus usuários quanto ao ambiente térmico. O conforto térmico em espaços abertos interfere desde a saúde pública até o planejamento urbano. Para a verificação de níveis de conforto nas áreas externas são empregados métodos de levantamento. Ao adotar a utilização de um índice de conforto térmico para áreas externas em concomitância com entrevistas de conforto térmico de campo (*survey*) torna possível determinar as faixas de percepção térmicas dos indivíduos de uma localidade. Neste estudo, objetiva-se realizar o procedimento de calibração do índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para os espaços abertos da cidade de Pelotas – RS caracterizada pelo clima subtropical úmido (Cfa - Koppen-Geiger), que dispõe de verões quentes e invernos frios, a fim de avaliar a percepção térmica da população residente. Mil seiscentos e setenta e nove questionários foram validados ao longo das 53 campanhas de monitoramento realizadas entre julho de 2019 e março de 2020 e, simultaneamente, foram registrados os dados climatológicos. Os questionários abordavam informações acerca da biometria dos participantes, atividade metabólica desempenhada, isolamento térmico da vestimenta, uso do espaço, aclimatação e percepções térmica e da ventilação. As atividades de campo ocorreram em cinco pontos distintos na cidade definidos para a análise. As campanhas de monitoramento foram interrompidas a partir de março de 2020 devido a pandemia ocasionada pela Sars-Cov-2. Para o registro dos dados, utilizou-se o equipamento TGD-400 para monitoramento das variáveis temperatura do globo, da temperatura de bulbo seco e da temperatura de bulbo úmido, bem como da velocidade do ar. Para o registro da temperatura de globo, conforme o recomendado pela literatura para estudos em espaços abertos, foi utilizado um globo de 2” na cor cinza médio. Os dados coletados pelos questionários e pelo registro das variáveis climáticas possibilitaram a determinação dos valores de temperatura radiante média (TRM) e de Temperatura Fisiológica Equivalente (PET). A partir dos valores de PET foi possível determinar as faixas de percepção térmica para os espaços abertos da cidade. Para a amostra obtida, a faixa de neutralidade térmica apresenta variação entre 17° e 26°C PET, respectivamente, correspondem aos limites inferior e superior da faixa.

Palavras-chave: Conforto térmico; Espaços abertos; Clima Cfa; Temperatura Fisiológica Equivalente.

Abstract

ROSA, Luísa Alcantara Rosa. **Calibration of the thermal comfort index Physiological Equivalent Temperature (PET) for the open areas of Pelotas - RS.** 2021. 205f. Dissertation (Master degree in Architecture and Urbanism) – Faculty of Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The urban environment, increasingly densified, and the variations that occur in the external space as the local microclimate, influence the satisfaction of its users to the thermal environment. Thermal comfort in open spaces interferes from public health to urban planning. For the verification of comfort levels in outdoor areas, survey methods are employed. By adopting the use of a thermal comfort index for outdoor areas in conjunction with field thermal comfort interviews (surveys), it is possible to determine ranges of thermal perception. In this study, the objective is to carry out the calibration procedure of the thermal comfort index Equivalent Physiological Temperature (PET) for the open spaces of the city of Pelotas - RS characterized by the humid subtropical climate (Cfa - Koppen-Geiger), which has hot summers and cold winters, in order to assess the thermal perception of the resident population. One thousand six hundred and seventy-nine questionnaires were validated over the 53 monitoring campaigns carried out between July 2019 and March 2020 and, simultaneously, the climatological data were recorded. The questionnaires addressed information about participants' biometrics, metabolic activity performed, thermal insulation of clothing, use of space, acclimatization, and thermal and ventilation perceptions. Field activities took place at five different points in the city defined for the analysis. Monitoring campaigns were interrupted from March 2020 due to the pandemic caused by Sars-Cov-2. For data recording, the TGD-400 equipment was used to monitor the variables of globe temperature, dry bulb temperature and wet bulb temperature, as well as air velocity. To record the globe temperature, as recommended by the literature for studies in open spaces, a 2" globe in medium gray color was used. The data collected through the questionnaires and the recording of climatic variables enabled the determination of mean radiant temperature (MRT) and physiological equivalent temperature (PET) values. From the PET values it was possible to determine the thermal perception ranges for the open spaces of the city. For the sample obtained, the thermal comfort range varies between 17° and 26°C PET, respectively, corresponding to the lower and upper limits of the range.

Keywords: Thermal comfort; Open spaces; Cfa climate; Physiological Equivalent Temperature.

Lista de Figuras

Figura 1	Representação da fisiologia e das trocas térmicas.....	43
Figura 2	Fluxograma da pesquisa.....	84
Figura 3	Perímetro urbano de Pelotas.....	85
Figura 4	Regiões administrativas da cidade de Pelotas.....	86
Figura 5	Imagem obtida com a utilização da lente “olho de peixe” interface da área de configuração do RayMan para obtenção do valor de FVC.....	90
Figura 6	Cidade de Pelotas e localização dos pontos de coleta de dados....	91
Figura 7	Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 1....	92
Figura 8	Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 2....	92
Figura 9	Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 3....	93
Figura 10	Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 4....	94
Figura 11	Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 5....	94
Figura 12	Questionário de conforto térmico em áreas externas utilizado na pesquisa.....	101
Figura 13	Opções de vestuário e os respectivos valores de isolamento térmico da vestimenta.....	102
Figura 14	Equipamento utilizado nos trabalhos de campo.....	105
Figura 15	Interface do programa RayMan.....	110
Figura 16	Configuração da aba <i>Table</i>	111
Figura 17	Aba <i>Input</i> , seleção do item <i>Datafile</i>	112
Figura 18	Configuração da janela <i>Datafile</i>	113
Figura 19	Item <i>New</i>	114

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Sexo biológico dos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	119
Gráfico 2	Faixa etária dos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	119
Gráfico 3	IMC dos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	120
Gráfico 4	Cor de pele autodeclarada pelos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	120
Gráfico 5	Frequência de uso do local pelos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	121
Gráfico 6	Razão do uso do local, considerando a totalidade da amostra....	121
Gráfico 7	Uso do ar-condicionado no ambiente residencial, considerando a amostra total.....	121
Gráfico 8	Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho, considerando a amostra total.....	121
Gráfico 9	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando a totalidade da amostra.....	122
Gráfico 10	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando a totalidade da amostra.....	122
Gráfico 11	Percepção da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.....	123
Gráfico 12	Avaliação da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.....	123
Gráfico 13	Preferência da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.....	123
Gráfico 14	Percepção dos participantes quanto ao vento, considerando a totalidade da amostra.....	123

Gráfico 15	Avaliação dos participantes quanto ao vento, considerando a totalidade da amostra.....	123
Gráfico 16	Preferência dos participantes quanto ao vento, considerando a totalidade da amostra.....	123
Gráfico 17	Atividade metabólica dos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	124
Gráfico 18	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes, considerando a totalidade da amostra.....	124
Gráfico 19	Sexo biológico dos participantes no Ponto 1.....	127
Gráfico 20	Faixa etária dos participantes no Ponto 1.....	127
Gráfico 21	IMC dos participantes no Ponto 1.....	127
Gráfico 22	Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 1.....	127
Gráfico 23	Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 1.....	128
Gráfico 24	Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 1.....	128
Gráfico 25	Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 1.....	129
Gráfico 26	Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 1.....	129
Gráfico 27	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 1.....	129
Gráfico 28	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 1.....	129
Gráfico 29	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1....	130
Gráfico 30	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1.....	130
Gráfico 31	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1...	130
Gráfico 32	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.....	130
Gráfico 33	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.....	130
Gráfico 34	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.....	130

Gráfico 35	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.....	131
Gráfico 36	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.....	131
Gráfico 37	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.....	131
Gráfico 38	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.....	131
Gráfico 39	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.....	131
Gráfico 40	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.....	131
Gráfico 41	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.....	133
Gráfico 42	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.....	133
Gráfico 43	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.....	134
Gráfico 44	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.....	134
Gráfico 45	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.....	134
Gráfico 46	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.....	134
Gráfico 47	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.....	134
Gráfico 48	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.....	134
Gráfico 49	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.....	134
Gráfico 50	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.....	134
Gráfico 51	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.....	135

Gráfico 52	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.....	135
Gráfico 53	Atividade metabólica dos participantes no Ponto 1.....	136
Gráfico 54	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 1.	136
Gráfico 55	Sexo biológico dos participantes no Ponto 2.....	138
Gráfico 56	Faixa etária dos participantes no Ponto 2.....	138
Gráfico 57	IMC dos participantes no Ponto 2.....	139
Gráfico 58	Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 2.....	139
Gráfico 59	Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 2.....	139
Gráfico 60	Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 2.....	139
Gráfico 61	Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 2.....	140
Gráfico 62	Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 2.....	140
Gráfico 63	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 2.....	140
Gráfico 64	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 2.....	140
Gráfico 65	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2....	141
Gráfico 66	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2.....	141
Gráfico 67	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2...	141
Gráfico 68	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.....	141
Gráfico 69	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.....	141
Gráfico 70	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.....	141
Gráfico 71	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.....	142
Gráfico 72	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.....	142

Gráfico 73	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.....	142
Gráfico 74	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.....	142
Gráfico 75	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.....	142
Gráfico 76	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.....	142
Gráfico 77	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.....	144
Gráfico 78	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.....	144
Gráfico 79	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.....	144
Gráfico 80	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o inverno.....	144
Gráfico 81	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o inverno.....	145
Gráfico 82	Preferência dos participantes quanto vento no Ponto 2 durante o inverno.....	145
Gráfico 83	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante a primavera.....	145
Gráfico 84	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante a primavera.....	145
Gráfico 85	Preferência dos participantes quanto vento no Ponto 2 durante a primavera.....	145
Gráfico 86	Percepção dos participantes quanto vento no Ponto 2 durante o verão.....	145
Gráfico 87	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o verão.....	145
Gráfico 88	Preferência dos participantes quanto vento no Ponto 2 durante o verão.....	145
Gráfico 89	Atividade metabólica dos participantes no Ponto 2.....	147
Gráfico 90	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 2...	147

Gráfico 91	Sexo biológico dos participantes no Ponto 3.....	149
Gráfico 92	Faixa etária dos participantes no Ponto 3.....	149
Gráfico 93	IMC dos participantes no Ponto 3.....	149
Gráfico 94	Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 3.....	149
Gráfico 95	Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 3.....	150
Gráfico 96	Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 3.....	150
Gráfico 97	Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 3.....	150
Gráfico 98	Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 3.....	150
Gráfico 99	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 3.....	151
Gráfico 100	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 3.....	151
Gráfico 101	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3....	151
Gráfico 102	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3.....	151
Gráfico 103	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3....	152
Gráfico 104	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.....	152
Gráfico 105	Avaliação da sensação térmicas dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.....	152
Gráfico 106	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.....	152
Gráfico 107	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.....	152
Gráfico 108	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.....	152
Gráfico 109	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.....	152
Gráfico 110	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.....	152

Gráfico 111	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.....	153
Gráfico 112	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.....	153
Gráfico 113	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.....	155
Gráfico 114	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.....	155
Gráfico 115	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.....	155
Gráfico 116	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.....	155
Gráfico 117	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.....	155
Gráfico 118	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.....	155
Gráfico 119	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.....	155
Gráfico 120	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.....	155
Gráfico 121	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.....	156
Gráfico 122	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.....	156
Gráfico 123	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.....	156
Gráfico 124	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.....	156
Gráfico 125	Atividade metabólica dos participantes no Ponto 3.....	157
Gráfico 126	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 3...	157
Gráfico 127	Sexo biológico dos participantes no Ponto 4.....	160
Gráfico 128	Faixa etária dos participantes no Ponto 4.....	160
Gráfico 129	IMC dos participantes no Ponto 4.....	160
Gráfico 130	Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 4.....	160

Gráfico 131	Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 4.....	161
Gráfico 132	Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 4.....	161
Gráfico 133	Uso do ar-condicionado no espaço residencial pelos participantes do Ponto 4.....	161
Gráfico 134	Uso do ar-condicionado no espaço de trabalho pelos participantes no Ponto 4.....	161
Gráfico 135	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 4.....	161
Gráfico 136	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 4.....	161
Gráfico 137	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4.....	162
Gráfico 138	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4.....	162
Gráfico 139	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4....	163
Gráfico 140	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.....	163
Gráfico 141	Avaliação da sensação térmicas dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.....	163
Gráfico 142	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.....	163
Gráfico 143	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.....	163
Gráfico 144	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.....	163
Gráfico 145	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.....	163
Gráfico 146	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.....	163
Gráfico 147	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.....	164
Gráfico 148	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.....	164

Gráfico 149	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.....	165
Gráfico 150	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.....	165
Gráfico 151	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.....	166
Gráfico 152	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.....	166
Gráfico 153	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.....	166
Gráfico 154	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.....	166
Gráfico 155	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.....	166
Gráfico 156	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.....	166
Gráfico 157	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.....	166
Gráfico 158	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.....	166
Gráfico 159	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.....	167
Gráfico 160	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.....	167
Gráfico 161	Atividade metabólica dos participantes no Ponto 4.....	168
Gráfico 162	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 4...	168
Gráfico 163	Sexo biológico dos participantes no Ponto 5.....	170
Gráfico 164	Faixa etária dos participantes no Ponto 5.....	170
Gráfico 165	IMC dos participantes no Ponto 5.....	171
Gráfico 166	Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 5.....	171
Gráfico 167	Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 5.....	171
Gráfico 168	Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 5.....	171
Gráfico 169	Uso do ar-condicionado no espaço residencial pelos participantes do Ponto 5.....	172

Gráfico 170	Uso do ar-condicionado no espaço de trabalho pelos participantes no Ponto 5.....	172
Gráfico 171	Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 5.....	172
Gráfico 172	Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 5.....	172
Gráfico 173	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5.....	173
Gráfico 174	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5.....	173
Gráfico 175	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5....	173
Gráfico 176	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.....	173
Gráfico 177	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.....	174
Gráfico 178	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.....	174
Gráfico 179	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.....	174
Gráfico 180	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.....	174
Gráfico 181	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.....	174
Gráfico 182	Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.....	174
Gráfico 183	Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.....	174
Gráfico 184	Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.....	174
Gráfico 185	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.....	176
Gráfico 186	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.....	176
Gráfico 187	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.....	176

Gráfico 188	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.....	176
Gráfico 189	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.....	176
Gráfico 190	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.....	176
Gráfico 191	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.....	177
Gráfico 192	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.....	177
Gráfico 193	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.....	177
Gráfico 194	Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.....	177
Gráfico 195	Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.....	177
Gráfico 196	Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.....	177
Gráfico 197	Atividade metabólica dos participantes no Ponto 5.....	179
Gráfico 198	Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 5...	179
Gráfico 199	Média dos valores de sensação térmica agrupados versus valores de PET.....	180
Gráfico 200	Percentual de insatisfeitos versus votos médios de sensação térmica.....	187

Lista de Tabelas

Tabela 1	Taxa metabólica para diversas atividades.....	54
Tabela 2	Valores do isolamento térmico de diversas vestimentas.....	55
Tabela 3	Sensação térmica e nível de estresse correlacionados com os índices PMV e PET.....	72
Tabela 4	Calibração do índice PET para localidades internacionais.....	77
Tabela 5	Calibração do índice PET para localidades situadas no Brasil.....	79
Tabela 6	Etapas, objetivos e procedimentos realizados na pesquisa.....	83
Tabela 7	Divisão por sexo biológico da população de Pelotas, baseada no Censo de 2010.....	88
Tabela 8	Características de cada ponto de análise.....	91
Tabela 9	Valores de taxas metabólicas adotadas no estudo.....	97
Tabela 10	Escala sétima.....	98
Tabela 11	Especificações do equipamento utilizado.....	104
Tabela 12	Especificações das campanhas realizadas no Ponto 1.....	106
Tabela 13	Especificações das campanhas realizadas no Ponto 2.....	106
Tabela 14	Especificações das campanhas realizadas no Ponto 3.....	107
Tabela 15	Especificações das campanhas realizadas no Ponto 4.....	107
Tabela 16	Especificações das campanhas realizadas no Ponto 5.....	107
Tabela 17	Quantificação dos questionários aplicados por ponto de análise....	117
Tabela 18	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas em todo estudo.....	118
Tabela 19	Análise descritiva dos valores de PET determinados para toda amostra.....	119
Tabela 20	Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 1.....	125
Tabela 21	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 1.....	125

Tabela 22	Análise descritiva dos valores de PET verificados no Ponto 1.....	126
Tabela 23	Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 2.....	137
Tabela 24	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 2.....	137
Tabela 25	Análise descritiva dos valores de PET verificados no Ponto 2.....	138
Tabela 26	Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 3.....	147
Tabela 27	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 3.....	148
Tabela 28	Análise descritiva dos valores de PET verificados no Ponto 3.....	148
Tabela 29	Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 4.....	158
Tabela 30	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 4.....	158
Tabela 31	Análise descritiva dos valores de PET verificados no Ponto 4.....	159
Tabela 32	Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 5.....	169
Tabela 33	Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 5.....	169
Tabela 34	Análise descritiva dos valores de PET verificados no Ponto 5.....	170
Tabela 35	Calibração do índice PET para os espaços abertos para a cidade de Pelotas – RS.....	181
Tabela 36	Equação obtida pela regressão para PD e equação de PPD ajustada.....	186

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating and Refrigerating Engineers
C1	Primeira campanha de monitoramento
C2	Segunda campanha de monitoramento
C3	Terceira campanha de monitoramento
C4	Quarta campanha de monitoramento
C5	Quinta campanha de monitoramento
C6	Sexta campanha de monitoramento
C7	Sétima campanha de monitoramento
C8	Oitava campanha de monitoramento
C9	Nona campanha de monitoramento
C10	Décima campanha de monitoramento
C11	Décima primeira campanha de monitoramento
C12	Décima segunda campanha de monitoramento
C13	Décima terceira campanha de monitoramento
C14	Décima quarta campanha de monitoramento
C15	Décima quinta campanha de monitoramento
C16	Décima sexta campanha de monitoramento
C17	Décima sétima campanha de monitoramento
C18	Décima oitava campanha de monitoramento
C19	Décima nona campanha de monitoramento
C20	Vigésima campanha de monitoramento
C21	Vigésima primeira campanha de monitoramento
C22	Vigésima segunda campanha de monitoramento
C23	Vigésima terceira campanha de monitoramento
C24	Vigésima quarta campanha de monitoramento
C25	Vigésima quinta campanha de monitoramento

C26	Vigésima sexta campanha de monitoramento
C27	Vigésima sétima campanha de monitoramento
C28	Vigésima oitava campanha de monitoramento
C29	Vigésima nona campanha de monitoramento
C30	Trigésima campanha de monitoramento
C31	Trigésima primeira campanha de monitoramento
C32	Trigésima segunda campanha de monitoramento
C33	Trigésima terceira campanha de monitoramento
C34	Trigésima quarta campanha de monitoramento
C35	Trigésima quinta campanha de monitoramento
C36	Trigésima sexta campanha de monitoramento
C37	Trigésima sétima campanha de monitoramento
C38	Trigésima oitava campanha de monitoramento
C39	Trigésima nona campanha de monitoramento
C40	Quadragésima campanha de monitoramento
C41	Quadragésima primeira campanha de monitoramento
C42	Quadragésima segunda campanha de monitoramento
C43	Quadragésima terceira campanha de monitoramento
C44	Quadragésima quarta campanha de monitoramento
C45	Quadragésima quinta campanha de monitoramento
C46	Quadragésima sexta campanha de monitoramento
C47	Quadragésima sétima campanha de monitoramento
C48	Quadragésima oitava campanha de monitoramento
C49	Quadragésima nona campanha de monitoramento
C50	Quinquagésima campanha de monitoramento
C51	Quinquagésima primeira campanha de monitoramento
C52	Quinquagésima segunda campanha de monitoramento
C53	Quinquagésima terceira campanha de monitoramento
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

ISO	International Organization for Standardization
LABCEE	Laboratório de Conforto e Eficiência Energética
MEMI	Modelo de Balanço Energético de Munique
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
NTC	Negative Temperature Coefficient
OUT_SET	Out Standard Effective Temperature
PET	Temperatura Fisiológica Equivalente (Physiological Equivalent Temperature)
PD	Percentual de Insatisfeitos
PMV	Voto Médio Predito
PPD	Porcentagem Predita de Insatisfeitos
TRM	Temperatura Radiante Média (Mean Radtiation Temperature - MRT)
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTCI	Universal Thermal Climate Index
VDI	German Engineering Association (Verein Deutscher Ingenieure)

Lista de Símbolos

M	Taxa metabólica
W	Taxa de atividade física desempenhada
R	Resultado das trocas de calor por radiação
C	Fluxo de calor por convecção
E_D	Fluxo de calor latente por transpiração
E_{Re}	Somatório dos fluxos de calor para aquecimento e umidificação do ar inspirado
E_{Sw}	Fluxo de calor pela evaporação do suor
S	Fluxo de calor armazenado para aquecimento ou esfriamento do corpo humano
T_{rm}	Temperatura radiante média
T_g	Temperatura do globo
V_a	Velocidade do ar
ϵ_g	Emissividade do globo
D	Diâmetro do globo
T_a	Temperatura do ar
F_{CS}	Fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele
V_b	Fluxo sanguíneo do centro do corpo para a pele
ρ_b	Densidade do sangue
C_b	Calor específico do sangue
F_{SC}	Fluxo de calor da superfície da pele através da vestimenta para a superfície externa da mesma
I_{cl}	Resistência térmica da vestimenta
T_C	Temperatura do centro do corpo
T_{SK}	Temperatura média da pele
$<$	Menor

>	Maior
p_{vs}	Pressão de vapor de água na saturação sobre água líquida
D	Diâmetro do globo
°C	Grau Celsius
T	Temperatura
$W_{s,Tbu}$	Igual a W_s calculado com $p_{vs,Tbu}$
tbs	Temperatura de bulbo seco
tbu	Temperatura de bulbo úmido
μ	Grau de umidade
UR	Umidade relativa

Sumário

1 Introdução.....	32
2 Revisão da Literatura.....	37
2.1 Conforto térmico.....	37
2.2 Balanço termofisiológico do corpo humano.....	39
2.2.1 Termorregulação.....	40
2.2.1.1 Termogênese.....	41
2.2.1.2 Termólise.....	42
2.2.1.3 Mecanismos de controle.....	44
2.2.2 Equação do balanço termofisiológico do corpo humano.....	46
2.3 Fatores que interferem na sensação de conforto térmico.....	48
2.3.1 Condicionantes climáticas.....	49
2.3.1.1 Umidade relativa.....	49
2.3.1.2 Velocidade do vento	50
2.3.1.3 Temperatura do ar.....	50
2.3.1.4 Temperatura radiante média.....	51
2.3.2 Condicionantes individuais.....	53
2.3.2.1 Taxa metabólica.....	53
2.3.2.2 Isolamento térmico da vestimenta.....	54
2.3.3 Fatores psicológicos.....	56
2.3.4 Fatores socioculturais.....	57
2.4 Conforto adaptativo.....	58
2.5 Tempo de exposição.....	63
2.6 Fator de visão do céu (FVC)	63
2.7 Índices de conforto térmico.....	64
2.7.1 Modelo MEMI.....	66
2.7.2 Índice de conforto térmico PET.....	69
2.7.2.1 Calibração do PET.....	73
2.7.2.2 Estudos precedentes.....	74

2.7.3 Percentual de insatisfeitos.....	79
2.8 Conforto térmico em espaços abertos.....	80
3 Método.....	83
3.1 Organização dos procedimentos.....	85
3.1.1 Apresentação da cidade de estudo.....	85
3.1.2 Caracterização da população e definição da amostragem.....	87
3.1.3 Fator de visão do céu (FVC – <i>Sky View Factor</i>)	89
3.1.4 Definição dos pontos de estudo.....	90
3.1.4.1 Ponto 1	91
3.1.4.2 Ponto 2.....	92
3.1.4.3 Ponto 3.....	93
3.1.4.4 Ponto 4.....	93
3.1.4.5 Ponto 5.....	94
3.1.5 Variáveis.....	94
3.1.5.1 Variáveis climáticas.....	95
3.1.5.2 Variáveis individuais.....	97
3.1.5.3 Variáveis subjetivas.....	98
3.1.6 Elaboração do questionário.....	98
3.1.7 Caracterização da equipe dos trabalhos de campo.....	103
3.1.8 Caracterização do equipamento.....	103
3.2 Realização dos trabalhos de campo.....	105
3.2.1 Campanhas de monitoramento de dados.....	106
3.2.2 Coleta dos dados.....	108
3.3 Determinação dos valores de TRM e de PET.....	109
3.3.1 Cálculo da TRM.....	109
3.3.2 Determinação dos valores de PET.....	110
3.4 Apresentação e análise dos resultados.....	114
3.4.1 Resultados descritivos.....	115
3.4.2 Calibração do índice PET.....	115
3.4.3 Determinação do PD.....	116
4 Resultados.....	117

4.1 Resultados descritivos.....	117
4.1.1 Conjunto das campanhas de monitoramento.....	118
4.1.2 Ponto 1: Praça Coronel Pedro Osório	125
4.1.3 Ponto 2: Rua XV de Novembro.....	136
4.1.4 Ponto 3: Rua Andrade Neves.....	147
4.1.5 Ponto 4: Avenida Dom Joaquim.....	158
4.1.6 Ponto 5: Praia do Laranjal.....	169
4.2 Calibração do índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente	179
5 Considerações Finais.....	188
Referências.....	192

1 Introdução

Em 1950, cerca de 30% da população global, em torno de 750 milhões de habitantes, residia nas cidades (NATIONS, 2018). Nos dias atuais, Heilig (2012) aponta que mais de 50% da população mundial reside nas áreas urbanas, sendo que em 2050, este percentual deve aumentar cerca de 70%.

No Brasil, conforme o Censo de 2010, a população brasileira totalizava 190.755.799 pessoas, sendo que mais de 160 milhões de habitantes são residentes das áreas urbanas (IBGE, 2012). Em torno de 84% da população brasileira reside em áreas urbanas (IBGE, 2012). Desde a década de 1970, a maioria da população brasileira reside no meio urbano, sendo crescente o percentual daqueles que residem nas cidades. Por diversas vezes, esse crescimento e a densificação das áreas urbanas ocorrem de maneira desordenada, sem o planejamento adequado e com infraestrutura deficitária.

A paisagem natural e o clima urbano são alterados em função da densificação e urbanização das cidades. O indivíduo interfere significativamente no ambiente climático ao ocupar e edificar nas cidades. A densificação urbana sem o adequado planejamento acarreta em alterações significativas do ambiente que, por sua vez, interfere na qualidade de vida das pessoas. Em muitas situações, o crescimento urbano das cidades não dispõe de planejamento urbano e não ocorre o manejo adequado dos recursos naturais. Nesse sentido, as principais mudanças climáticas percebidas pelo ser humano ocorrem nas cidades.

O clima urbano consiste em um sistema, em que estão envolvidos o clima e a urbanização de uma localidade (MONTEIRO, 1976). O clima urbano é fruto da relação entre as ações naturais do ambiente e dos fenômenos urbanos que acontecem ao redor, sendo assim, as condicionantes microclimáticas e os aspectos urbanos interferem no clima urbano. Monteiro (1990) ressalta que esse sistema do clima urbano é aberto e possibilita a mobilidade espacial e temporal.

A urbanização, segundo Monteiro (1990), consiste no processo de estabelecimento do indivíduo em uma determinada localidade, o que denota a capacidade de mobilidade do espaço urbano. A urbanização influencia as mudanças climáticas e na concentração de poluentes.

As cidades apresentam, entre outros problemas, aqueles relacionados ao conforto térmico humano, que influenciam desde a saúde pública até a qualidade de vida das pessoas. As atividades econômicas, comerciais, sociais e recreativas são influenciadas pelo conforto térmico humano, sejam aquelas realizadas nos ambientes externos ou internos (HIRASHIMA, 2010).

São crescentes os estudos relacionados ao conforto térmico em espaços abertos, assim como a preocupação para que as áreas urbanizadas proporcionem uma melhor qualidade ambiental. Estes estudos constituem uma ferramenta que auxilia para que sejam pensadas e propostas melhorias para os espaços abertos, de modo que proporcionem melhores condições microclimáticas, o que possibilita melhores condições para o desenvolvimento das atividades e do conforto térmico.

A percepção dos usuários e como eles utilizam os espaços é influenciada pelo contexto urbano. Nikolopoulou (2004) observa que as condições térmicas também influenciam em como os indivíduos se comportam e utilizam os espaços externos. Desta forma, as condições microclimáticas verificadas em um local influenciam no conforto térmico humano e no uso das áreas externas.

A avaliação e a compreensão do conforto térmico em espaços abertos é um aspecto importante para o desenvolvimento das cidades (NIKOLOPOULOU, 2004). O espaço urbano, o conforto térmico humano e o clima urbano estão interrelacionados. Diante disso, espaços abertos que proporcionem conforto térmico adequado aos usuários permitem que eles sejam mais utilizados pela população e mais atividades sejam desenvolvidas nesses locais. Quando os espaços urbanos são tratados adequadamente contribuem para que os edifícios ao redor reduzam os gastos energéticos com a climatização artificial que, por sua vez, possibilitam a mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbano, sendo que estas influenciam no conforto térmico humano.

O desempenho dos espaços urbanos é complexo e envolve as variações espaciais, temporais e sazonais (ROMERO *et al.*, 2019). As estruturas urbanas edificadas influenciam nos microclimas verificados nas cidades. Para que a climatologia urbana seja considerada no planejamento urbano torna-se necessário

investigar os impactos termofisiológicos impostos pelo microclima (MAYER; HÖPPE, 1987).

Matzarakis e Mayer (1996) observam que é importante considerar a avaliação biometeorológica humana quanto aos aspectos térmicos do microclima, já que afeta as sensações térmicas do indivíduo e se relaciona com os elementos meteorológicos. Os índices de conforto térmico são indicados para este fim e representam uma síntese de como as variáveis climáticas influenciam a sensação térmica humana. São empregados para determinar as condições de conforto em um local e quantificar as sensações térmicas. A utilização dos índices de conforto térmico possibilita identificar como os indivíduos se sentem em relação às diferentes condicionantes a que os indivíduos estão expostos nos espaços externos.

As respostas subjetivas quanto às sensações térmicas em espaços abertos denotam diferenças em relação às respostas preditas (KNEZ; THORSSON, 2006). Nesse sentido, estudos são realizados em espaços abertos com vistas a validar e calibrar os índices térmicos dada às condicionantes climáticas locais e a percepção térmica dos usuários. Essas pesquisas utilizam índices térmicos associados a levantamentos do tipo “*survey*”, nos quais são realizados os registros das variáveis microclimáticas enquanto simultaneamente são aplicados questionários de avaliação da percepção térmica com a população local.

A percepção térmica é influenciada por diversos aspectos, como as condicionantes microclimáticas e fatores pessoais. O balanço termofisiológico do corpo humano consiste na base do índice Temperatura Fisiológica Equivalente (PET). Este índice aponta os impactos causados pelo ambiente térmico, os quais são expressos em termos de níveis de estresse térmico. Desta forma, os parâmetros climáticos estão representados nos valores do PET.

A utilização do índice PET é recomendada pela Associação Alemã de Engenheiros (VDI), em suas resoluções quanto ao planejamento regional e urbano sensíveis ao clima (KRÜGER *et al.*, 2018). Este índice foi desenvolvido, em 1987, por Mayer e Höppe (1987). As variedades climáticas e as percepções térmicas dos indivíduos diferem conforme a localidade, sendo que as sensações térmicas necessitam ser verificadas e adequadas conforme a realidade local. Spagnolo e De Dear (2003) apontam que, para a utilização de índices térmicos para os espaços abertos, há a necessidade de calibração, não sendo possível a adoção para diferentes regiões geográficas e climáticas sem que sejam calibrados. A calibração consiste em

procedimento de derivação de escalas de sensação térmica local, a partir de regressão linear com vistas a atribuir a valores de PET, no caso desse estudo, aos correspondentes valores de votos de sensação térmica declarados pelos indivíduos durante as entrevistas de campo.

Diversos estudos realizaram a calibração do índice PET para diferentes localidades e regiões climáticas do Brasil. Ao considerar as dimensões continentais do país e as diversidades climáticas e culturais observadas, se faz necessário a calibração do índice para que os níveis de estresse térmico sejam representativos da percepção da população residente na localidade de interesse.

A cidade de Pelotas, localizada ao sul do Rio Grande do Sul, está situada na zona bioclimática 2, conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e apresenta clima Cfa, segundo a classificação Koppen-Geiger, com verões quentes e invernos frios. A cidade está situada às margens da Lagoa dos Patos, sendo que o perímetro urbano está disposto em uma planície costeira. Este é o primeiro estudo proposto para Pelotas que visa a calibração do índice PET para os espaços abertos da cidade.

Já foram realizados estudos em regiões que apresentam o mesmo clima verificado em Pelotas. No Brasil, foi desenvolvido por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) um estudo para Santa Maria-RS, cidade localizada no centro do estado em uma região cercada por morros. As duas cidades estão localizadas no Rio Grande do Sul, na zona bioclimática 2 (ABNT, 2005) e o clima Cfa é verificado em ambas, porém as cidades apresentam diferenças quanto às condições climáticas, aspectos geográficos e populacionais, o que justifica a realização da pesquisa.

Diante do cenário exposto, este estudo tem como objetivo geral conduzir o procedimento de calibração do índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para os espaços abertos da cidade de Pelotas – RS, caracterizada por clima do tipo subtropical úmido (Cfa – Koppen-Geiger).

Compreendem os objetivos específicos desta pesquisa:

- analisar a percepção térmica dos indivíduos relacionadas com as características urbanísticas observadas em cada ponto de coleta;
- verificar as respostas dos participantes do estudo quanto a percepção térmica, considerando a amostra total obtida e por ponto de coleta; e
- determinar as faixas de sensação térmica, em termos do índice PET, para os espaços abertos do município de Pelotas constituem os objetivos específicos desta pesquisa.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, acrescida das referências. Os capítulos apresentam a introdução, a revisão de literatura, o método, os resultados e as considerações finais. Nesta seção introdutória foi apresentada a relevância do tema, o contexto de desenvolvimento do estudo e os principais objetivos desta pesquisa.

O Capítulo 2 compreende a revisão de literatura. Esta seção apresenta a revisão da bibliografia acerca do tema do estudo, a fundamentação teórica que auxilia na compreensão dos fatores que interferem na percepção e preferência térmica do ser humano, o balanço térmico do corpo humano e as modelagens termofisiológicas. Índices térmicos, o índice PET e o conforto térmico em espaços abertos são abordados nesta seção.

O método empregado neste estudo está apresentado no Capítulo 3. A seção detalha os procedimentos adotados para o desenvolvimento do estudo, sendo que foram divididos em 4 etapas. Estas divisões estão categorizadas como organização dos procedimentos, realização dos trabalhos de campo, determinação dos valores de TRM e de PET e, por fim, apresentação e análise dos resultados.

No Capítulo 4 estão apresentados os resultados. Esta seção apresenta os resultados obtidos no estudo a partir dos dados coletados ao longo da realização das campanhas de monitoramento. As informações registradas possibilitaram gerar e analisar resultados descritivos e de calibração do índice PET para os espaços abertos da cidade de Pelotas – RS. Os níveis de estresse térmico determinados nesta dissertação puderam ser comparados aos verificados em outros estudos realizados em diferentes localidades.

O Capítulo 5 compreende as considerações finais. Nesta seção, as conclusões do estudo e as considerações finais são apresentadas. Os resultados obtidos são discutidos e são considerados os objetivos do estudo e o método utilizado. A calibração do índice PET para os espaços abertos de Pelotas constitui em informações úteis para o planejamento urbano. Neste item também são apontadas limitações do estudo e sugestões de trabalhos futuros.

As bibliografias consultadas para a elaboração desse estudo, como artigos, livros, normas, sites e programas utilizados estão listados na seção Referências.

2 Revisão da Literatura

Neste item será apresentada a revisão de literatura sobre o tema da dissertação, assim como a fundamentação teórica e conceituação de aspectos fisiológicos, físicos, socioculturais e psicológicos que interferem na percepção e preferência térmica humana. O balanço termofisiológico do corpo humano, as variáveis que interferem no conforto térmico, as modelagens termofisiológicas, os índices de conforto térmico, o índice PET e o conforto térmico nos espaços abertos serão explanados neste item.

2.1 Conforto térmico

Diversos elementos influenciam na sensação de bem-estar térmico do indivíduo no ambiente no qual ele se encontra, o que permite afirmar que o conceito de conforto térmico é subjetivo (LAMBERTS *et al.*, 2014b). A ASHRAE 55 (2017b) aponta que o conforto térmico consiste em um estado de espírito de satisfação com o ambiente térmico em que o indivíduo se encontra. O conforto térmico é resultante da combinação ou adaptação de fatores ambientais e do corpo humano (PEETERS *et al.*, 2009).

Estudos realizados por De Freitas (1985), Höppe e Seidl (1991), Lin, De Dear e Hwang (2011) e Chen e Ng (2012) demonstraram que o conforto térmico abrange aspectos psicológicos e comportamentais. O conforto térmico depende de aspectos físicos, fisiológicos e psicológicos (LAMBERTS *et al.*, 2014b). Os fatores físicos estão relacionados com a transferência de calor que ocorre entre o corpo e o meio em que ele se encontra, os aspectos fisiológicos são referentes às alterações na reação fisiológica do organismo, enquanto os elementos psicológicos são decorrentes das experiências e expectativas do indivíduo frente às percepções e respostas sensoriais (LAMBERTS *et al.*, 2016). Höppe (2002) observa que os aspectos psicológicos são importantes principalmente quanto ao conforto térmico em áreas abertas.

Para Fanger (1970), a neutralidade térmica é definida como um estado em que o indivíduo, no ambiente em que ele se encontra, não demonstra preferência por mais frio, nem por mais calor. A satisfação térmica representa a neutralidade térmica, em que há bem-estar com a temperatura corporal. Hirashima (2010) ressalta que um ambiente termicamente confortável não dispõe necessariamente de excelentes condições de saúde. A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) considera que o conforto térmico consiste na satisfação psicofisiológica de uma pessoa dadas as condicionantes térmicas do ambiente no qual ela se encontra.

A satisfação térmica decorre da termorregulação do corpo humano, sendo que objetiva a manutenção da temperatura interna do corpo ao redor de 37°C (BRANCO, 2014). A temperatura interna do organismo humano procura se manter constante, sendo que as trocas de calor com o meio podem ocorrer por meio da condução, convecção, radiação, evaporação e respiração (LAMBERTS et al., 2014b). As trocas de calor entre o corpo humano e ambiente estão essencialmente relacionadas com a sensação térmica do indivíduo (HIRASHIMA, 2014).

Spagnolo e De Dear (2003), Lin (2009) e Yahia e Johansson (2013) realizaram estudos a respeito das variáveis que influenciam no conforto térmico em espaços abertos. Ribeiro (2019) observa que a realização de estudos nos espaços fechados possibilita regular as variáveis envolvidas, diferentemente dos estudos em áreas abertas, em que não há como controlar elementos como a radiação solar, temperatura do ar, velocidade e direção do vento e umidade relativa. Monteiro (2018) afirma que nos espaços abertos é possível o condicionamento dos elementos climáticos, mas com menor controle, em decorrência da ausência de confinamento, seja parcial ou total. Monteiro (2018) e Rancura (2011) consideram que a aclimação dos indivíduos consiste em outro elemento que dificulta o estudo do conforto térmico em espaços abertos.

No conforto térmico em espaços abertos, a vegetação dispõe de um papel de significativa importância. Áreas externas que são ricas em vegetação atuam como reguladores climáticos, além de desempenharem papéis ambientais, ecológicos e sociais (VELHO, 2012). As ações, enquanto reguladores climáticos, são geradas a partir das propriedades de controle da umidade do ar e do solo, de purificação atmosférica, de radiação solar e de termorregularização, dessa forma, são consideradas como reguladores das ilhas urbanas de calor ou de resfriamento. As áreas verdes modificam o conforto bioclimático e, muitas vezes, proporcionam uma

melhora na qualidade dos espaços físicos e na vida urbana. Para a diminuição do stress térmico em zonas urbanas é importante estabelecer a formulação de áreas verdes (JOHANSSON *et al.*, 2013).

Os fatores ambientais que podem proporcionar a sensação de conforto térmico para habitantes de uma localidade de determinado clima não são as mesmas condições necessárias para satisfazer pessoas que residem em locais com outros climas (FROTA; SCHIFFER, 2001). Os estudos desenvolvidos por Harley (2003) e Knez e Thorsson (2006) constataram que aspectos culturais e do clima em que estão inseridos impactam na percepção e avaliação das condicionantes climáticas. Kántor, Unger e Gulyás (2007) apontam que as diferenças culturais e climáticas acarretam em respostas distintas dos indivíduos frente à exposição das mesmas condicionantes térmicas.

2.2 Balanço termofisiológico do corpo humano

O ser humano, assim como as aves e os mamíferos, é um ser homeotérmico. Este aspecto consiste na capacidade de manter a temperatura corporal aproximadamente constante. Baker (2004) observa que o conforto térmico tem uma das conexões mais fortes e evidentes com a sobrevivência, já que a necessidade de manutenção da temperatura interna é constante, do momento do nascimento até a morte, independentemente do ambiente, que varia do clima tropical ao polar. O mesmo autor ainda aponta que a temperatura interna do corpo deve ser mantida em torno de 37°C, com variação entre +/- 1°C e cita que esta não é uma tarefa facilmente realizada, em caso de fracasso pode ocasionar terríveis consequências. A não manutenção da temperatura interna constante ao redor de 37°C pode ser considerada tão séria quanto falhar na busca por alimentos ou por encontrar um companheiro, considerando procriação da espécie (BAKER, 2004).

Frota e Schiffer (2001) também observam que o organismo humano é mantido em uma temperatura interna da ordem de 37°C, sendo que apresenta limites muito estreitos, que variam entre 36,1°C e 37,2°C. As mesmas autoras apontam que, ao considerar o estado de enfermidade, o limite inferior corresponde a 32°C e o superior a 42°C para a sobrevivência do indivíduo.

O corpo humano produz e troca calor com o ambiente no qual está inserido a fim de manter a temperatura corporal constante. O organismo adquire energia por

meio do metabolismo. Uma parcela desta energia é transformada em potencialidade de trabalho, sendo que o restante necessita ser dissipado (FROTA; SCHIFFER, 2001). A atividade desempenhada pelo indivíduo influencia no calor produzido e no dissipado.

A homeotermia depende do balanço que ocorre entre a termogênese e a termólise para o ambiente (HIRASHIMA, 2010). A termogênese consiste na produção de calor pelo corpo humano. A perda de calor corresponde à termólise. O equilíbrio entre a termogênese e a termólise ocorre quando o corpo se encontra em uma situação fisiológica típica, sendo que a temperatura corporal é mantida constante dentro de uma faixa adequada, dado o regime estacionário entre ambos os fatores (MONTEIRO, 2008).

O aumento e a redução dos ganhos de calor e o aumento e a redução das perdas de calor é controlado pelo aparelho termorregulador do organismo humano através de alguns mecanismos de controle (HIRASHIMA, 2010). A troca de calor entre o corpo e o meio é regida pelas leis da física, pelos mecanismos de adaptação fisiológica e por aspectos ambientais e individuais (ROSSI, 2012). O corpo ganha calor por meio do calor produzido pelo metabolismo, enquanto a perda de calor acontece através da respiração e pela pele (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

A seguir serão apresentados a termogênese, a termólise, os mecanismos de controle da termorregulação e a equação do balanço termofisiológico do corpo. Romero (2001) aponta que a intensidade das trocas térmicas está relacionada com as condicionantes ambientais, já que estas influenciam de maneira constante no equilíbrio e na percepção térmica do ser humano. Hirashima (2010) observa que compreender estes aspectos é importante considerando que a sensação térmica está intimamente relacionada com as trocas de calor que ocorrem entre o corpo humano e o ambiente em que se está inserido.

2.2.1 Termorregulação

A termorregulação consiste em um sistema do organismo que possibilita a manutenção da temperatura interna constante do corpo, de modo que esta temperatura seja regulada com a temperatura presente no ambiente (ROSSI, 2012). As trocas de calor do organismo com o ambiente no qual está inserido são naturalmente controladas pela termorregulação (HIRASHIMA, 2010).

O aparelho termorregulador permite que a manutenção da temperatura interna do organismo humano seja constante, apesar dos ambientes apresentarem as mais variadas condições climáticas (FROTA; SCHIFFER, 2001). Cada indivíduo possui sua própria temperatura corporal neutra, na qual ele não tem preferência por sentir nem mais frio e nem mais calor no ambiente, sendo que não é necessário a utilização de seu mecanismo de termorregulação (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

A termorregulação é um mecanismo natural do corpo humano, mas quando acionada representa um esforço extra. Frota e Schiffer (2001) observam que a sensação de conforto térmico é experimentada pelo organismo humano quando este perde para o ambiente, sem a necessidade de recorrer a nenhum recurso termorregulador, o calor que é produzido pelo seu metabolismo, sendo compatível com sua atividade desempenhada.

2.2.1.1 Termogênese

A termogênese consiste na produção de calor no corpo humano. Este fenômeno, comumente regular e contínuo, é fundamentalmente químico, sendo que a produção de calor resulta das transformações metabólicas (MONTEIRO, 2008).

As reações químicas internas resultam na energia térmica produzida pelo organismo, sendo que a reação mais importante consiste na combinação do carbono com o oxigênio (FROTA; SCHIFFER, 2001). O carbono é introduzido no organismo por meio dos alimentos e o oxigênio é extraído do ar pela respiração. Frota e Schiffer (2001) apontam que é denominado como metabolismo o sistema de produção de energia interna oriundos de elementos de combustão orgânica.

O calor produzido pelo metabolismo pode ser subdividido em duas categorias, sendo o metabolismo basal e o metabolismo devido às atividades externas (LAMBERTS *et al.*, 2014b). O metabolismo basal corresponde a taxa de calor necessária para que as atividades basais sejam desempenhadas, sendo que este calor é produzido devido aos processos vegetativos e automáticos, que são considerados contínuos. O metabolismo muscular corresponde ao calor produzido pelos músculos, em função do trabalho controlado realizado de modo consciente. Com a contração muscular, ocorre a produção de calor, sendo que esta quantidade de calor liberado pelo corpo será função do trabalho desempenhado (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Lamberts *et al.* (2014b) apontam que o metabolismo pode gerar calor com variação entre 100 W e 1000 W. Frota e Schiffer (2001) afirmam que o calor pode atingir a ordem de 1200 W, desde que seja realizado por pouco tempo. A atividade muscular considerada termogenicamente mais eficiente é o tremor, na qual há contração muscular sem que haja a realização de trabalho (MONTEIRO, 2008).

Apenas 20% da energia produzida através do metabolismo é convertida em capacidade de trabalho, enquanto 80% é transformada em calor que deve ser dissipado para que ocorra a manutenção do equilíbrio da temperatura interna corporal, ou seja, ao considerar a termodinâmica, é verificado que o rendimento de energia do corpo humano é extremamente baixo (FROTA; SCHIFFER, 2001).

2.2.1.2 Termólise

O processo de perda de calor pelo corpo humano para o ambiente é denominado como termólise. A termólise é constituída por um conjunto de mecanismos termorreguladores que possibilitam a perda de calor no corpo (MONTEIRO, 2008). A termólise é um fenômeno fundamentalmente físico, como já mencionado, e a condução, a convecção, a evapotranspiração e a radiação constituem os mecanismos termolíticos (MONTEIRO, 2008).

O corpo perde calor para o ambiente por meio do calor sensível e do calor latente, respectivamente, por meio das trocas secas e através das trocas úmidas (FROTA; SCHIFFER, 2001). A condução, a convecção e a radiação são consideradas trocas secas. As trocas úmidas envolvem a evaporação. O calor perdido pelo corpo para o ambiente, por meio das trocas secas, ocorre dadas às diferenças de temperatura entre o corpo e o espaço em que se está inserido, enquanto as trocas úmidas envolvem a alteração do estado de agregação da água (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Através da pele pode ocorrer a perda sensível de calor (convecção e radiação) e latente de calor (evaporação do suor e dissipação da umidade da pele) (LAMBERTS *et al.*, 2014b). Por meio da respiração ocorre a perda de calor sensível por convecção e a perda de calor latente por evaporação (LAMBERTS *et al.*, 2014b). Na Figura 1 há um esquema da fisiologia humana e das trocas térmicas mencionadas.

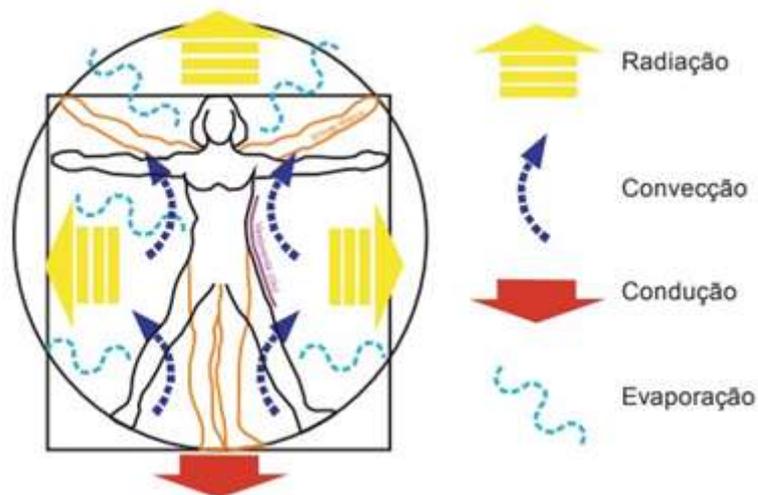


Figura 1 – Representação da fisiologia e das trocas térmicas.
Fonte: Adaptado de Lamberts *et al.* (2014b).

A condução consiste em um processo no qual o calor se transfere de uma área com determinada temperatura para outra que dispõe de temperatura mais baixa, dentro de um mesmo meio, seja sólido, líquido ou gasoso ou entre meios distintos que estejam em contato físico direto (MONTEIRO, 2008). O calor dissipado por meio da condução é pequeno quando considerado que o indivíduo utiliza vestimentas e calçado (FROTA; SCHIFFER, 2001).

A convecção depende da temperatura do ar e da velocidade do ar. Na convecção ocorre a transferência de calor pela ação conjunta da condução de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura, sendo que este mecanismo ocorre entre uma superfície sólida e um líquido ou um gás (MONTEIRO, 2008). A convecção depende da diferença entre a temperatura do ar e do conjunto corpo e vestimenta do indivíduo e da velocidade do ar em contato com esse sistema corpo-vestimenta (FROTA; SCHIFFER, 2001).

A transferência de calor pode ocorrer por convecção natural ou por convecção forçada. A convecção natural (ou livre) ocorre quando o movimento de mistura resulta da diferença entre as densidades, já na convecção forçada, o movimento do fluido é impulsionado por um agente externo ao processo (MONTEIRO, 2008). O movimento de mistura do fluido influencia na eficiência de transferência de calor por meio da convecção (MONTEIRO, 2008).

A radiação é dependente da temperatura das superfícies que estão no entorno e não exige o contato direto entre os corpos, sendo que o meio que os separa deve ser transparente à radiação térmica, como o ar, por exemplo. Há dissipação de calor

por meio da radiação quando verificado que a temperatura da superfície dos corpos presentes no ambiente estiver a uma temperatura inferior ao verificado para o sistema corpo-vestimenta (FROTA; SCHIFFER, 2001).

O calor radiante é emitido, de maneira contínua, por todos os corpos, sendo que a intensidade destas emissões é influenciada pela temperatura e natureza da superfície (MONTEIRO, 2008). As radiações de ondas curtas e ondas longas que influenciam no conforto térmico são, respectivamente, correspondem a radiação solar e a radiação terrestre (HIRASHIMA, 2010). A luz visível e as radiações infravermelhas correspondem à radiação solar, enquanto a temperatura absoluta e a emissividade dos objetos influenciam a radiação terrestre.

As trocas evaporativas correspondem a transferência de calor liberada na mudança de estado líquido para o estado gasoso, sendo que o calor latente de evaporação equivale a quantidade necessária de calor para que um litro de água seja evaporado (MONTEIRO, 2008). A evaporação depende dos fatores umidade relativa do ar, velocidade do ar e atividade física desempenhada (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

A evaporação pode ocorrer por perspiração insensível e através da perspiração sensível. A perspiração insensível é referente a retirada de calor do corpo pela evaporação por meio do trato respiratório e por meio da contínua difusão da epiderme (MONTEIRO, 2008). Os meios de perspiração insensível constituem um fenômeno natural (FROTA; SCHIFFER, 2001). O suor corresponde a perspiração sensível, sendo que pode ser secretado até dois litros por hora, considerando o reabastecimento adequado (MONTEIRO, 2008). A exsudação é considerada um recurso termorregulador (FROTA; SCHIFFER, 2001).

2.2.1.3 Mecanismos de controle

Os mecanismos de controle são, inconscientemente, acionados quando o organismo está em situação de desconforto ou estresse térmico, por frio ou por calor, para que ocorram respostas fisiológicas que auxiliem na manutenção da temperatura interna constante (HIRASHIMA, 2010). Estes mecanismos são utilizados dada a necessidade de redução ou aumento da perda ou produção de calor. Além das respostas fisiológicas inconscientes, também são verificadas respostas conscientes (MONTEIRO, 2008).

O sistema de regulação humano é de natureza nervosa e aponta que o centro regulador está localizado no hipotálamo (MONTEIRO, 2008). Por meio do sistema glandular endócrino ocorre a termogênese e a termólise (FROTA; SCHIFFER, 2001).

O principal órgão termorregulador do corpo humano é a pele, pela qual são realizadas as trocas de calor, sendo que a temperatura dele é regulada por meio do fluxo sanguíneo que a percorre (FROTA; SCHIFFER, 2001). Quanto mais intenso o fluxo sanguíneo, mais elevada é a temperatura da pele. O fluxo circulatório sanguíneo é induzido por altas temperaturas no centro do corpo, enquanto o contrário provoca a inibição do fluxo circulatório (HÖPPE, 1993).

Quando o indivíduo sente desconforto térmico é acionada a regulação vasomotora do fluxo sanguíneo da camada subcutânea, por meio da vasodilatação ou vasoconstrição, de forma a reduzir ou aumentar a resistência térmica dessa camada periférica do corpo (FROTA; SCHIFFER, 2001). Os vasos sanguíneos são dilatados na vasodilatação, de modo a aumentar a temperatura da pele, para que a sua temperatura se iguale à temperatura do meio numa tentativa de reduzir ganhos de calor. A vasoconstrição consiste na contração dos vasos capilares que estão situados mais próximos da pele, enquanto os vasos próximos ao centro do corpo são dilatados, ocorre o armazenamento de energia para o corpo (HIRASHIMA, 2010). Neste caso, o organismo tem dificuldade de perder calor para o meio.

Por meio do sistema nervoso simpático, o organismo reage automaticamente quando constata que as perdas de calor do corpo para o ambiente são além ou aquém do necessário para a manutenção da temperatura interna constante (FROTA; SCHIFFER, 2001).

As situações de frio denotam que as condicionantes ambientais proporcionam perdas de calor do corpo para o ambiente, superiores ao necessário para que seja mantida a temperatura interna constante, sendo que por meio do acionamento de mecanismos automáticos, o organismo busca a redução das perdas e o aumento das combustões internas (FROTA; SCHIFFER, 2001). O primeiro mecanismo termorregulador acionado em situações de frio é a vasoconstrição periférica (HIRASHIMA, 2010). Além deste mecanismo, a redução das trocas térmicas também pode ocorrer por meio do arrepio e do tiritar (FROTA; SCHIFFER, 2001). De maneira consciente, nestas situações, podem ser realizados tremores musculares voluntários e atividades físicas mais intensas, em caso de aumento da termogênese e, dada a

termólise, há a tendência de utilização de agasalhos e posturas que visam o encolhimento (MONTEIRO, 2008).

Em circunstâncias de calor, as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção da temperatura interna constante do corpo, sendo que o organismo reage a fim de proporcionar condições para que a troca de calor entre o organismo e o meio seja mais intensa e que ocorra a redução das combustões internas (FROTA; SCHIFFER, 2001). Os mecanismos de termorregulação para o aumento das perdas de calor acontecem por meio da vasodilatação e da exsudação. Höppe (1993) aponta que nas situações de estresse térmico ocasionado por calor demasiado ou por alta taxa metabólica gerada, o suor consiste no mecanismo termorregulador mais efetivo. Em situações de calor, de maneira consciente, o ser humano adota a realização de menor atividade física, dada a termogênese, redução da utilização de agasalhos e postura corporal mais expansiva, dada a termólise aumentada (MONTEIRO, 2008).

Frota e Schiffer (2001) observam que a termorregulação da pele também dispõe do mecanismo de transpiração ativa. As glândulas sudoríparas realizam a transpiração ativa. A transpiração ativa é iniciada quando o resultado das perdas por convecção e por radiação, somadas às perdas por perspiração insensível, são inferiores às perdas que são necessárias para a realização da termorregulação (FROTA; SCHIFFER, 2001).

2.2.2 Equação do balanço termofisiológico do corpo humano

O balanço termofisiológico do corpo humano visa a manutenção do equilíbrio entre a termogênese e a termólise, a fim de que seja preservado o equilíbrio da temperatura interna do corpo de modo constante. O calor é produzido de forma contínua, sendo resultante da atividade metabólica, e deve ser dissipado e regulado para que sejam evitadas alterações na temperatura corporal (HIRASHIMA, 2010). A troca de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorre por condução, convecção, evapotranspiração e radiação, sendo que acontecem através da pele e do trato respiratório.

A equação do balanço de energia do corpo humano descreve as trocas de calor realizadas entre o corpo e o ambiente térmico no qual está inserido. Esta equação consiste em uma aplicação da primeira lei da termodinâmica. Höppe (1993) observa

que, na equação do balanço térmico, são considerados os aspectos meteorológicos significativos, as características comportamentais, como atividade física e vestimenta, as medidas corporais. O balanço termofisiológico do corpo humano é representado pela Equação 1 (HÖPPE, 1999), apresentada a seguir:

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

Onde:

M – Taxa metabólica, em Watt;

W – Taxa de atividade física desempenhada, em Watt;

R – Resultado das trocas de calor por radiação, em Watt;

C – Fluxo de calor por convecção, em Watt;

E_D – Fluxo de calor latente por transpiração, em Watt;

E_{Re} – Somatório dos fluxos de calor para aquecimento e umidificação do ar inspirado, em Watt;

E_{Sw} – Fluxo de calor pela evaporação do suor, em Watt; e

S – Fluxo de calor armazenado para aquecimento ou esfriamento do corpo humano, em Watt.

O sinal positivo nos termos individuais da equação do balanço termofisiológico representa que há ganho de energia para o corpo humano, já o sinal negativo denota a perda de energia (HÖPPE, 1999). A taxa metabólica (M) sempre tem sinal positivo, enquanto a atividade física (W), o fluxo de calor latente por transpiração (E_D) e o fluxo de calor pela evaporação do suor (E_{Sw}) sempre apresentam sinal negativo. Os aspectos climáticos apresentados a seguir interferem diretamente nos fluxos de calor individuais descritos na equação 1:

- temperatura do ar – interfere nos termos C e E_{Re} ;
- umidade relativa do ar – interfere nos termos E_D , E_{Re} , E_{Sw} ;
- velocidade do ar – interfere nos termos C e E_{Sw} ; e
- temperatura radiante média – R.

O corpo humano não dispõe de sensores seletivos para a percepção individual dos aspectos climáticos, mas por meio dos termorreceptores, podem ser registradas as temperaturas da pele e suas alterações e o fluxo sanguíneo que passa pelo hipotálamo, sendo proporcionada uma resposta termorregulatória (HÖPPE, 1999).

Hirashima (2010) aponta que estas temperaturas são impactadas pelo efeito integrados dos fatores climáticos, já que estes estão interrelacionados e se afetam mutuamente.

Quando o ambiente térmico apresenta ventos fracos, é observado que a temperatura radiante média e a temperatura do ar denotam aproximadamente a mesma importância para o equilíbrio térmico do corpo humano (HIRASHIMA, 2010). A mesma autora observa que, nas situações que são observadas maiores velocidades do ar, a temperatura do ar dispõe de maior relevância do que a temperatura radiante média, dadas as trocas de calor por convecção. Höppe (1999) considera que estas interações, que são complexas, são quantificáveis de maneira mais real, com a utilização de modelos de balanço energético do corpo humano, como o apresentado na Equação 1.

2.3 Fatores que interferem na sensação de conforto térmico

Em conjunto com os fatores termofisiológicos, há outros elementos que interferem na sensação térmica dos indivíduos, o que influencia no conforto térmico humano. O conforto térmico, considerada uma sensação humana, é subjetivo e influenciado por aspectos físicos, fisiológicos e psicológicos (LAMBERTS *et al.*, 2014b). O estudo do conforto térmico humano tem como base o bem-estar do indivíduo, a performance humana e a conservação de energia (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

A ISO 7730 (ISO, 2005) indica que a avaliação do conforto térmico é realizada a partir das variáveis ambientais (umidade relativa, velocidade do vento, temperatura do ar e TRM) e dos aspectos pessoais (metabolismo e vestimenta). Fanger (1970) afirma que a ideia de conforto é subjetiva, sendo resultante de três aspectos: corpo termicamente em equilíbrio, taxa de suor e temperatura média da pele dentro dos limites de conforto.

A combinação adequada entre os fatores temperatura do ar (T_a), velocidade do ar (V_a), umidade relativa (UR), temperatura radiante média (TRM), atividade metabólica e isolamento térmico da vestimenta resultam na sensação de bem-estar do indivíduo, que consiste no conforto térmico (RUAS, 1999).

2.3.1 Condicionantes climáticas

Neste item serão abordados os aspectos climáticos que interferem na sensação de conforto térmico humano. Os conceitos de umidade relativa, velocidade do vento, temperatura do ar e temperatura radiante média estão apresentados a seguir.

2.3.1.1 Umidade relativa

A evaporação das águas e a transpiração das plantas resultam na umidade atmosférica (FROTA; SCHIFFER, 2001). A umidade absoluta do ar se refere a totalidade de vapor de água que está compreendido no ar (LAMBERTS *et al.*, 2014b). O ar úmido resulta da mistura dos gases que compõem o ar seco e o vapor de água (MONTEIRO, 2008). A quantidade de vapor de água contido em um volume de ar representa a umidade absoluta (FROTA; SCHIFFER, 2001; MONTEIRO, 2008).

A umidade relativa expressa a relação entre a pressão parcial de vapor de água e a pressão parcial de saturação do vapor de água (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a). A umidade relativa do ar úmido, em uma determinada temperatura, resulta da razão entre a pressão parcial do vapor e a pressão de saturação em determinada temperatura (VAREJÃO-SILVA, 2006). Esta variável consiste em um percentual da umidade absoluta de saturação (FROTA; SCHIFFER, 2001). Segundo a ISO 7726 (ISO, 1998), os valores de umidade relativa correspondem a composição do ar, em situação de vapor de água, em relação a quantidade máxima que pode ser contida em determinada temperatura e pressão.

A umidade do ar associada a velocidade do ar interfere na perda de calor por evaporação, sendo que é importante que as condicionantes ambientais propiciem a eliminação da energia térmica produzida pelo organismo, já que em torno de 25% desta produção é eliminado por meio de calor latente (LAMBERTS *et al.*, 2016). A perda de calor por evaporação é dificultada quando há elevada umidade do ar (HIRASHIMA, 2010). Quando o ar se encontra saturado, ou seja, atingiu a quantidade máxima possível de vapor de água em determinada temperatura e pressão, o indivíduo deixa de perder calor por evaporação e passa a ganhar mais calor no instante em que a temperatura do ar se torna superior a temperatura da pele (LAMBERTS *et al.*, 2016).

2.3.1.2 Velocidade do vento

O vento resulta do deslocamento do ar na superfície terrestre, sendo que se transfere do local com maior pressão (maior temperatura) para o que dispõe de menor pressão (menor temperatura), ou seja, parte de onde o ar está mais denso para o mais leve (BRANCO, 2014; LAMBERTS *et al.*, 2016). Esta variável é descrita por sua magnitude, direção e sentido.

Segundo Lamberts *et al.* (2014b), através da média das velocidades instantâneas registradas em um determinado intervalo de tempo e o desvio padrão dessas velocidades, se tem a velocidade média do ar, que descreve um fluxo de ar. Ao atentar para ambientes térmicos, a magnitude do vetor velocidade do fluxo deve ser considerada, além da direção e magnitude da variável velocidade do ar (LAMBERTS *et al.*, 2016).

O deslocamento do ar influencia na evaporação do corpo humano, quando ocorre a movimentação do ar, há aumento nos efeitos da evaporação (LAMBERTS *et al.*, 2016). Na transferência de calor por convecção e evaporação deve ser considerada a velocidade do ar (HIRASHIMA, 2010).

A ISO 7726 (ISO, 1998) aponta que é difícil a aferição precisa da velocidade do vento, já que o fluxo do ar apresenta oscilações que acarreta na alteração frequente de direção. Instrumentos como os anemômetros de copo, de esfera quente, de fio quente, de hélice, ultrassônico e *laser-doppler* são frequentemente utilizados para a aferição da velocidade do ar (MONTEIRO, 2008). Para a identificação da direção do vento é utilizada a biruta (BRANCO, 2014).

2.3.1.3 Temperatura do ar

Esta variável consiste em uma grandeza física decorrente do balanço energético que ocorre entre a atmosfera e a superfície da Terra (RIBEIRO, 2019). A temperatura do ar em um local apresenta variação em função do lugar e do decorrer do tempo, sendo influenciada pela incidência solar, natureza da superfície e dos ventos predominantes, distância dos corpos hídricos e as correntes oceânicas (AYOADA, 2003).

A ISO 7726 (ISO, 1998) define que este elemento consiste na temperatura do ar que está em torno do corpo humano sendo importante nas trocas de calor realizadas por convecção sobre indivíduo, como já mencionado anteriormente. Barakat, Ayad e El-Sayed (2017) e Nikolopoulou e Lykoudis (2006) apontam que a temperatura do ar é uma das variáveis mais importantes para o conforto térmico.

A resistência de platina, o termômetro de mercúrio e o termopar são alguns dos instrumentos que podem ser utilizados para a aferição da temperatura do ar, sendo que pode ser medida por diferentes métodos (MONTEIRO, 2008). Deve-se atentar para que o sensor utilizado para a medição seja protegido da radiação, sem que seja comprometido o deslocamento do ar ao redor do mesmo (MONTEIRO, 2008). Esta variável geralmente é expressa em graus Celsius (BARAKAT; AYAD; EL-SAYED, 2017). A temperatura do ar possui, para curtos períodos, um comportamento periódico, no qual apresenta valor mínimo, normalmente ao final da madrugada, e máximo, no meio da tarde (VAREJÃO-SILVA, 2006).

2.3.1.4 Temperatura radiante média

A temperatura do ar é um indicador comumente utilizado no conforto térmico humano, mas não constitui um índice preciso e não expressa a sensação térmica humana (BARAKAT; AYAD; EL-SAYED, 2017). A variável denominada temperatura radiante média (TRM – *Mean Radiant Temperature*) é considerada um dos elementos mais importantes na influência do conforto térmico em espaços abertos. A temperatura radiante média é um indicador melhor para a avaliação do conforto térmico em condições de exposição ao sol do que a temperatura do ar (MINELLA; ROSSI; KRÜGER, 2011). Segundo a ASHRAE (2017a), a temperatura radiante média consiste em uma variável essencial para os cálculos térmicos relacionados ao corpo humano. Para Thorsson *et al.* (2007) esta variável é um dos parâmetros climáticos que desempenha maior influência no conforto térmico humano em espaços abertos. Os estudos desenvolvidos por Thorsson *et al.* (2007), Matzarakis, Blazejczyk e Amelung (2007a) e Krüger, Minella e Rasia (2011) apontam a importância da variável temperatura radiante média na avaliação do conforto térmico dos indivíduos em espaços abertos.

A relevância desta variável é devida à expressiva influência que os fluxos de radiação exercem no balanço termoenergético do corpo humano (MATZARAKIS;

BLAZEJCZYK; AMELUNG, 2007a). Na TRM estão considerados os fluxos de radiação de onda curta e longa na transferência de calor radiante entre o corpo humano e o ambiente em que se está inserido (HUANG; CEDEÑO-LAURENT; SPENGLER, 2014). Diferentes índices térmicos utilizam os valores desta variável para a análise do conforto térmico em espaços abertos (MAYER; HÖPPE, 1987).

Conforme a ISO 7726 (ISO, 1998), a temperatura radiante média expressa as trocas radiativas que ocorrem entre o corpo humano e o meio no qual se está inserido. Esta variável equivale a uma temperatura uniforme, na qual é considerada um ambiente imaginário em que ocorre a transferência de calor por meio da radiação para o corpo, sendo equivalente às trocas que acontecem em um espaço real, em que não é apresentada uniformidade (ISO 7726, 1998).

A ASHRAE (2017a) define a temperatura radiante média como uma temperatura uniforme, no qual é considerado um ambiente imaginário, em que a troca de calor radiante do corpo humano é equivalente a essa transferência de calor radiante em um ambiente real não uniforme. Segundo a ASHRAE (2017a), o formato do sensor é um fator a ser observado, já que a temperatura radiante média está relacionada ao corpo humano, sendo que o termômetro de globo representa aproximadamente uma pessoa sentada.

A temperatura radiante média é expressa em graus Celsius, sendo que os valores desta variável são determinados a partir dos valores das variáveis temperatura do ar (T_a), velocidade do vento (V_a) e temperatura do globo (T_g). O cálculo para a obtenção dos valores de temperatura radiante média ocorre conforme o previsto pela ISO 7726 (ISO, 1998).

Segundo Johansson *et al.* (2014), um globo de diâmetro menor do que o padrão de 15 cm utilizado na avaliação do conforto térmico em ambientes internos, tem sido empregado em estudos acerca do conforto térmico em espaços abertos. A ISO 7726 (ISO, 1998) recomenda a cor cinza médio para o globo utilizado na avaliação de conforto em áreas com exposição ao sol, dada a semelhança de sua absorção de radiação térmica de onda curta com pessoas vestidas. O globo na coloração cinza médio é parecido à um indivíduo vestido e exposto ao sol.

Os estudos realizados por Thorsson *et al.* (2007) demonstram que a utilização de um globo de diâmetro menor proporciona confiabilidade ao cálculo dos valores de temperatura radiante média. Já a ISO 7726 (ISO, 1998) aponta que o globo com

diâmetro menor interfere na exatidão dos valores calculados de temperatura radiante média.

A base para a determinação da temperatura radiante média é o coeficiente de troca de calor por convecção, seja ela natural ou forçada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a). Para o cálculo dos valores de temperatura radiante média, com a utilização dos dados de temperaturas de globo cinza, é empregada a equação para situação de convecção forçada estabelecida pela ISO 7726 (ISO, 1998) (Equação 2).

$$T_{rm} = [(T_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times V_a^{0,6}}{\epsilon_g \times D^{0,4}} + (T_g - T_a)]^{1/4} - 273 \quad (10) \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

T_{rm} – Temperatura radiante média, expressa em °C;

T_g – Temperatura do globo, expressa em °C;

V_a – Velocidade do ar, expressa em m/s;

ϵ_g – Emissividade do globo, adimensional;

D – Diâmetro do globo, expressa em metros;

T_a – Temperatura do ar, expressa em °C.

2.3.2 Condicionantes individuais

2.3.2.1 Taxa metabólica

A taxa metabólica está relacionada a atividade metabólica desenvolvida pelo indivíduo. A atividade metabólica descreve a quantidade de energia produzida pela atividade física ou movimento desenvolvido pelo corpo do indivíduo (BRANCO, 2014). Esta variável está relacionada ao grau de atividade do corpo humano (LUCCHESI, 2016). A taxa metabólica consiste na quantidade de energia despendida pelo corpo no desenvolvimento de uma atividade (GRANDI, 2006). Quanto maior for o esforço físico, maior será o calor gerado pelo metabolismo da pessoa, ou seja, o calor produzido por metabolismo é proporcional à atividade física desempenhada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a).

Monteiro (2008) aponta que a transformação da energia química em energia mecânica e térmica resulta na taxa metabólica. Segundo a ISO 8996 (ISO, 2004), a

taxa metabólica consiste em um valor numérico que representa o custo de energia da carga muscular, resultante da conversão da energia química em mecânica e térmica.

As atividades metabólicas podem ser expressas em W/m^2 ou em met. A unidade met expressa o valor do metabolismo de um indivíduo relaxado, sendo que 1 met é equivalente a $58,15 W/m^2$ da área de superfície corporal (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a). Os valores apresentados de equivalência da unidade met utilizam como base o padrão europeu, sendo que podem ocorrer diferenças quando são considerados outros grupos étnicos e geográficos (ASHRAE, 2017a). A taxa metabólica pode apresentar variações em função da atividade e das condições nas quais ela é desenvolvida e do indivíduo que a desenvolve (GRANDI, 2006). Fatores como atividade realizada, idade, sexo biológico, massa magra e composição corporal influenciam na produção metabólica (WILMORE, 2001).

Conforme a ASHRAE (2017a), é difícil estimar os valores de taxa metabólica. A ISO 8996 (ISO, 2004) apresenta diversos métodos para a determinação da taxa metabólica do indivíduo. Na Tabela 1 são apresentados valores de referência de taxa metabólica (em W/m^2) para diferentes atividades, conforme a ASHRAE (2017a).

Tabela 1 – Taxa metabólica para diversas atividades

Atividade	Taxa metabólica (W/m^2)	Met
Dormindo	40	0,7
Reclinado	45	0,8
Sentado	60	1,0
Em pé, relaxado	70	1,2
Caminhando 3,2 km/h	115	2,0
Caminhando 4,3 km/h	150	2,6
Caminhando 6,4 km/h	220	3,8
Escrevendo, sentado	55	1,0
Lendo	60	1,0
Digitando	65	1,1
Arquivamento, em pé	80	1,4
Cozinhando	95 – 115	1,6 – 2,0
Limpendo a casa	115 – 200	2,0 – 3,4
Dirigindo carro	60 – 115	1,0 – 2,0

Fonte: ASHRAE (2017a).

2.3.2.2 Isolamento térmico da vestimenta

A roupa é um meio do ser humano se proteger tanto do frio quanto do calor (RAMÓN, 1980). As peças de roupas usadas pelas pessoas são uma maneira de adaptação às condições do espaço em que o indivíduo se encontra, a fim de se estar termicamente confortável, já que as vestimentas podem dificultar a troca de calor entre

o corpo humano e o meio em que se está. As vestimentas utilizadas pelo indivíduo constituem uma camada de isolamento entre o corpo e o ambiente, já que através da pele são realizadas as trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014a), a resistência térmica da vestimenta do indivíduo é um fator importante e influencia na sensação do conforto térmico humano.

As especificações térmicas da vestimenta podem ser caracterizadas pela sua resistência à troca de calor sensível e pela sua resistência evaporativa (MONTEIRO, 2008). Por meio da condução, da convecção e da radiação ocorre a troca de calor entre a pele e a vestimenta, sendo que a roupa troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por meio da radiação (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a). O ganho de calor decorrente da radiação solar direta, as perdas em situações de baixo teor de umidade e o efeito refrigerador do suor sofrem redução dada a vestimenta (FROTA; SCHIFFER, 2001). As trocas de calor com o meio são menores quanto maior for a resistência térmica da roupa (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a).

A unidade que expressa a resistência térmica da vestimenta é o clo, que é equivalente a $0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$. Os tipos de tecido e de fibra, além do ajuste ao corpo, interferem na resistência térmica da vestimenta (FROTA; SHIFFER, 2001). A partir do estudo desenvolvido por Fanger (1970), a utilização de manequins aquecidos possibilitou a determinação de 1 clo e foram estabelecidas as resistências térmicas de diversas peças de roupas. Nas normas ISO 7730 (ISO, 2005), ISO 9920 (ISO, 2007) e ASHRAE (2017a) estão os valores de resistência térmicas de diversas vestimentas.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de clo para vestimentas variadas, conforme apresentado nas normatizações.

Tabela 2 – Valores do isolamento térmico de diversas vestimentas

Vestimenta	Clo
Cueca	0,04
Calcinha	0,03
Sutiã	0,01
Camiseta	0,08
Camiseta de manga longa	0,20
Meia esportiva curta	0,02
Meia calça	0,02
Saia fina	0,14
Saia grossa	0,23

Vestido manga longa grosso	0,47
Suéter fino manga longa	0,25
Suéter grosso manga longa	0,36
Camisa de manga curta	0,19
Camisa de manga longa	0,25
Calção curto	0,06
Calça tecido fino	0,15
Calça tecido grosso	0,24
Jaquetão fino	0,42
Jaquetão grosso	0,48
Sandália de couro ou borracha	0,02
Bota	0,10
Tênis	0,04
Sapatilha	0,03

Fonte: ASHRAE (2017a).

2.3.3 Fatores psicológicos

Nos ambientes internos e externos também é observado que os aspectos psicológicos são relevantes para o conforto térmico individual. A avaliação do conforto térmico sofre influência de fatores psicológicos (DE DEAR; BRAGER, 1998; NIKOLOPOULOU; BAKER; STEEMERTS, 2001).

Os estudos realizados por Rohles (1980) em câmara controlada constataram que a inserção de elementos, como tapetes, painéis e mobiliários mais confortáveis, alteraram a percepção de conforto térmico dos usuários, apesar de não ocorrerem mudanças nas condições térmicas do ambiente. Rohles (1980) observou que as pessoas se sentiram mais aquecidas no espaço que dispunha desses elementos, em relação aos testes no ambiente sem alterações. Nestes experimentos também foi observado que, os participantes que foram informados de que havia um aquecedor em um painel, estes usuários demonstraram se sentir mais aquecidos do que aqueles que não foram comunicados sobre esse aquecedor em funcionamento.

Os participantes que foram comunicados que a temperatura era 23,3°C, valor maior do que realmente era constatado (22,2°C, 21,1°C e 20°C) se sentiram tão confortáveis quanto se a temperatura de fato correspondesse a 23,3°C (ROHLES, 1980). Os estudos também verificaram que no período de inverno, os usuários preferiam temperaturas mais quentes em relação às temperaturas frias e o contrário foi observado no verão (ROHLES, 1980). Estas alterações demonstram a influência dos aspectos psicológicos.

Höppe (2002) aponta a influência dos aspectos psicológicos em relação às estações do ano, quanto à preferência térmica dos indivíduos, em que é observado que no período de inverno há preferência por temperaturas mais quentes enquanto no verão, a preferência é por temperaturas mais baixas. Estudos realizados por Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) e Lin, De Dear e Hwang, (2011) confirmaram que as respostas dos indivíduos quanto ao ambiente térmico são alteradas dadas às variações sazonais. Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) também observaram que há uma frequência de uso sazonal dos espaços abertos, influenciada pelas respostas subjetivas quanto ao ambiente térmico.

Os aspectos psicológicos são de grande importância para a avaliação subjetiva do conforto térmico em espaços externos. Hirashima (2010) observa que as expectativas do indivíduo em relação às condicionantes térmicas são relevantes para a satisfação e avaliação subjetiva individual. Höppe (2002) aponta que as diferenças entre o conforto térmico em espaços abertos e fechados não estão restritas aos aspectos psicológicos, que também envolvem diferenças termofisiológicas relacionadas ao tempo de exposição às condicionantes climáticas.

2.3.4 Fatores socioculturais

As diferentes culturas desenvolveram-se conforme as regiões geográficas e os climas distintos (HIRASHIMA, 2010). Eisler, Eisler e Yoshida (2003) aponta que a cultura é constituída por elementos que proporcionam um padrão para aqueles que fazem parte de uma determinada cultura, seja quanto à percepção, crenças, avaliação, comunicação e atitudes, dado o compartilhamento de idioma, época e/ou região geográfica. As diferenças culturais acarretam em ações e crenças distintas quanto à natureza e ao meio ambiente. A cultura é um fator interferente na percepção da ecologia humana (EISLER; EISLER; YOSHIDA, 2003).

No estudo desenvolvido por Eisler Eisler e Yoshida (2003) foram investigadas as diferenças e semelhanças de atitudes e crenças quanto à natureza e ao meio ambiente e a percepção de fatores de risco, entre as culturas da Alemanha, Estados Unidos, Japão e Suécia. A cultura de cada grupo influenciou nas atitudes, crenças, opiniões, conhecimento e comportamento em relação à natureza e ao meio ambiente (EISLER; EISLER; YOSHIDA, 2003).

O estudo desenvolvido por Knez e Thorsson (2006) utilizou o intervalo considerado confortável do índice PET (entre 18°C e 23°C) para analisar a influência da cultura e atitude ambiental dos indivíduos na avaliação térmica, emocional e perceptiva de uma praça. Os autores acreditavam que indivíduos com culturas e atitudes ambientais distintas iriam avaliar psicologicamente de maneira distinta o local, que apresentava condições térmicas semelhantes. Os participantes japoneses apontaram as condições climáticas como mais quente, em comparação aos participantes suecos, e sentiram menor conforto térmico, apesar dos participantes dos dois países demonstrarem semelhante percepção térmica quanto aos espaços externos, considerando o índice PET (KNEZ; THORSSON, 2006). Já os participantes suecos se sentiram mais alegres e tranquilos e consideraram o local mais bonito e agradável do que o apontado pelos japoneses (KNEZ; THORSSON, 2006). Os autores observaram que aspectos psicológicos baseados em fatores socioculturais podem influenciar na avaliação térmica, emocional e perceptiva de um espaço, ao contrário de ser caracterizada por um índice térmico baseado com modelos fisiológicos de balanço de calor. Knez e Thorsson (2006) apontam que para a aplicação de índices de conforto térmico em diferentes regiões climáticas e culturais devem ser realizadas adaptações, de modo a considerar os processos psicológicos envolvidos na avaliação do ambiente, sendo que os índices térmicos não podem ser aplicados e apropriados na ausência dessas considerações.

2.4 Conforto adaptativo

O ser humano é biologicamente parecido em qualquer lugar do mundo, apesar dos climas e localidades distintas, o indivíduo dispõe da capacidade de se adaptar às diferentes condicionantes climáticas, seja através de vestimenta, comportamento, arquitetura, tecnologia. O corpo humano é um sistema termodinâmico, que constantemente realiza trocas de calor com o ambiente, sendo que é influenciado pelos mecanismos de adaptação fisiológica, condicionantes climáticas e aspectos individuais (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

Dois abordagens conceituam a definição de conforto térmico, uma delas é a abordagem estática e a outra consiste na abordagem adaptativa (DE DEAR *et al.*, 2013). O ser humano é considerado um receptor passivo do ambiente térmico na abordagem estática, sendo que na adaptativa, o indivíduo é considerado um agente

ativo, que realiza interações com o ambiente no qual está inserido em resposta às suas sensações e preferências térmicas (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

O modelo estático utiliza como base os experimentos realizados em câmaras controladas, como os estudos desenvolvidos por Fanger, em 1970, na Dinamarca. O modelo adaptativo utiliza dados coletados em pesquisas de campo, nas quais são consideradas as situações reais em que as pessoas desenvolvem atividades rotineiras. O modelo adaptativo foi proposto inicialmente por Michael Humphreys (1979), a partir da avaliação da sensação térmica verificada em espaços reais. No modelo adaptativo, diferentemente do modelo estático, o indivíduo é tido como um elemento integral do sistema de conforto, que interfere de maneira ativa no ambiente a fim de buscar melhorias nas condições térmicas do espaço (DE DEAR *et al.*, 2013). Segundo Lamberts *et al.* (2014b), o objetivo das duas abordagens é o mesmo, ambas visam identificar maneiras que geram maior satisfação para o indivíduo em relação às sensações térmicas.

Um abrangente estudo foi realizado para a elaboração de um modelo de conforto adaptativo, em que foram utilizados dados coletados em diferentes localidades, como países situados na América, Ásia, Europa e Oceania, desenvolvido por De Dear e Brager (1998) para a ASHRAE. Em torno de 21.000 dados compuseram a amostra e os processos adaptativos foram classificados em três categorias relativas a aspectos comportamentais, fisiológicos e psicológicos (DE DEAR; BRAGER, 1998). A categoria comportamental envolve fatores pessoais, tecnológicos ou ambientais e culturais, os fisiológicos se referem à adaptação genética e aclimatação, e os psicológicos envolvem a experiência e a expectativa do indivíduo. Este estudo possibilitou o controle de qualidade e a padronização dos dados coletados nas pesquisas de campo realizadas ao redor do mundo (LAMBERTS *et al.*, 2014b).

Hirashima (2010) observa que, na maioria dos estudos de conforto térmico realizados em espaços abertos, são utilizados modelos estritamente fisiológicos para determinação da satisfação térmica, sendo consideradas as condicionantes climáticas, a atividade física desempenhada e a vestimenta utilizada pelo usuário. No estudo desenvolvido por Nikolopoulou, Lykoudis e Kikira (2004), foi constatado, através dos trabalhos realizados em campo, que a abordagem que considera apenas o aspecto fisiológico é incapaz de caracterizar adequadamente as condições de conforto térmico nos espaços abertos. Estudos desenvolvidos denotam que o conforto térmico não é explicado adequadamente quando é considerado apenas o balanço

térmico do corpo humano ou parâmetros climáticos, já que os aspectos psicológicos e comportamentais influenciam na avaliação do conforto térmico (DE DEAR; BRAGER, 1998; NIKOLOPOULOU; BAKER; STEEMERS, 2001; NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003; NIKOLOPOULOU; LYKOUDIS; KIKIRA, 2004).

Os fatores relacionados ao contexto são denominados como adaptação térmica. O termo adaptação consiste na gradual redução da resposta do organismo do indivíduo a um estímulo, ao qual ele é exposto, frequentemente, compreendendo todos os processos que adequam a sobrevivência no meio em questão (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003). Os estudos de Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) consistem em um dos primeiros trabalhos em que foi observada a adaptação em espaços abertos.

Os estudos a respeito da oportunidade adaptativa elucidam os motivos pelos quais as respostas aos níveis fisiológicos diferem tanto da resposta real, explicando as razões pelas quais os indivíduos se sentem confortáveis em circunstâncias nas quais é esperado, do ponto de vista técnico, que haja desconforto por frio ou por calor. Segundo Nikolopoulou e Steemers (2003), o grau de adaptação dos indivíduos ao ambiente pode ser classificado em três categorias principais, são elas: adaptação física, adaptação fisiológica e adaptação psicológica.

As adaptações físicas envolvem todas as alterações realizadas por um indivíduo para que ele se ajuste ao ambiente em que ele se encontra ou para adequar este espaço conforme suas necessidades (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003).

As adaptações fisiológicas correspondem às alterações nas respostas fisiológicas que são resultantes da exposição repetida a um estímulo, que ocasiona na redução gradual do estresse ocasionado por essa exposição (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003). Ao considerar o contexto do espaço térmico, este aspecto é denominado como aclimatação fisiológica.

A adaptação psicológica está relacionada com a percepção individual a respeito do ambiente. A resposta de cada indivíduo não é diretamente relacionada com a intensidade do estímulo físico ao qual o indivíduo está submetido, mas a resposta humana está relacionada com as informações sensoriais em uma dada situação (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003). Os fatores psicológicos compreendem as percepções e reações das pessoas, sendo que influenciam na percepção de conforto térmico dos espaços e nas alterações que acontecem neste local. A adaptação psicológica é dividida nas categorias naturalidade, expectativas, experiência, tempo

de exposição, percepção de controle e estímulo ambiental (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003).

A naturalidade corresponde aos ambientes livres de artificialidades, sendo que é observado que são aceitas amplas alterações no espaço físico, desde que estas mudanças tenham relação direta ou que sejam relativas às condições naturais. As expectativas estão relacionadas a ideia do que o indivíduo espera do ambiente, sendo que é um aspecto que influencia muito na percepção de cada um.

A experiência pode ser considerada como de curto ou longo prazo, sendo que este aspecto influencia a expectativa do indivíduo. A experiência de curto prazo é responsável pelas alterações de expectativa em um espaço de tempo cronologicamente pequeno, como de um dia para o outro, deste modo, este aspecto está relacionado com a memória recente. A experiência de longo prazo se refere aos esquemas mentais pessoais e estas estruturas determinam as ações realizadas frente às diferentes circunstâncias. A alteração da vestimenta ou a ingestão de um alimento consistem em exemplos de escolhas realizadas a partir da experiência de longo prazo para que se adapte da maneira melhor às condicionantes climáticas presentes no ambiente.

O tempo de exposição corresponde ao período no qual o indivíduo é exposto a uma situação de desconforto, sendo que não é observado de maneira negativa quando se sabe que esta exposição é de curta duração. Este fator é de extrema importância para os espaços externos, por influenciar no tempo de permanência de um indivíduo em um determinado local.

A percepção de controle está relacionada com o nível de controle que os indivíduos possuem sobre o ambiente em que estão. As pessoas toleram grandes variações das condições climáticas em um ambiente quando possuem um alto grau de controle sobre esse espaço, isso acarreta na redução das respostas emocionais negativas em relação à fonte do desconforto. Quando as pessoas estão de maneira consciente expostas a determinadas condicionantes climáticas, elas são mais tolerantes a este ambiente térmico, já que é uma escolha individual estar ou deixar este local. Em situações nas quais as pessoas estão em um ambiente por alguma necessidade, seja por estarem à espera de alguém ou por aguardarem o transporte público, são menos tolerantes às condições climáticas presentes. Nikolopoulou (2004) observa que a liberdade de opções que possam ser escolhidas pelo indivíduo é de

grande importância nos espaços externos e a percepção de controle gera maior influência nas respostas quanto a percepção e sensação térmica.

O estímulo ambiental consiste em um importante mecanismo para os espaços abertos, nos quais o ambiente denota poucas restrições térmicas (NIKOLOPOULOU, 2004). A condição de conforto térmico é identificada como aquela na qual os indivíduos não sintam desconforto ocasionado por frio nem por calor, em que há neutralidade térmica. Hirashima (2010) aponta que estudos revelam que o estímulo do ambiente consiste no principal motivo para que as pessoas visitem os espaços abertos, se sentem ao ar livre, sendo que esses locais são descritos como agradáveis pelas pessoas. Ambientes dinâmicos tendem a ser mais preferíveis ao invés de espaços fixos, já que os ambientes estáticos podem se tornar intoleráveis.

Os fatores que compõem a adaptação psicológica que influenciam no conforto térmico nos espaços externos são numericamente maiores que o verificado para os ambientes fechados. Lucchese (2016) observa que estes fatores distintos são consequência da dinamicidade e da variabilidade das condicionantes dos espaços abertos, como os aspectos espaciais, climáticos e temporais. De Dear e Brager (1998) apontam que a expectativa, a experiência e a percepção de controle são fatores observados na adaptação psicológica nos ambientes fechados. Como já apresentado, Nikolopoulou e Steemers (2003) observam que a adaptação psicológica nos espaços externos é constituída pelos aspectos naturalidade, tempo de exposição e estímulo ambiental, além daqueles mencionados na adaptação psicológica nos ambientes fechados.

A compreensão dos aspectos de adaptação e a relação entre estes parâmetros é fundamental para que as condições de conforto sejam avaliadas adequadamente, além de auxiliarem no processo de decisões referentes às áreas abertas e planejamento urbano (NIKOLOPOULOU, 2004). As adaptações físicas e psicológicas são complementares, sendo que essa consideração pode auxiliar na proposição dos espaços abertos.

As mudanças de estações ao longo do ano acarretam na alteração do conforto térmico, este exemplo está relacionado com os fatores de adaptação psicológica, como as expectativas e experiências do indivíduo, sendo assim, a variação do conforto térmico é fruto da adaptação térmica dos indivíduos (LIN; DE DEAR; HWANG, 2011). Os estudos realizados por Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) e Lin, De Dear e Hwang (2011), realizados, respectivamente, no Reino Unido e em

Taiwan confirmam que a variação sazonal do conforto térmico sofre influência da adaptação térmica.

2.5 Tempo de exposição

O período de exposição de um indivíduo às condicionantes climáticas de um ambiente varia conforme os usos, motivos e necessidades dos usuários. As diferenças quanto à utilização e motivo do uso dos ambientes fechados e abertos envolve, entre outros aspectos, as vestimentas usadas e as atividades físicas desempenhadas, mas a principal divergência está relacionada ao tempo de permanência da pessoa em dado local (HIRASHIMA, 2010).

Höppe (1999) observa que em muitas situações, quando considerados os espaços externos, o tempo de exposição é em torno de minutos, mas quanto aos ambientes internos, este período de permanência do indivíduo às condicionantes climáticas corresponde ao período de algumas horas. A avaliação térmica do usuário pode influenciar no tempo de exposição às condições climáticas de um ambiente.

Hirashima (2010) observa que um fator importante para o balanço termofisiológico é o tempo de exposição às diferentes condicionantes climáticas. O tempo de exposição está relacionado a história térmica do usuário.

2.6 Fator de visão do céu (FVC)

O clima urbano é consequência da atuação de diferentes variáveis, sendo que o fator de visão do céu constitui um desses elementos (MINELLA; ROSSI; KRÜGER, 2009). O fator de visão do céu (FVC), em inglês SVF (*Sky View Factor*), desempenha um papel importante na relação entre a climatologia urbana e as variações espaciais que acontecem (MORAES *et al.*, 2018). Theeuwes *et al.* (2017) e Middel *et al.* (2018) apontam que a parcela de céu visível demonstra a geometria e a densidade construtiva de um local.

O FVC indica o espaço acessível à radiação solar em um determinado local, decorrente das obstruções do céu no ponto de análise, sendo relevante para o potencial de resfriamento das áreas urbanas. Conforme Souza *et al.* (2010), o céu é um fator fundamental no balanço energético, sendo que o resfriamento da superfície terrestre está relacionado com a parcela de céu visível presente no local analisado.

Ribeiro, Fidelis e Carvalho (2008) apontam que este indicador interfere no estresse térmico diurno, dada a relação com a capacidade de acesso de radiação solar direta.

Segundo Oke (2005), o FVC consiste em um indicador adimensional que é empregado para apontar, a partir de um determinado local de observação, a relação entre a área visível do céu e a parcela do céu que é obstruída, considerando o mesmo ponto de visualização. O fator de visão do céu constitui o meio mais adequado para a análise da geometria e radiação de um local (OKE, 1981).

O FVC varia entre 0 a 1. O valor corresponde a 1 quando o céu está totalmente desimpedido, ou seja, quando não há obstruções entre o local analisado e o céu, ele está aberto em totalidade (MINELLA; ROSSI; KRÜGER, 2009). Os valores menores do que 1 denotam que há uma parcela do céu obstruída, sendo que o valor de FVC aponta a parcela do céu que está visível. Os valores mais próximos ao 0 denotam a existência maior de obstruções no céu, sendo menor a parcela visível do céu.

A determinação dos valores deste parâmetro pode ocorrer por meios como o analítico e o fotográfico, como a utilização de softwares e o uso de dados em conjunto com o Sistema de Informações Geográficas (SIG) (MINELLA, 2009). O *software RayMan*, desenvolvido por Matzarakis, Rutz e Mayer (2007b), dispõe de recursos para calcular o fator de visão do céu do ponto que se deseja analisar através da inserção de fotografias realizadas com uma lente olho de peixe. Este processo foi utilizado em diferentes estudos, como nos trabalhos desenvolvidos por Minella (2009), Lin *et al.* (2012), Silva e Alvarez (2015), Lucchese (2016) e Ribeiro (2019).

2.7 Índices de conforto térmico

Diferentes índices são empregados para estimar os níveis de estresse térmico das pessoas e para auxiliar na compreensão da percepção térmica humana nos espaços em que estão inseridos. Conforme Frota e Schiffer (2001), com o desenvolvimento de estudos que buscassem a determinação das condições de conforto térmico e dos níveis de conforto ou desconforto por frio ou por calor, considerando que esses elementos apresentam variações e podem acarretar em respostas semelhantes, ocorreu o desenvolvimento dos índices térmicos. O surgimento dos índices térmicos foi originado pela necessidade de quantificar e englobar em um elemento o efeito das variáveis que interferem no conforto térmico sobre o corpo do indivíduo (ANDRADE, 1998).

Atualmente há uma ampla quantidade de índices que são utilizados para avaliar e expressar, em termos quantitativos, o nível de estresse térmico humano. Esses modelos são baseados no balanço de calor que acontece entre o corpo e o ambiente no qual ele se encontra.

Lucchese (2016) aponta que os índices térmicos constituem um instrumento que auxiliam na concepção de projetos, já que proporcionam a avaliação de maneira objetiva do espaço térmico. Krüger *et al.* (2018) consideram que os índices térmicos consistem em uma maneira de avaliar o conforto térmico e as condicionantes climáticas em um dado local, sendo uma ferramenta importante no planejamento urbano. Baltazar (2010) afirma que o uso de índices possibilita avaliar melhor os efeitos do clima na sensação e no conforto térmico. Os índices de conforto térmico visam expressar em um parâmetro as variáveis que influenciam no conforto térmico, sendo que podem ser classificados como índices biofísicos, índices fisiológicos ou índices subjetivos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Os índices Voto Médio Predito – PMV – (FANGER, 1970; ISO 7730, 2005), Temperatura Fisiológica Equivalente – PET – (MAYER; HÖPPE, 1987) e Índice Termo-Climático Universal – UTCI – (ISO, 2003) são bastante empregados em estudos realizados em espaços abertos.

São exemplos de outros índices desenvolvidos: Capacidade de Armazenamento – PSI, por De Freitas (1990), Fórmula de Conforto – COMFA, desenvolvido por Brown e Gillespie (1995), Temperatura Padrão Exterior Efetiva – OUT_SET*, desenvolvido por Pickup e De Dear (2000), Sensação Térmica – ST, por Givoni e Noguchi (2004), Voto de Sensação Térmica Real – ASV, por Nikolopoulou, Lykoudis e Kikira (2004), Temperatura Equivalente Percebida – TEP, desenvolvido por Monteiro e Alucci (2010) e a Sensação de Conforto Térmico – Y_{DS} , por Sangkertadi e Syafrini (2014).

Segundo Lucchese (2016), o índice térmico PMV consiste no parâmetro mais utilizado, sendo que foi desenvolvido originalmente para a avaliação de ambientes internos. O estudo realizado por Cheng *et al.* (2011) constata que a utilização deste índice denota imprecisões quando utilizado em ambientes externos dinâmicos. Este índice é calculado a partir das variáveis temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa, velocidade do ar, taxa metabólica e isolamento térmico da vestimenta. O PMV é expresso numericamente através da escala de sete pontos que

apresenta variação entre -3 e +3, que corresponde, respectivamente, a muito frio e muito calor. Este índice está presente na norma ISO 7730 (ISO, 2005).

A Temperatura Fisiológica Equivalente é um índice térmico baseado no modelo de equilíbrio térmico do corpo humano, denominado MEMI (HÖPPE, 1999). O índice PET será retratado no item 2.11.

O índice UTCI foi desenvolvido pela Sociedade Internacional de Biometeorologia em 2002. Conforme Jendritzky, De Dear e Havenith (2012), o UTCI foi criado a partir dos progressos científicos em relação à modelagem termo-fisiológica e visou a concepção de um padrão internacional. Este índice considera a interação da temperatura ambiente, velocidade do ar, umidade, fluxos de calor radiante e as ondas curtas e longas, sendo que busca avaliar as condicionantes térmicas no ar livre (BRÖDE *et al.*, 2012). O UTCI consiste em uma temperatura equivalente, que considera um indivíduo caminhando a 4 km/h com vestimentas adequadas, umidade relativa de 50%, temperatura radiante média equivalente à temperatura do ar e ausência de vento (BRÖDE *et al.*, 2012).

2.7.1 Modelo MEMI

A biometeorologia humana urbana consiste no estudo que considera o impacto dos efeitos do tempo, clima e poluição do ar sobre o organismo humano (MAYER, 1993). Foram iniciados os estudos acerca da modelagem do balanço térmico na biometeorologia humana com trabalho desenvolvido por Fanger (1970). Höppe (1993) observa que a partir dos estudos realizados por Fanger, muitos trabalhos foram desenvolvidos sobre os modelos de balanço de calor do corpo humano.

A equação de conforto proposta por Fanger (1970) consiste em um dos primeiros modelos de balanço térmico, sendo desenvolvida para o cálculo dos parâmetros Voto Médio Preditado (PMV) e Porcentagem Preditada de Insatisfeitos (*Predicted Percentage Dissatisfied* – PPD). Höppe (1999) observa que estes índices visavam auxiliar na concepção de espaços internos confortáveis em termos térmicos.

No modelo desenvolvido por Jendritzky, Sönning e Swantes (1979) foram considerados aspectos de radiação que interferem nos espaços externos e foram determinados os parâmetros necessários. Estes estudos resultaram na concepção do Modelo Climáticos de Michel (*Klima Michel Model*), determinado por Jendritzky, Sönning e Swantes (1979).

Hirashima (2014) observa que modelos que permitem prever valores reais das variáveis térmicas do corpo do indivíduo são mais aplicáveis. Para verificar aspectos térmicos do corpo humano devem ser considerados os processos termorregulatórios (HÖPPE, 1993).

O Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos (*Munich Energy-balance Model for Individuals* – MEMI) consiste em um modelo de balanço termofisiológico de estado estacionário (MAYER; HÖPPE, 1987). No MEMI estão considerados mecanismos termorregulatórios humanos, como a dilatação e a contração dos vasos sanguíneos periféricos (MAYER; HÖPPE, 1987). Ali-Toudert (2005) aponta que o MEMI considera as camadas do centro do corpo, da pele e da vestimenta de modo distinto, o que possibilita calcular separadamente as áreas cobertas e descobertas pela vestimenta. Este modelo é a base para o cálculo do índice Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) (HÖPPE, 1999).

O MEMI está baseado na equação de balanço de energia do corpo humano e em alguns aspectos do modelo de dois nós estabelecido por Gagge, Stolwijk e Nishi (1972). O modelo de dois nós considera de maneira separada o calor acumulado na pele e o calor acumulado no centro do corpo, que difere do modelo de um nó, no qual é considerado o acumulado no corpo como um todo. Monteiro (2008) observa que as diferenças entre os modelos estabelecidos por Gagge, Stolwijk e Nishi (1972) e Höppe (1999) consistem na maneira de calcular a taxa de suor regulatório e os fluxos de calor, como já mencionado, no MEMI são consideradas as partes do corpo cobertas e descobertas pela vestimenta.

Há termos da equação de balanço de energia do corpo humano que dependem da temperatura média da superfície vestida, da temperatura média da pele e da taxa de suor, sendo que estes aspectos são influenciados pelas condicionantes ambientais. O fluxo de calor decorrente da evaporação do suor é caracterizado pelo termo E_{sw} , sendo que o cálculo deste elemento é baseado na taxa de suor fisiológico. Höppe (1999) aponta que a taxa de suor fisiológico é influenciada pela temperatura do corpo que, por sua vez, sofre interferência das condicionantes ambientais e da atividade física desempenhada.

Para a resolução da equação do balanço de energia do corpo humano, primeiramente, devem ser determinadas as variáveis temperatura do centro do corpo (T_c), temperatura média da pele (T_{sk}) e temperatura média da superfície da roupa (T_{cl}) (HÖPPE, 1999). Duas equações são necessárias para que a determinação

destas variáveis desconhecidas, deste modo, elas complementam a Equação 1, referente ao balanço termofisiológico do corpo humano, apresentada no item 2.2.2. A Equação 3 descreve o fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele (F_{CS}), já a Equação 4 representa o fluxo de calor da superfície da pele através da camada da vestimenta para a superfície externa da mesma (F_{SC}). A seguir são apresentadas as Equações 3 e 4:

$$F_{CS} = V_b \times \rho_b \times C_b \times (T_C - T_{SK}) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

F_{CS} = fluxo de calor do centro do corpo para a superfície da pele, em W/m^2 ;

V_b = fluxo sanguíneo do centro do corpo para a pele (dependente das temperaturas da pele e do centro do corpo, respectivamente T_C e T_{SK}), expressa em $1s^{-1}m^{-2}$;

ρ_b = densidade do sangue, em kg/L ;

C_b = calor específico do sangue, em $WsK^{-1}kg^{-1}$.

$$F_{SC} = (1/I_{cl}) \times (T_C - T_{SK}) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

F_{SC} = fluxo de calor da superfície da pele através da vestimenta para a superfície externa da mesma, em W/m^2 ;

I_{cl} = resistência térmica da vestimenta, em $K m^2 W^{-1}$;

T_C = Temperatura do centro do corpo, em $^{\circ}C$;

T_{SK} = Temperatura média da pele, em $^{\circ}C$.

Através da resolução das três equações apresentadas são determinados os valores da temperatura do centro do corpo (T_C), da temperatura média da pele (T_{SK}) e da temperatura média da superfície da roupa (T_{Cl}). Deste modo, a partir da solução destas três equações associadas às considerações termofisiológicas é possível a determinação, para qualquer conjunto de condições climáticas, atividade física desempenhada e vestimentas utilizadas, o estado térmico do corpo do indivíduo. As temperaturas corporais, o fluxo de calor e a taxa de suor caracterizam o estado térmico resultante do corpo. Hirashima (2010) observa que o MEMI dispõe da base para a realização de uma avaliação termofisiológica relevante do componente térmico do clima.

2.7.2 Índice de conforto térmico PET

Segundo Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999), o índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) é muito adequado para a avaliação biometeorológica humana das condições térmicas de climas distintos e, considerando que é baseado no balanço de energia do corpo humano, é reproduzível e termosiológicamente significativo. Höppe (1999) aponta que o PET pode ser utilizado para avaliar as condições de frio e calor ao longo do ano. O índice PET pode ser empregado para a avaliação de diferentes ambientes térmicos, para quantificar os efeitos de um ambiente térmico que sofreu alterações, como o emprego de diferentes tipos de vegetação ou o aumento de áreas verdes arborizadas, além de ser utilizado para a concepção de mapas bioclimáticos para cidades, que podem auxiliar no planejamento urbano (MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999).

O PET é recomendado pela Associação Alemã de Engenheiros (*Verein Deutscher Ingenieure – VDI*) e compõem os regulamentos para o planejamento urbano e regional sensíveis ao clima (MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999; HÖPPE, 1999; KRÜGER *et al.*, 2018). Matuschek e Matzarakis (2011) apontam que o índice PET foi utilizado em trabalhos desenvolvidos em localidades e climas distintos, para a análise e estudos bioclimáticos urbanos e mapas bioclimáticos de diversas zonas geográficas. Diversos estudos utilizam o índice PET para realizar a análise da influência do desenho urbano na sensação térmica, como os trabalhos desenvolvidos por Ali-Toudert e Mayer (2006), Johansson (2006), Johansson e Emmanuel (2006), Ali-Toudert e Mayer (2007) Thorsson *et al.* (2007), França e Barbirato (2011), Cohen, Potchter e Matzarakis (2013), Pearlmutter, Jiao e Garb (2014), Huang *et al.* (2017) e Potchter *et al.* (2018). O PET é um dos índices térmicos mais importantes para análise das condicionantes térmicas bioclimáticas em espaços urbanos (RIBEIRO, 2019). Estudos realizados por Cheng *et al.* (2011), Lin *et al.* (2012), Gómez *et al.* (2013), Ketterer e Matzarakis (2014) reconhecem a importância deste índice na avaliação do conforto térmico em espaços abertos, assim como confirmaram sua precisão. Cohen, Potchter e Matzarakis (2013), Hirashima, Assis e Nikolopoulou (2016), Salata *et al.* (2016), Krüger, Rossi e Drach (2017), Krüger *et al.* (2018) observam que este índice térmico é amplamente empregado na literatura relevante.

O PET utiliza como base para cálculo o MEMI, sendo que o PET consiste em objeto de estudo desta pesquisa. O índice PET foi estabelecido por Helmut Mayer e Peter Höppe em 1987 (MAYER; HÖPPE, 1987). Matzarakis, Blazejczyk e Amelung (2007a) observam que índices térmicos com base no balanço térmico do corpo humano proporcionam que seja realizada uma análise mais detalhada da relação entre as condicionantes climáticas do espaço e a percepção térmica do indivíduo. O PET é definido como a temperatura equivalente fisiológica para qualquer ambiente que seja considerado, seja um ambiente interno ou externo, que equivale à temperatura do ar para uma situação típica de um ambiente interno, no qual o balanço térmico do corpo humano é mantido conforme as temperaturas do centro do corpo e da pele iguais às existentes sob o cenário avaliado (HÖPPE, 1999). O PET aponta os níveis de estresse térmico para frio, para calor e para conforto ocasionados pelo ambiente térmico por meio do balanço de energia do corpo humano.

São feitas as seguintes suposições para o cenário interno de referência:

- temperatura radiante média igual à temperatura do ar ($T_{rm} = T_a$);
- velocidade do ar igual a 0,1 m/s ($v = 0,1$ m/s); e,
- pressão parcial de vapor de água do ar igual a 12 hPa (equivale aproximadamente à umidade relativa de 50% a temperatura do ar igual a 20°C).

São considerados os seguintes aspectos para o indivíduo no ambiente interno de referência:

- Metabolismo correspondente a atividade leve (80 W), somado ao metabolismo basal (34 W), sendo $M = 114$ W; e,
- Resistência térmica da vestimenta igual a 0,90 clo.

Höppe (1999) aponta que o procedimento para o cálculo da Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) é constituído pelas etapas descritas a seguir:

- Cálculo das condições térmicas do corpo, como temperatura da pele (T_{sk}) e temperatura do centro do corpo (T_c), por meio das equações estabelecidas pelo MEMI, considerando uma combinação de aspectos meteorológicos e individuais;
- Inserção dos resultados calculados de temperatura da pele e temperatura do centro do corpo no modelo MEMI e resolução do sistema de equações

para a determinação da respectiva temperatura do ar (T_a), considerando $v = 0,1$ m/s, $VP = 12$ hPa, $T_{rm} = T_a$, $M = 114$ W e $I_{cl} = 0,90$ clo; e,

- Cálculo da temperatura do ar resultante que é o PET.

Para a determinação do PET, é necessário que os fatores climáticos relevantes para o balanço térmico do corpo humano sejam aferidos a uma altura, em termos biometeorológicos, significativa para o ser humano, como, por exemplo, a 1,10 m acima do solo, que equivale aproximadamente à altura média do centro gravitacional de um indivíduo europeu em pé (MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999; HIRASHIMA, 2010). Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999) apontam que a temperatura do ar, a pressão de vapor de água no ar, a velocidade do ar e a temperatura radiante média consistem nos principais aspectos meteorológicos que influenciam no balanço térmico do corpo humano.

Höppe (1999) aponta que a utilização de valores constantes no cálculo do PET, quanto aos aspectos de vestimenta e atividade física, foi feita de forma que, independentemente do comportamento do indivíduo, o índice seja determinado. Höppe (1999) ainda observa que isso não restringe a aplicabilidade do PET, considerando que a variação da vestimenta e da atividade física, caso sejam variadas igualmente no espaço externo e no ambiente climático interno de referência, não ocasiona alterações relevantes nos valores de PET.

O índice PET descreve o ambiente térmico de uma maneira térmica e fisiologicamente ponderada e possibilita que qualquer indivíduo tenha condições de avaliar o componente térmico do clima considerando sua própria experiência (HÖPPE, 1999). O PET é definido como um índice climático que considera a influência das variáveis climáticas termofisiologicamente relevantes e avalia o efeito real desses parâmetros sobre os processos de regulação e estado térmico do corpo (HÖPPE, 1999). Para a avaliação de um ambiente térmico o PET pode ser utilizado como base e deve ser ajustado para os aspectos subjetivos quanto a vestimenta e atividade física desempenhada, sendo mais apropriado do que outros índices térmicos tradicionais, dado seu embasamento termofisiológico (HÖPPE, 1999).

O índice PET é calculado a partir de variáveis climáticas e considera as variáveis pessoais. Os fatores climáticos consistem na temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar e temperatura radiante média. Os aspectos individuais correspondem a taxa metabólica, isolamento térmico da vestimenta, sexo biológico, idade, altura e massa corporal. Os valores de PET são expressos em graus Celsius

(°C). Krüger *et al.* (2018) observam que as variáveis climáticas utilizadas para o PET são as mesmas usadas para outros índices, o que possibilita análises comparativas.

A faixa de conforto térmico original prevista pelos desenvolvedores do índice PET apresenta variação entre 18°C a 23°C PET, originalmente, o índice não apresenta faixas de referência. Os intervalos do PMV foram relacionados aos intervalos do PET correspondentes, para a sensação térmica e o nível de estresse térmico do indivíduo, por Matzarakis e Mayer, em 1996 (MATZARAKIS; MAYER, 1996). Estes intervalos são apropriados apenas para os valores assumidos de produção de calor e resistência térmica da vestimenta (MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999). A relação entre a sensação térmica, os níveis de estresse térmico e os intervalos do PMV e do PET estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Sensação térmica e nível de estresse correlacionados com os índices PMV e PET

PMV	PET (°C)	Sensação térmica	Nível de estresse térmico
		Muito frio	Extremo estresse para o frio
-3,5	4		
		Frio	Forte estresse para o frio
-2,5	8		
		Pouco frio	Moderado estresse para o frio
-1,5	13		
		Levemente frio	Leve estresse para o frio
0,5	18		
		Confortável	Sem estresse térmico
0,5	23		
		Levemente calor	Leve estresse para o calor
1,5	29		
		Pouco calor	Moderado estresse para o calor
2,5	35		
		Calor	Forte estresse para o calor
3,5	41		
		Muito calor	Extremo estresse para o calor

Fonte: Adaptado de Matzarakis e Mayer (1996).

Matzarakis, Mayer e Iziomon (1999) ressaltam que as faixas de PET derivam do PMV que é baseado nos estudos realizados por Fanger (1970). Os autores questionam a validade dos intervalos de PMV ou PET para aplicação universal e apontam para a possibilidade de alteração destas faixas dada à percepção do indivíduo quanto ao ambiente térmico ou em decorrência das adaptações e alterações fisiológicas que acontecem nos processos de aclimação (MATZARAKIS; MAYER; IZIOMON, 1999).

2.7.2.1 Calibração do PET

Diferentes estudos utilizam distintos métodos de calibração do PET. Johansson *et al.* (2014) apontam que não há uma padronização nos métodos de análise do conforto térmico em áreas externas e que essa é uma demanda necessária a fim de garantir uma maneira mais adequada de comparações. Krüger *et al.* (2018) observam que a ausência de consenso entre os pesquisadores quanto a estratégia utilizada para a calibração do índice PET dificulta a realização de comparação entre os diferentes estudos. No estudo desenvolvido por Pantavou *et al.* (2014) foi realizada uma comparação entre métodos de calibração de índices de conforto térmico para os espaços abertos no clima mediterrâneo, foram aplicadas as regressões cúbica e linear e a análise Probit.

Krüger, Rossi e Drach (2017) calibraram o índice PET para três regiões climáticas diferentes pelo mesmo método e semelhante protocolo das atividades de campo. Os autores reforçam, assim como Johansson *et al.* (2014), a necessidade de padronização dos protocolos utilizados para a avaliação do conforto térmico em espaços abertos. A calibração do índice PET necessita considerar os fatores físicos, fisiológicos, além de considerar aspectos de adaptação às condicionantes climáticas locais (NINCE, 2013). A calibração de índices de conforto térmico em áreas abertas em localidades e climas distintos é relevante para expressar as preferências térmicas condizentes com os usuários desses locais (KRÜGER; ROSSI; DRACH, 2017). A realização de coletas de dados subjetivos possibilita averiguar os fatores de adaptação, que serão relacionados aos valores do índice térmico.

A regressão linear foi adotada para a calibração do índice PET nos estudos desenvolvidos por Kántor, Unger e Gulyas (2012), Kántor, Kovács e Takács (2016), Yang, Wong e Zhang (2013), Salata *et al.* (2016), Krüger, Rossi e Drach (2017), Ndetto e Matzarakis (2017), Rossi, Krüger e Drach (2017) e Callejas *et al.* (2020). A análise de frequência foi utilizada por Silva e Alvarez (2015) e Lucchese *et al.* (2016). Hirashima, Assis e Nikolopoulou (2016), Gobo, Galvani e Wollmann (2018) e Ribeiro (2019) empregaram a regressão ordinal para a calibração do índice PET. Monteiro (2008) calibrou o PET através do método interativo, com a variação dos limites de cada faixa interpretativa e os valores das respostas subjetivas de sensação térmica.

A calibração do PET através da regressão linear foi utilizada, devido a simplicidade para ser executada, por Rossi, Krüger e Drach (2017) para as cidades

de Curitiba e Rio de Janeiro. Neste estudo foi realizada a calibração do índice pela variação discreta de 1° C, na escala PET. Foi utilizado o método proposto por De Dear e Fountain (1994), em que os votos de sensação térmica foram agrupados e foi gerada a média para cada intervalo de 1°C PET. Para Curitiba foi possível a determinação do intervalo que não apresenta estresse térmico, já para o Rio de Janeiro foi possível apenas a determinação do limite superior desta faixa.

Para a cidade de Vitória – ES, a calibração do índice PET foi realizada por Silva e Alvarez (2015) por meio da análise de frequência. A partir dos valores de PET obtidos foi realizado o cruzamento com as respostas de sensação térmica e foi gerada uma tabela de frequências, na qual foi indicada a frequência relativa das respostas de sensação térmica em função dos valores de PET. As faixas de sensação térmica foram definidas pela observação dos percentuais predominantes, com a utilização da escala de sete pontos.

Para a calibração do PET realizada por Hirashima e Assis (2011) e Hirashima, Assis e Nikolopoulou (2016), para a cidade de Belo Horizonte – MG, foi utilizado o método de regressão ordinal. O estudo concluiu que, na maior parte do ano, a população demonstrou se sentir confortável com as condições climáticas verificadas para o município.

O método interativo foi utilizado por Monteiro (2008) para a calibração do índice PET para os espaços abertos da cidade de São Paulo. A calibração foi realizada por meio da variação dos limites de cada faixa interpretativa e os valores referentes às respostas subjetivas de sensação térmica, a fim de maximizar a correlação entre os valores das faixas e das respostas.

No estudo desenvolvido para os espaços abertos da cidade de Pelotas será empregada a regressão linear para a realização do procedimento de calibração do índice PET. O método adotado nesta pesquisa já foi amplamente empregado em diversos estudos, como aqueles já mencionados, para diferentes localidades, o que demonstra sua aplicabilidade e justifica sua utilização.

2.7.2.2 Estudos precedentes

São crescentes os estudos acerca do conforto térmico em espaços abertos. O PET foi aplicado pela primeira vez quanto à percepção e sensação térmica dos indivíduos em 2003, sendo que os estudos com a aplicação deste índice são

recorrentes desde 2006 (POTCHTER *et al.*, 2018). Salata *et al.* (2016) verificaram que há mais de 45 estudos realizados em diferentes localidades e culturas que apresentam grande diversidade climática, diferentes latitudes, longitudes, altitudes, sendo que também se diferenciam quanto ao período de monitoramento dos estudos, espaços públicos observados, período do dia monitorado, quantidade de votos, participantes, entre outros aspectos observados. Neste item, serão apresentadas as faixas de neutralidade térmica e as calibrações do índice térmico PET propostas para diferentes localidades.

No cenário internacional, o índice PET foi calibrado para diferentes regiões climáticas, como para o mediterrâneo, continental, tropical e temperado.

Lin e Matzarakis (2008) realizaram uma análise do clima no Sun Moon Lake, um dos destinos turísticos mais populares de Taiwan (clima Cwb). A faixa de conforto térmico calibrada apresenta variação entre 26° e 30°C PET e foi possível determinar os limites das demais categorias de estresse térmico (LIN e MATZARAKIS, 2008).

Katzschner (2010) utilizou o índice PET para calibrar as faixas de estresse térmico para o clima urbano de duas regiões climáticas distintas. A calibração do PET foi realizada para Hong Kong (clima Cfa) e para a Alemanha. Os dados coletados em Freiburg e Kassel foram utilizados para a calibração do índice para a Alemanha, sendo que o clima corresponde ao Cfb. As faixas neutras obtidas para Hong Kong e Alemanha apresentam, respectivamente, variação entre 12° e 30°C PET e 18° e 28°C PET (KATZSCHNER, 2010). Os intervalos calibrados para a Alemanha foram revisados no estudo desenvolvido por Hirashima *et al.* (2015, 2018), sendo que os mesmos valores determinados por Katzschner (2010) para a faixa neutra foram identificados.

O estudo desenvolvido por Mahmoud (2011) investigou o conforto térmico dos usuários de um parque urbano no Cairo (clima BWh) durante os meses quentes e frios. Para cada período (quente e frio) foi calibrada a faixa sem estresse térmico. O intervalo neutro identificado para o período frio e quente apresenta variação, respectivamente, entre 21° e 29°C PET e 22° e 30°C PET (MAHMOUD, 2011).

O estudo desenvolvido por Kariminia *et al.* (2011) identificou a faixa de neutralidade térmica para os espaços urbanos em região de clima temperado e seco, sendo que foi realizado em Isfahan (clima BWh). O intervalo considerado confortável varia entre 12,3° e 30,9°C PET (KARIMINIA *et al.*, 2011).

No estudo desenvolvido por Yang, Wong e Zhang (2013), foi realizada uma análise comparativa das condições de conforto térmico em espaços abertos em duas regiões climáticas distintas durante o período de verão. Cingapura e Changsha (na China) são as localidades de análise e apresentam, respectivamente, clima Af e Cfa. A faixa neutra para Cingapura varia entre 30° e 34°C PET (YANG; WONG; ZHANG, 2013). Para Changsha, para o período de verão, o intervalo neutro apresenta como limites inferior e superior, respectivamente, 24° e 31°C PET (YANG; WONG; ZHANG, 2013). Liu, Zhang e Deng (2016) realizaram um estudo em Changsha que envolveu um período de dois anos de monitoramento de dados e revisaram os valores calibrados para a faixa neutra. O intervalo que apresenta neutralidade varia entre 15° e 22°C PET (LIU; ZHANG; DENG, 2016).

A percepção térmica humana foi avaliada em relação aos espaços abertos urbanos no clima mediterrâneo no estudo realizado por Cohen, Potchter e Matzarakis (2013) na cidade de Tel Aviv (clima Csa). O estudo pôde determinar os limites de todas as categorias de sensação térmica. Os limites inferior e superior da faixa neutra correspondem, respectivamente, a 19° e 26°C PET (COHEN; POTCHTER; MATZARAKIS, 2013).

Para Tianjin (clima Cwa), na China, o índice PET foi calibrado por Lai *et al.* (2014). No estudo, a faixa de conforto térmico calibrada apresenta variação entre 11° e 24°C PET (LAI *et al.*, 2014). As categorias referentes ao estresse térmico ocasionado pelo frio não puderam ser determinadas.

O estudo desenvolvido por Salata *et al.* (2016) analisa o conforto térmico em áreas abertas na região do Mediterrâneo. O trabalho de campo foi realizado em Roma (clima Csa), ao longo de um ano, e o índice PET foi calibrado. A faixa considerada termicamente confortável tem variação entre 21° e 29°C PET (SALATA *et al.*, 2016). Neste estudo, nenhum limite das categorias extremo estresse para o frio e extremo estresse para o calor pôde ser determinado.

Middel *et al.* (2016) realizaram um estudo no Arizona (clima Dfa) e calibraram a faixa de conforto térmico para esta localidade. Os monitoramentos de dados ocorreram ao longo de um ano e o intervalo confortável apresenta variação entre 19,1° e 38,1°C PET (MIDDEL *et al.*, 2016).

Para a cidade de Glasgow, clima Cfb, a calibração do PET foi realizada por Krüger, Rossi e Drach (2017). Neste estudo, o índice PET foi calibrado para três diferentes regiões climáticas, sendo que o método de calibração foi o mesmo utilizado

nas três cidades e os protocolos dos trabalhos de campo foram similares. Além de Glasgow, as outras cidades apresentadas no estudo são Curitiba e Rio de Janeiro. O intervalo de conforto térmico calibrado para Glasgow compreende os valores entre 10° e 18°C PET (KRÜGER; ROSSI; DRACH, 2017).

A percepção e a adaptação térmica dos usuários dos espaços abertos em Daar es Salaam (clima Aw) foram avaliadas no estudo desenvolvido por Ndetto e Matzarakis (2017). A faixa de conforto térmico calibrada apresenta como limite inferior 23°C PET e o limite superior corresponde a 31°C PET (NDETTO e MATZARAKIS, 2017).

Na Tabela 4 estão apresentadas as calibrações do índice PET para as categorias de sensação térmica de alguns estudos realizados no cenário internacional.

Tabela 4 – Calibração do índice PET para localidades internacionais

Sensação térmica	Taiwan	Alemanha	Hong Kong	Cingapura	Tel Aviv	Glasgow	Roma
Muito frio	> 14	> 8	–	–	8 – 12	–	–
Frio	14 – 18	8 – 12	Menor 8	20 – 24	12 – 15	–	5 – 13
Pouco frio	18 – 26	13 – 17	9 – 12	24 – 30	15 – 19	1 – 10	13 – 21
Confortável	26 – 30	18 – 28	12 – 30	30 – 34	19 – 26	10 – 18	21 – 29
Pouco calor	30 – 34	29 – 34	30 – 34	34 – 38	26 – 28	18 – 27	29 – 37
Calor	34 – 38	35 – 38	34 – 38	38 – 42	28 – 34	–	37 – 45
Muito calor	38 – 42	>38	38 – 42	–	34 – 40	–	–

Fonte: (LIN; MATZARAKIS, 2008; KATZCHNER, 2010; YANG; WONG; ZHANG, 2013; COHEN; POTCHTER; MATZARAKIS, 2013; SALATA *et al.*, 2016; KRÜGER; ROSSI; DRACH, 2017)

No cenário brasileiro, o PET foi utilizado em estudos desenvolvidos em diferentes regiões climáticas, sendo que abrange os grupos tropical e temperado, como equatorial (Af), de monção (Am), de savana (Aw), subtropical úmido (Cfa) e oceânico temperado (Cfb). Conforme a classificação da NBR 15220-3 (2005), há estudos realizados nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 6, 7 e 8.

Monteiro (2008), calibrou o PET para os espaços abertos da cidade de São Paulo – SP, clima Cfa e zona bioclimática 3. Foi determinado pelo estudo que a faixa neutra apresenta variação entre 18° e 26°C PET.

A calibração do índice PET foi realizada por Hirashima (2010) para os espaços abertos da cidade de Belo Horizonte, que apresenta clima Aw e está localizada na zona bioclimática 3. Nesse estudo, não pôde ser determinada o limite inferior da faixa de conforto térmico, sendo que o valor do limite superior corresponde a 30,5°C PET.

Os valores referentes aos intervalos calibrados para Belo Horizonte foram revisados pelo estudo desenvolvido por Hirashima e Assis (2011) em que foi determinado que a faixa sem estresse térmico corresponde ao intervalo entre 15,5° e 30,5°C PET. Em 2016, com uma amostra maior, Hirashima, Assis e Nikolopoulou (2016) recalibraram o índice PET para Belo Horizonte. A faixa neutra determinada pelo estudo compreende o intervalo entre 19° e 27°C PET.

Silva e Alvarez (2015) realizaram a calibração do PET para a cidade de Vitória – ES, clima Aw e situada na zona bioclimática 8. A faixa determinada como sem estresse térmico apresenta variação entre 22° e 30°C PET (SILVA; ALVAREZ, 2015).

O estudo desenvolvido por Andrade *et al.* (2016) realizou medições em áreas públicas urbanas de Salvador – BA e calibrou o PET para a cidade. Salvador está situada na zona bioclimática 8 e apresenta clima Am. A calibração do índice não pôde determinar o limite inferior da faixa de conforto térmico devido à ausência de estresse térmico de frio, mas o limite superior foi estabelecido e corresponde a 26,8°C PET (ANDRADE *et al.*, 2016). Para que ocorra conforto térmico nos espaços abertos de Salvador é necessário que o valor de PET seja inferior a 26,8°C PET (ANDRADE *et al.*, 2016).

O conforto térmico dos usuários de uma praça pública de Campo Grande – MS, clima Aw e zona bioclimática 6, foi analisado por Lucchese *et al.* (2016). Índices térmicos foram utilizados e comparados entre eles quanto à habilidade preditiva. A calibração do PET apontou que a faixa sem estresse térmico para Campo Grande varia entre 21° e 27°C PET (LUCCHESE *et al.*, 2016).

A calibração do PET foi realizada para Curitiba – PR (clima Cfb e zona bioclimática 1) e Rio de Janeiro – RJ (clima Aw/Am e zona bioclimática 8) por Rossi, Krüger e Drach (2017). Para Curitiba foi determinado o intervalo da categoria de conforto térmico, mas para o Rio de Janeiro só foi possível a identificação do limite superior. A faixa de conforto térmico calibrada para Curitiba apresenta variação entre 13° e 25°C PET (ROSSI; KRÜGER; DRACH, 2017). O limite superior da faixa sem estresse térmico calibrada para o Rio de Janeiro corresponde a 22°C PET (ROSSI; KRÜGER; DRACH, 2017).

No estudo desenvolvido por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) foram aplicados índices térmicos e adaptadas as faixas de conforto térmico para a população de Santa Maria – RS (clima Cfa e zona bioclimática 2). A calibração do índice PET apontou que

a faixa de conforto térmico apresenta variação entre 16° e 24°C PET (GOBO, GALVANI; WOLLMANN, 2018).

Ribeiro (2019) calibrou o índice PET para os espaços abertos para a cidade de Cuiabá – MT, que apresenta clima Aw e está situada na zona bioclimática 7. A calibração verificou que a faixa de conforto térmico apresenta variação entre 23,01° e 34,64°C PET (RIBEIRO, 2019). Para a mesma localidade, o estudo desenvolvido por Callejas *et al.* (2020) também realizou a calibração do índice PET e identificou que a faixa de conforto térmico varia entre 24,1° e 30,6°C PET.

As calibrações do índice PET e os níveis de estresse térmicos determinados para as cidades de São Paulo, Curitiba, Santa Maria, Vitória e Belo Horizonte são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Calibração do índice PET para localidades situadas no Brasil

Sensação térmica	São Paulo	Curitiba	Santa Maria	Vitória	Belo Horizonte	Campo Grande
Muito frio	< 4	–	< 5	–	–	< 11
Frio	4 – 12	–	5 – 11	18 – 20	–	11 – 15
Pouco frio	12 – 18	–	11 – 16	20 – 22	–	15 – 21
Confortável	18 – 26	13 – 25	16 – 24	22 – 30	19 – 27	21 – 27
Pouco calor	26 – 31	25 – 37	24 – 30	30 – 34	–	27 – 32
Calor	31 – 43	37 –	30 – 39	34 – 46	–	> 32
Muito calor	> 43	–	> 39	> 46	–	–

Fonte: (MONTEIRO, 2008; ROSSI; KRÜGER; DRACH, 2017; GOBO; GALVANI; WOLLMANN, 2018; LUCCHESI *et al.*, 2016; HIRASHIMA; ASSIS; NIKOLOPOULOU, 2016; SILVA; ALVAREZ, 2015)

2.7.3 Percentual de insatisfeitos

O indivíduo pode se sentir insatisfeito com o ambiente térmico, que pode ser gerado pela sensação de desconforto por frio ou por calor. Esta sensação pode ocorrer em decorrência das diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o perdido por este para o ambiente. Há variações biológicas entre os indivíduos, que acarreta que seja pouco provável que a totalidade dos usuários de um ambiente, ao mesmo tempo, se sintam termicamente confortáveis.

O percentual de insatisfeitos trata da quantidade de usuários de um ambiente que estão insatisfeitos em relação às condicionantes térmicas. O percentual de pessoas insatisfeitas (*Predicted Percentage of Dissatisfied - PPD*) é derivado do PMV. O PPD está proposto na norma ISO 7730 (ISO, 2005). Lamberts *et al.* (2016) apontam

que o PPD indica a quantidade estimada que indivíduos que estão insatisfeitos com o ambiente, considerando o aspecto térmico.

Assim como o PMV, o PPD é determinado com base em um modelo matemático desenvolvido por Fanger (FANGER, 1970). O PPD é baseado no percentual de um grande grupo de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico que gostariam que as condições climáticas proporcionassem mais calor ou mais frio. Este índice é estabelecido a partir do percentual de votos na escala sétima de sensações correspondentes a +3, +2 ou -3, -2, que expressam que os usuários do espaço gostariam que estivesse mais quente ou mais frio. Através da Equação 5 ocorre a determinação do PPD:

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-[0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2]} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

PPD = percentual de indivíduos insatisfeitos com o ambiente térmico;

PMV = voto de sensação de conforto térmico.

2.8 Conforto térmico em espaços abertos

O estudo do conforto térmico em espaços abertos abrange aspectos e dificuldades que não são verificadas no estudo do conforto térmico em espaços fechados. Nas áreas abertas as pessoas são expostas a uma variabilidade das condicionantes ambientais, sendo que essas experiências não ocorrem nos ambientes fechados. Givoni *et al.* (2003) observam que as variações nas condições climáticas ocasionam estímulos ambientais que agradam aos usuários dos espaços abertos, sendo que esses estímulos constituem uma das razões pelas quais as pessoas utilizam os espaços ao ar livre.

Spagnolo e De Dear (2003) apontam três principais motivos para a preferência pelo desenvolvimento de estudos sobre conforto térmico em espaços fechados. As razões observadas apontam que a produtividade nos ambientes de trabalho está diretamente relacionada com o conforto térmico; a maioria das pesquisas a respeito do conforto térmico são realizadas em países desenvolvidos, sendo observado que os indivíduos tendem a ocuparem por um período de tempo maior os ambientes

fechados e outro fator consiste na dificuldade de identificar os responsáveis pelos espaços abertos.

A proposição de condições térmicas que proporcionem conforto térmico e satisfação aos usuários é importante, dada a dificuldade de controle térmico dos espaços abertos (HWANG; LIN; MATZARAKIS, 2009). Os espaços externos apresentam ampla variabilidade espacial, temporal e de atividades que podem ser desempenhadas nesses ambientes. O trabalho realizado por Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) consiste em um dos primeiros estudos que buscou compreender as condições de conforto térmico nos espaços abertos.

Diferentes estudos acerca do conforto térmico nos espaços abertos foram realizados no Brasil (MONTEIRO; ALUCCI, 2010; HIRASHIMA, 2010; SOUZA *et al.*, 2011; BRÖDE *et al.*, 2012; CARFAN; GALVANI; NERY, 2014; LUCCHESI *et al.*, 2016; KRÜGER *et al.*, 2018). No âmbito nacional, a maioria destes estudos avaliaram os aspectos físicos, fisiológicos e psicológicos. Em estudos internacionais, além dos elementos já mencionados, os aspectos comportamentais consistem em um fator também considerado (NIKOLOPOULOU; BAKER; STEEMERS, 2001; THORSSON; LINDQVIST; LINDQVIST, 2004; THORSSON *et al.*, 2006; LIN, 2009; LIN *et al.*, 2012; LIN *et al.*, 2013).

A realização de estudos de conforto térmico em espaços abertos possibilita compreender as condições térmicas dos ambientes externos e auxiliam para que sejam propostas áreas que dispõem de condições propícias ao conforto térmico dos usuários. Os estudos realizados por Nikolopoulou, Baker e Steemers (2001) e Thorsson, Lindqvist e Lindqvist (2004) constataram discrepâncias significativas entre a sensação de conforto observada pelos usuários e as condições previstas pelo índice PMV. Lin *et al.* (2012) observaram que áreas que dispõem de mais sombreamento são mais utilizadas pela população de Huwei, através da análise da correlação entre o FVC e a frequência de uso do espaço.

No estudo desenvolvido por Monteiro e Alucci (2010) foi proposto o índice TEP, que consiste em um modelo adaptativo de predição de sensação térmica para espaços abertos. O estudo de Hirashima (2010) calibrou os níveis de conforto térmico para o índice PET para a cidade de Belo Horizonte. No trabalho desenvolvido por Carfan, Galvani e Nery (2014) identificaram que superfícies asfaltadas e superfícies gramadas proporcionam, respectivamente, condições muito desfavoráveis e condições mais adequadas ao conforto térmico. Lucchese *et al.* (2016) avaliaram o

conforto térmico em espaços abertos por meio da aplicação de diversos índices térmicos.

Neste estudo será realizada a calibração do índice PET para os espaços abertos de Pelotas, cidade que apresenta clima Cfa, situada ao sul do Rio Grande do Sul, às margens da Lagoa dos Patos. A calibração do índice possibilita verificar a percepção dos usuários dos espaços abertos da cidade, além de contribuir para estudos relacionados ao conforto térmico em espaços abertos e constituir um instrumento que auxilia no planejamento urbano. Foi verificado que ainda não existem estudos de calibração de índices térmicos para as áreas externas da cidade, sendo que esta dissertação pode ser o início dos estudos acerca da percepção e avaliação do conforto térmico dos usuários dos espaços abertos em Pelotas.

3 Método

Nesta pesquisa, o método é constituído por quatro etapas distintas, que estão apresentadas a seguir:

1. organização dos procedimentos;
2. realização dos trabalhos de campo;
3. determinação dos valores de TRM e PET; e,
4. apresentação e análise dos resultados.

Na Tabela 6 são apresentados os objetivos e os procedimentos adotados em cada etapa realizada.

Tabela 6 – Etapas, objetivos e procedimentos realizados na pesquisa

Etapas	Objetivos	Procedimentos
1. Organização dos procedimentos;	Definição dos pontos de coleta de dados, amostra de estudo, variáveis relevantes e elaboração dos questionários;	Análise dos espaços utilizados com frequência pelos residentes na cidade, averiguação da população de estudo e identificação das questões pertinentes para a pesquisa;
2. Realização dos trabalhos de campo;	Levantamento dos dados microclimáticos e da percepção térmica dos indivíduos em cada campanha de monitoramento realizada;	Com o equipamento TGD-400 foi realizado o registro das variáveis microclimáticas em simultâneo a aplicação dos questionários de conforto térmico;
3. Determinação dos valores de TRM e de PET;	Determinação do PET para cada questionário aplicado;	Através das equações e com a utilização do programa <i>RayMan</i> foram obtidos os valores de TRM e PET;
4. Apresentação e análise dos resultados.	Resultados descritivos e calibração do índice PET.	Processamento dos dados coletados e obtenção dos resultados.

Na Figura 2 consta o fluxograma da pesquisa.

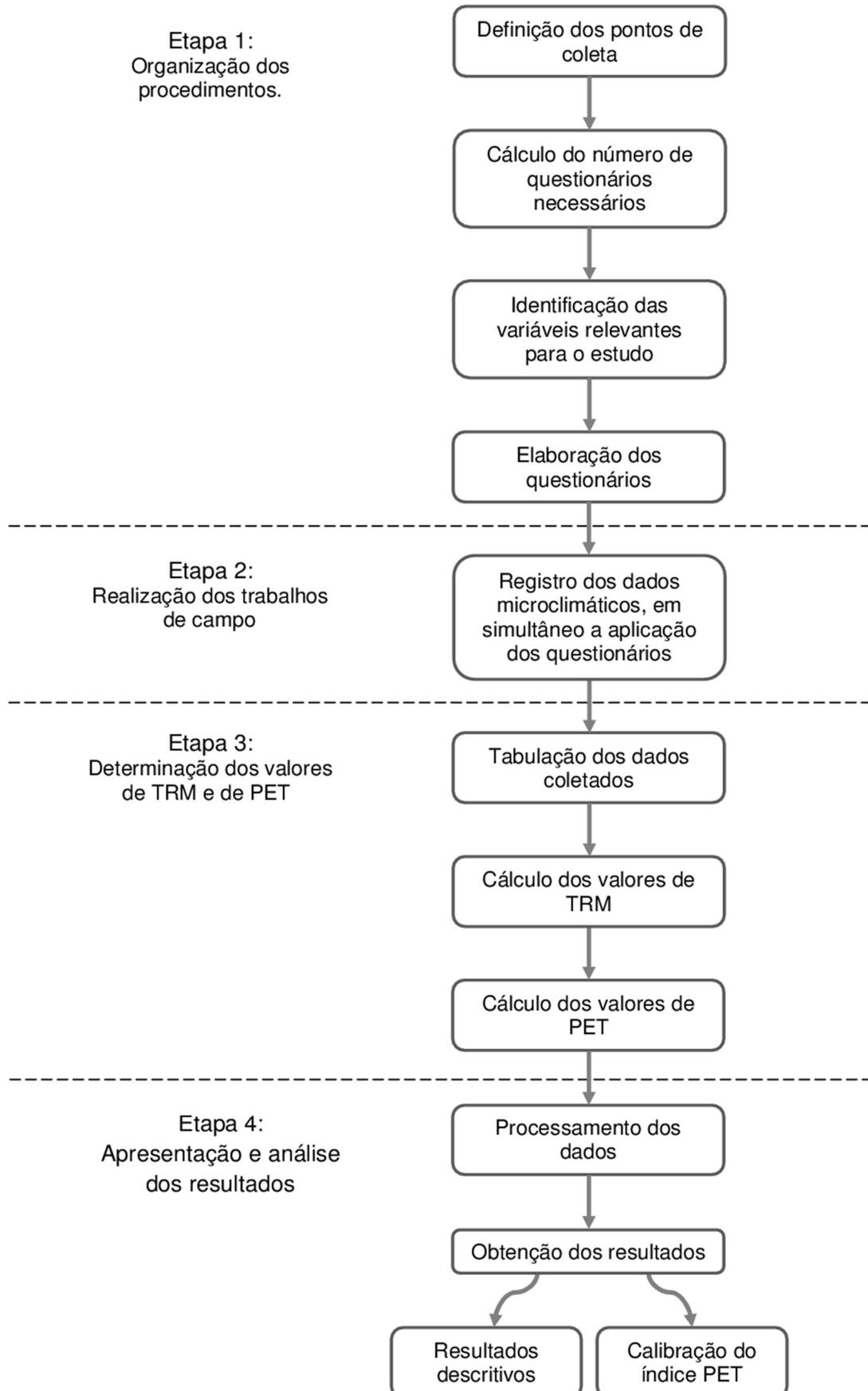


Figura 2 – Fluxograma da pesquisa.

3.1 Organização dos procedimentos

Neste item serão apresentados os procedimentos preliminares realizados para o desenvolvimento desta pesquisa. Serão tratados os temas relacionados ao local de desenvolvimento da pesquisa, à população e amostragem adotadas, às áreas de estudo, à composição da amostra, às variáveis envolvidas e à elaboração dos questionários quanto a percepção térmica dos usuários dos espaços abertos.

3.1.1 Apresentação da cidade de estudo

Este trabalho foi desenvolvido na cidade de Pelotas, fundada em 1835, quando se decidiu que a vila São Francisco de Paula passaria a ser um município. A mudança do nome ocorreu como homenagem às embarcações feitas em couro pelos indígenas e utilizadas na região. A cidade está localizada no sul do Estado do Rio Grande do Sul, situado na região sul do Brasil (Figura 3). O município pertence à mesorregião sudeste do Estado e à microrregião de Pelotas.



Figura 3 – Perímetro urbano de Pelotas.
Fonte: Prefeitura de Pelotas.

A cidade está situada na latitude 31°46'34" Sul e na longitude 52°21'34" Oeste, localizada em uma planície costeira, sendo que apresenta baixa altitude, em torno de 7 m acima do nível do mar. Possui 1.610 km² de área total, sendo que a zona urbana ocupa aproximadamente 204 km² de área, que corresponde a 12,7% e, em torno de 94 km de perímetro (IBGE, 2012). O município está dividido em sete regiões administrativas (Figura 4), são eles: Areal, Barragem, Centro, Fragata, Laranjal, São Gonçalo e Três Vendas.

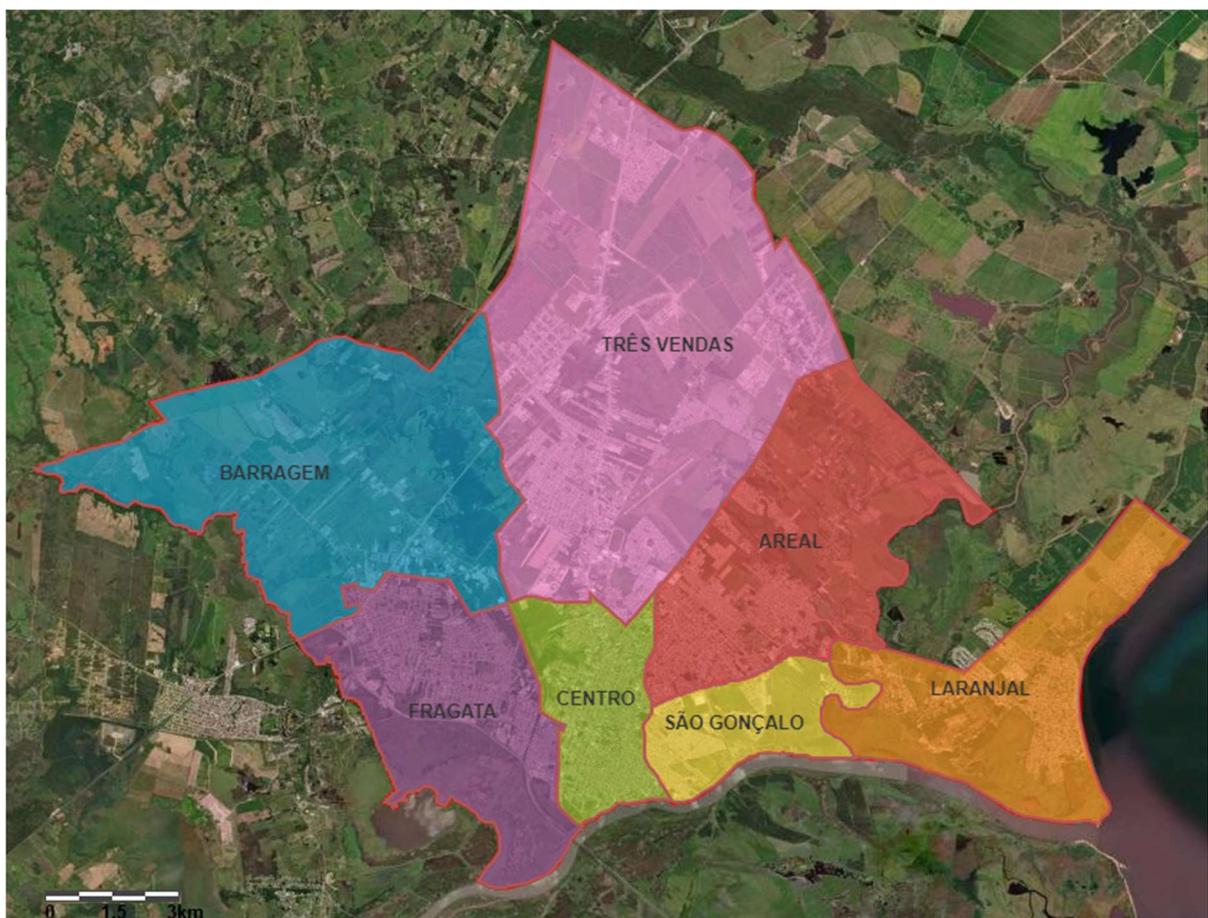


Figura 4 – Regiões administrativas da cidade de Pelotas.
Fonte: Prefeitura de Pelotas.

Ao considerar a classificação climática Köppen-Geiger, a cidade de Pelotas apresenta clima classificado como Cfa, correspondente ao clima subtropical úmido. O clima presente no município é o mesmo predominante no restante do estado, com invernos frios e verões quentes. O município está situado na zona bioclimática 2, conforme a NBR 1522-3 (ABNT, 2005).

As Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) apontam que em Pelotas a temperatura média anual corresponde a 18°C, sendo que varia entre 8,4°C, referente a média das mínimas em julho, até 28,5°C na média das máximas em janeiro. No período de inverno a temperatura média corresponde a 13,6°C, enquanto no verão apresenta 22,8°C. Na média anual, são verificados 84 dias com temperatura inferior ou igual a 10°C, 149 dias com temperatura superior ou igual a 25°C e 35 dias com temperatura maior ou igual a 30°C. A umidade relativa média anual é 81%, sendo que não apresenta variações significativas ao longo do ano. A média da intensidade do vento anual é 3,7 m.s⁻¹, e em junho é constatada a menor média, correspondente a 3,0 m.s⁻¹. Já a maior média é verificada nos meses de setembro até janeiro, no valor de 4,2 m.s⁻¹. A precipitação aproximada corresponde a 1403 mm ao ano, apresenta variação entre 87,1 mm, registrada em outubro, e 187,8 mm, verificada em fevereiro. O período de primavera apresenta o menor registro de precipitação, em torno de 99 mm, enquanto no verão há a maior precipitação acumulada, aproximadamente 135 mm. A insolação anual corresponde a 2.328 horas, sendo junho o mês com menor registro, em torno de 138 horas, enquanto o maior é verificado em dezembro, equivalente a aproximadamente 260 horas. A média da nebulosidade anual corresponde a 0,6 décimos, com pequena variação entre os meses, apenas três meses apresentam média correspondente a 0,7 décimos, enquanto o restante mantém a média de 0,6 décimos.

3.1.2 Caracterização da população e definição da amostragem

Neste estudo, a população definida para a composição da amostra abrange os indivíduos que residem no município de Pelotas há seis meses ou mais, e que estejam no espaço aberto, no mínimo, há 15 minutos. Foi adotada a opção de não realizar nenhuma delimitação quanto à faixa etária dos participantes, dessa forma, não houve nenhuma restrição quanto a esse quesito. Indivíduos com idade inferior a 18 anos só participaram do estudo mediante a autorização de um responsável.

A fim de garantir que os participantes estivessem adequadamente aclimatados à cidade de Pelotas, conforme a atuação das variáveis microclimáticas no momento da aplicação dos questionários de conforto térmico, foram estabelecidas essas condicionantes de tempo mínimo no espaço externo e período mínimo de residência

no município. O tempo mínimo de 15 minutos de permanência do indivíduo no espaço externo é recomendado nos estudos realizados por Krüger *et al.* (2013; 2015) e Lam *et al.* (2021). Estudos desenvolvidos por Göbbo, Galvani e Wollmann, em Santa Maria - RS (2018); Rossi (2012), em Curitiba – PR e Hirashima, em Belo Horizonte - MG (2010) adotam os períodos mínimos de 15 minutos no espaço externo.

Conforme o Censo realizado em 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), a população de Pelotas – RS correspondia a 328.275 pessoas, sendo que 53% são pessoas do sexo feminino e 47% do masculino. Como já mencionado, não foram consideradas restrições quanto a idade dos participantes, a fim de apresentar um panorama da população residente no município. Na Tabela 7 são apresentadas faixas etárias e a respectiva quantidade de pessoas por sexo biológico.

Tabela 7 – Divisão por sexo biológico da população de Pelotas, baseada no Censo de 2010.

Faixa etária	Sexo Feminino	Sexo Masculino	Total
15 a 19 anos	13.366	13.308	26.674
20 a 24 anos	14.245	13.570	27.815
25 a 29 anos	14.189	13.411	27.600
30 a 34 anos	12.310	11.461	23.771
35 a 39 anos	11.629	10.296	21.925
40 a 44 anos	11.817	10.466	22.283
45 a 49 anos	12.469	10.611	23.080
50 a 54 anos	11.863	9.832	21.695
55 a 59 anos	10.181	8.355	18.536
60 a 64 anos	8.770	6.870	15.640
65 a 69 anos	6.545	4.774	11.319
70 a 74 anos	5.293	3.522	8.815

Fonte: Adaptada do Censo Demográfico do Brasil de 2010.

A amostragem em uma pesquisa possibilita inferir conclusões sobre uma população a partir do estudo e análise de uma amostra dos habitantes do município. Para estabelecer o tamanho da amostra do estudo para a cidade de Pelotas – RS, foi considerada a população total conforme o Censo de 2010 (IBGE, 2012) e utilizada a Equação 6, na qual foi considerado um erro amostral de 7% e confiabilidade de 95%. A amostra estabelecida aponta a necessidade de 196 questionários validados, de maneira a cumprir com os parâmetros estabelecidos.

$$n = \frac{z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + z^2 \sigma^2} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

n – Tamanho da amostra;

z – Escore z ;

σ – Desvio padrão;

N – População; e

E – Margem de erro.

3.1.3 Fator de visão do céu (FVC – *Sky View Factor*)

Para a determinação do FVC de cada ponto analisado foi utilizado o programa RayMan, desenvolvido por Matzarakis, Rutz e Mayer (2007b). Este software também foi usado para obtenção dos valores de FVC nos trabalhos desenvolvidos por Minella, Rossi e Krüger (2009, 2011) e Ribeiro (2019).

As imagens realizadas com lente olho de peixe foram editadas para que estivessem de acordo com o *grid* polar visualizado no RayMan e o céu de cada imagem foi removido. Essas ações foram necessárias para que se pudesse obter o fator de visão do céu para cada ponto analisado.

As imagens editadas foram salvas em “.*bitmap*”, formato requerido para inserção no RayMan. Após a inicialização do RayMan, deve ser selecionado o Input na barra de ferramentas, a seguir, deve ser escolhida a opção “*Sky View Factor*”, após, por meio do “*Open Horizon Limitation*”, foi importada a imagem para análise. Ao selecionar a ferramenta “*Monochrome*”, as áreas de obstrução ficam na cor preta. Após, foram selecionadas, respectivamente, as opções “*Cut Off*” e “*Close*”, para que se tenha a imagem com a obstrução apenas em preto. Com a seleção da opção “*New*” ocorre a determinação do valor de FVC, cujo resultado é apresentado em outra janela. Os valores de FVC podem variar de 0 a 1, sendo que o valor máximo é atingido quando não há qualquer obstrução entre o céu e área de análise.

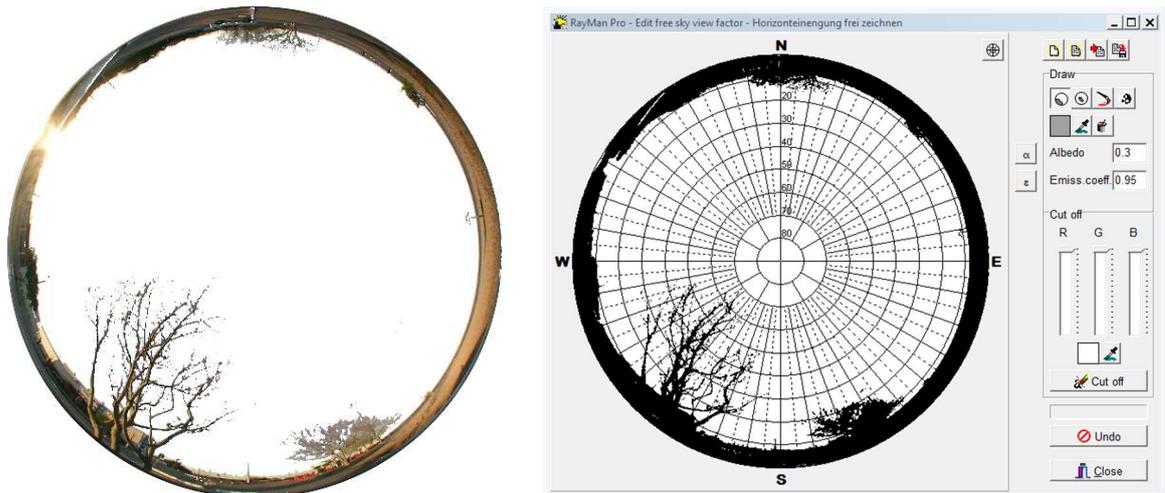


Figura 5 – Imagem obtida com a utilização da lente “olho de peixe” interface da área de configuração do RayMan para obtenção do valor de FVC.

3.1.4 Definição dos pontos de estudo

Foram definidas cinco áreas de observação para a coleta de dados microclimáticos e aplicação de questionários com a população. Os locais escolhidos para análise visaram abranger áreas com variadas condicionantes microclimáticas, a fim de garantir que os dados coletados representem estas diferenças e que contemplem a amplitude térmica que o índice térmico calibrado pode atingir. A seleção desses pontos buscou verificar locais em áreas abertas situadas no perímetro urbano que são frequentemente utilizados pela população residente no município de Pelotas. Ao mesmo tempo que os pontos escolhidos são de uso frequente, apresentam diferenças entre si quanto à presença de vegetação, pavimentação e uso do solo, cobertura do céu e presença e altura de edificações, fatores que influenciam nas condições de conforto térmico desses espaços. O grande fluxo de pedestres também é um aspecto importante dada a quantidade de questionários necessários.

Esses pontos estão localizados em diferentes áreas da cidade. Três pontos estão situados na região central de Pelotas, o quarto local está localizado na região das três vendas, em um bairro residencial na zona norte da cidade, e o último foi estabelecido na orla da Praia do Laranjal. Entre os três pontos de coleta centrais, são observadas diferentes características, apesar da proximidade física entre eles. Na Figura 6 é apresentada uma imagem da cidade de Pelotas com a localização dos pontos de coleta de dados.



Figura 6 – Cidade de Pelotas e localização dos pontos de coleta de dados.
Fonte: Adaptado do Google Earth.

Como já mencionado, os diferentes valores de FVC determinados para os pontos de coleta foram obtidos através de fotografias registradas com uma lente olho-de-peixe. Os valores de FVC e outras especificações de cada ponto de análise são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Características de cada ponto de análise.

Ponto	Localização	FVC	Pavimentação	Circulação	Vegetação	Edificação
1	Praça Coronel Pedro Osório	0,717	Ladrilho hidráulico	Apenas pedestres	Densamente vegetada	Sem edificações ao redor
2	Rua XV de Novembro	0,517	Paralelepípedo regular	Apenas pedestres	Pouco vegetada	Cercado por edificações
3	Rua Andrade Neves	0,561	Ladrilho hidráulico	Apenas pedestres	Pouco vegetada	Cercado por edificações
4	Av. Dom Joaquim	0,671	Areia e grámíneas	Pedestres e veículos	Mediamente vegetada	Cercado por edificações
5	Praia do Laranjal	0,871	Bloquete de concreto	Pedestres e veículos	Pouco vegetada	Sem edificações ao redor

3.1.4.1 Ponto 1

O Ponto 1 está situado no centro comercial da cidade de Pelotas e está localizado no centro da Praça Coronel Pedro Osório. Esta área dispõe de bastante vegetação, na qual as áreas de circulação de pedestres são revestidas com ladrilho

hidráulico. No período diurno, a circulação de pedestres é constante. A área é frequentemente utilizada como um espaço de lazer, principalmente no período da tarde, além de ser um local em que há pessoas que a utilizam para a prática de atividades físicas. Apesar da presença da vegetação, o FVC corresponde a 0,717, sendo maior do que aqueles observados em pontos sem vegetação. A Figura 7 apresenta o local de coleta.



Figura 7 – Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 1.
Fonte: Google Earth e arquivo pessoal.

3.1.4.2 Ponto 2

O Ponto 2 está localizado no calçadão da rua XV de Novembro, entre as ruas Floriano Peixoto e Sete de Setembro. Nessa via não há trânsito de veículos, sendo permitida apenas a circulação de pedestres. Em função dos estabelecimentos comerciais, o movimento é maior durante o horário comercial. A presença de vegetação é pequena, com árvores de pequeno porte situadas em pontos isolados. A pavimentação é revestida com paralelepípedo regular. O FVC determinado é de 0,517 (Figura 8). Em comparação aos demais pontos, é o local que apresenta a menor visibilidade do céu. A rua apresenta gabarito menor e é cercada por edificações que colaboram para a presença de sombras.



Figura 8 – Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 2.
Fonte: Google Earth e arquivo pessoal.

3.1.4.3 Ponto 3

O terceiro ponto também está localizado na região do centro da cidade, estabelecido no calçadão da rua Andrade Neves, na esquina com a rua Sete de Setembro. É uma área que tem um fluxo intenso de pedestres ao longo do dia e o acesso para veículos não é permitido. A cobertura do solo se caracteriza como impermeável, cujo revestimento é com ladrilho hidráulico. Nas proximidades do ponto de coleta há canteiros com vegetação, até mesmo com árvores de grande porte. A área de análise se situa no cruzamento dessas duas vias, ambas dispõem de um gabarito maior do que o existente na rua XV de Novembro. O FVC constatado neste local é 0,561 (Figura 9).



Figura 9 – Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 3.
Fonte: Google Earth e arquivo pessoal.

3.1.4.4 Ponto 4

O quarto local de coleta de dados está situado na região Três Vendas, no canteiro central da avenida Dom Joaquim. Além de ser utilizada para a circulação de pedestres, a população usufrui deste espaço para a prática de atividades físicas e para lazer. Neste ponto, há uma extensa área que dispõe de permeabilidade do solo. O centro do canteiro é pavimentado com areia e as áreas restantes do canteiro são cobertas por gramíneas. Assim como na Praça Coronel Pedro Osório, a presença de vegetação é mais significativa do que nos outros locais, sendo constante ao longo de toda extensão dessa avenida. Em decorrência das particularidades desta área, o FVC é maior (Figura 10), cujo valor corresponde a 0,671.



Figura 10 – Visualização aérea do entorno do local, vista e FVC do Ponto 4.
Fonte: Google Earth e arquivo pessoal.

3.1.4.5 Ponto 5

O último ponto está localizado na orla da Praia do Laranjal, na avenida Doutor Antônio Augusto de Assunção. No local de análise, a cobertura do solo se caracteriza como impermeável, revestida com bloquete de concreto. Há pouca presença de vegetação nesta área. Esse local é o ponto de coleta com o maior FVC constatado, correspondente a 0,871 (Figura 11). É um espaço muito utilizado ao longo do ano, no qual a população usufrui para lazer e também para a prática de atividades físicas.



Figura 11 – Visualização aérea, vista e FVC do Ponto 5.
Fonte: Google Earth e arquivo pessoal.

3.1.5 Variáveis

Nas campanhas de monitoramento devem ser registradas todas as variáveis que, de maneira direta ou indireta, interferem no balanço de energia do corpo humano, além daquelas que são necessárias para o cálculo e calibração do índice PET. Estas variáveis podem ser classificadas em três categorias, sendo elas: variáveis climáticas, variáveis individuais e variáveis subjetivas. A seguir, estes elementos serão apresentados.

3.1.5.1 Variáveis climáticas

Através das variáveis climáticas é possível descrever quais eram as condições microclimáticas dos espaços urbanos quando foram realizadas campanhas de monitoramento. Para a determinação dos valores de TRM e de PET é essencial o monitoramento e registro das variáveis climáticas. A velocidade do ar (m/s), umidade relativa (%), temperatura do ar (°C), temperatura do globo (°C) e a temperatura radiante média foram registradas neste estudo.

A temperatura do ar, a velocidade do ar, a temperatura do globo e a temperatura de bulbo úmido foram coletadas pelo medidor de estresse térmico, sendo que este equipamento utilizado e os procedimentos adotados nas campanhas de monitoramento estão apresentados na sequência, respectivamente, nos itens 3.1.8 e 3.2.2.

A temperatura radiante média foi calculada a partir da equação específica para sua determinação. No item 2.3.14 é apresentada a equação para o cálculo da temperatura radiante média.

A partir dos valores de bulbo úmido e bulbo seco (temperatura do ar) foram obtidos os valores de umidade relativa. Para a determinação dos valores de umidade relativa, considerando as variáveis citadas, são necessários a aplicação de procedimentos psicrométricos descritos em cinco etapas na sequência (SCHNEIDEER, 2012).

A seguir serão descritas as etapas para a determinação dos valores de umidade relativa. Na Equação 7 é apresentada a obtenção da pressão de água na saturação sobre água líquida no intervalo entre 0 a 200°C.

$$p_{vs} = \exp\left(\frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10}T + C_{11}T^2 + C_{12}T^3 + C_{13}\ln T\right) \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

p_{vs} – Pressão de vapor de água na saturação sobre água líquida;

T – Temperatura, expressa em Kelvin;

As constantes são:

C_8 – -5,8002206E+03

C_9 – 1,3914993

$$C_{10} - -4,8640239E-02$$

$$C_{11} - 4,1764768E-05$$

$$C_{12} - -1,4452093E08$$

$$C_{13} - 6,5459673$$

Na Equação 8 é demonstrada a razão da umidade W_s na saturação.

$$W_s = 0,62198 \frac{p_{vs}}{p - p_{vs}} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

p_{vs} – Pressão de vapor de água na saturação sobre água líquida;

p – Corresponde a 101325 Pa (pressão total da mistura).

Na Equação 9 é apresentada a razão ou conteúdo de umidade W .

$$W = \frac{(2501 - 2,381 \text{ tbu}) W_{s,Tbu} - (tbs - tbu)}{2501 + 1,805 \text{ tbs} - 4,186 \text{ tbu}} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

$W_{s,Tbu}$ – Igual a W_s calculado com $p_{vs,Tbu}$;

tbs – Temperatura de bulbo seco;

tbu – Temperatura de bulbo úmido.

O grau de umidade é obtido através da Equação 10.

$$\mu = \frac{W}{W_s} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

μ – Grau de umidade.

A umidade relativa é determinada a partir da Equação 11.

$$UR = \frac{\mu}{1 - (1 - \mu) (p_{vs,Tbs} / p)} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde:

UR – Umidade relativa.

3.1.5.2 Variáveis individuais

As variáveis individuais compreendem as características e os aspectos pessoais de cada participante da pesquisa. Estas variáveis foram auferidas durante a fase de aplicação dos questionários junto aos indivíduos em concomitância com as medições das variáveis ambientais. As seguintes variáveis individuais foram coletadas: sexo biológico (feminino ou masculino), idade (anos), altura (cm), massa corporal (kg), taxa metabólica (W/m^2), isolamento térmico da vestimenta (clo) e se o participante está localizado sob o sol ou à sombra. Os valores referentes às taxas metabólicas e de isolamento térmico da vestimenta foram quantificados de acordo com as normatizações internacionais.

A taxa metabólica corresponde a atividade exercida pelo indivíduo no momento da participação no estudo, expressa em W/m^2 . A determinação e os valores de taxa metabólica referentes a diversas atividades constam na norma ISO 8996 (2004), que trata especificamente deste tema. Na tabela 9 constam as atividades e os correspondentes valores de taxa metabólica considerados como referenciais nesta pesquisa.

Tabela 9 – Valores de taxas metabólicas adotadas no estudo.

Atividade exercida	Taxa metabólica
Sentado	45 W/m^2
Em pé	60 W/m^2
Andando a 3,2 km/h	115 W/m^2
Andando rápido a 4,3 km/h	150 W/m^2

Fonte: ASHRAE (2017a).

Neste estudo o isolamento térmico das vestimentas dos indivíduos foi registrado por meio do apontamento das roupas utilizadas no momento das entrevistas. O isolamento térmico da vestimenta equivale à resistência à troca de calor sensível. A norma ISO 9920 (2015) trata do isolamento térmico das vestimentas, expressos na unidade clo. Uma tabela com diferentes vestimentas e seus correspondentes valores de clo possibilitou registrar quais peças estavam sendo utilizadas pelos indivíduos no momento em que respondiam ao questionário. Para

determinar o valor total do isolamento térmico das vestimentas foi feito o somatório de todos os itens que estavam assinalados.

3.1.5.3 Variáveis subjetivas

As variáveis subjetivas estão relacionadas às percepções do usuário quanto ao ambiente em que estão inseridos. Além de registrar a percepção de cada indivíduo, também são coletadas as informações de avaliação e preferência do ambiente. As respostas das variáveis subjetivas foram registradas nos questionários.

São consideradas neste estudo as variáveis subjetivas quanto à percepção térmica, que envolve a sensação, avaliação e preferência. Quanto à percepção da ventilação, a sensação, a avaliação e a preferência de cada participante também são consideradas. Para as respostas acerca da percepção, avaliação e preferência dos usuários quanto ao ambiente térmico foram utilizadas escalas de julgamento subjetivo. Foram adotadas as escalas propostas pela ISO 10551 (ISO, 1995). A escala de sete pontos foi adotada para identificar a percepção do usuário no exato momento da participação na pesquisa. Na Tabela 10 é apresentada a escala sétima, conforme a ISO 10551 (ISO, 1995).

Tabela 10 – Escala sétima de sensações térmicas

Voto de conforto	Sensação térmica
-3	Muito frio
-2	Frio
-1	Um pouco frio
0	Neutro
1	Um pouco calor
2	Calor
3	Muito calor

Fonte: ISO 10551 (2015).

3.1.6 Elaboração do questionário

A elaboração do questionário resulta do trabalho em conjunto realizado pelos pesquisadores da Universidade de Lund, na Suécia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Foram feitas adaptações de vocabulário no questionário utilizado na pesquisa realizada em Pelotas.

Para a elaboração das perguntas que constituem o questionário, foram consideradas diferentes normativas. A ISO 10551 (ISO, 2015) foi observada quanto à percepção térmica do usuário, em que são apresentadas escalas térmicas de percepção. As normas ISO 7730 (ISO, 2005), ISO 8996 (ISO, 2004) e ISO 9920 (ISO, 2007), assim como, o estudo de Johansson *et al.* (2014) também foram consideradas.

Neste estudo, cada questionário é aplicado pelo entrevistador a cada um dos participantes, sendo assim, é empregada a entrevista estruturada para a obtenção das respostas dos entrevistados. Nestas entrevistas, o entrevistador realiza as perguntas oralmente aos entrevistados, que por sua vez, oralmente as responde e essas respostas são registradas nos questionários pelos entrevistadores.

Os questionários foram aplicados ao longo das campanhas de monitoramento realizadas e cada entrevistador aplicava um questionário a um participante. Foi observado que, em média, a duração de aplicação de cada questionário requeria três minutos.

A estruturação do questionário é majoritariamente constituída por questões fechadas com respostas de múltipla escolha. Essa maneira de questionamento reduz as possibilidades de diferentes interpretações individuais, da duração da entrevista e é obtida uma resposta objetiva para as questões avaliadas.

O questionário empregado nesta pesquisa para verificar a sensação térmica das pessoas em áreas externas é constituído por questões agrupadas em biometria, uso do espaço, aclimatação, percepção térmica e percepção da ventilação (Figura 12). Também são preenchidas informações relacionadas aos locais de cada ponto de coleta de dados, identificação da data e horário de término da entrevista. Ao final das perguntas são assinaladas as peças de vestuário utilizadas por cada participante, a fim de determinar o isolamento térmico do vestuário (clo) (Figura 13).

Em relação a biometria do entrevistado são registrados o sexo biológico, se feminino ou masculino; a idade, em anos; a altura, em centímetros; massa corporal, em kg; auto classificação da cor da pele, categorizadas em branca, parda, preta, amarela ou indígena, conforme as classes adotadas pelo Censo do IBGE.

Em relação ao uso do espaço, questiona-se se o usuário conhece o local, se o utiliza frequentemente e qual a razão do uso no momento da realização da entrevista. Para verificar a aclimatação do usuário de longo e curto prazo, questiona-se há quanto tempo o indivíduo reside em Pelotas, se mora há mais de seis meses, menos de seis meses ou não reside em Pelotas. Perguntou-se ainda se o indivíduo se considera uma

pessoa urbana ou rural. A utilização do ar condicionado também faz parte das questões acerca da aclimação do participante, as perguntas questionam quanto a utilização do ar condicionado no ambiente residencial, sendo que as opções de resposta são nunca, às vezes ou sempre; se a pessoa trabalha em um ambiente com o ar condicionado ligado, são apresentadas as mesmas opções de respostas; e se o indivíduo vem de um ambiente com ar condicionado em funcionamento. O tempo no espaço externo também constitui uma questão, as opções de resposta são entre 15 e 30 minutos ou mais que 30 minutos. Esta é uma pergunta eliminatória, caso o entrevistado estivesse a menos de 15 minutos no espaço externo, o questionário deveria ser invalidado.

As questões quanto à sensação, avaliação e preferência térmica visavam a obtenção das respostas para as variáveis subjetivas. Na norma ISO 10551 (ISO, 2015) constam escalas de julgamento subjetivo para os ambientes, sendo que para o aspecto térmico há as escalas de sensação, avaliação e preferência. Neste estudo, quanto ao fator térmico, os questionamentos se referem a como o usuário se sente no exato momento da entrevista e a escala de sete pontos foi utilizada para as opções de resposta, que apresenta 7 categorias e varia entre muito frio até muito calor. A avaliação do usuário refere-se a como ele se sente nesse espaço, utilizou-se a escala de confortável, ligeiramente desconfortável, desconfortável ou muito desconfortável. Por fim, questionou-se a preferência térmica do usuário, a escala de 7 pontos de preferência apresenta as opções muito mais frio, mais frio, um pouco mais frio, nem mais frio nem mais quente, um pouco mais quente, mais quente ou muito mais quente.

No item quanto à percepção da ventilação é questionado como o usuário percebe o vento no momento da entrevista, se forte, um pouco forte, estável, um pouco fraco ou fraco; como se sente sobre a resposta de percepção do vento, as respostas podem variar entre confortável, ligeiramente desconfortável, desconfortável ou muito desconfortável; e finalmente indaga-se acerca da preferência do usuário quanto ao vento, sendo que as opções de respostas correspondem a mais forte, como está ou mais fraco.

Nos observacionais é apontado qual a atividade metabólica que o indivíduo exerce no momento da entrevista, se está sentado, em pé, caminhando ou caminhando rápido, a fim de registrar a taxa metabólica exercida pelo participante. Ao término do questionário são apresentadas opções de vestuário para que sejam demarcadas aquelas que o participante está utilizando.

Após a aplicação dos questionários, é realizada a tabulação dos dados em uma planilha eletrônica. A organização da planilha segue a mesma sequência apresentada no questionário. O item correspondente ao valor do isolamento do vestuário é resultante do somatório das vestimentas utilizadas por cada entrevistado.

QUESTIONÁRIO DE CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS EXTERNAS	
1. DADOS LOCAIS	
Local: _____	
Data: ____/____/____	
Horário: _____:	
A. Nebulosidade:	P. Há quanto tempo estás no espaço externo?
(1) Céu limpo	(1) Entre 15 e 30 minutos
(2) Céu parcialmente nublado	(2) Mais que 30 minutos
(3) Céu nublado	5. PERCEPÇÃO TÉRMICA
B. A entrevista foi realizada...	Q. Em relação as condições climáticas deste ambiente, como te sentes nesse exato momento?
(1) À sombra	(-3) Com muito frio
(2) Ao sol	(-2) Com frio
2. BIOMETRIA	(-1) Com pouco frio
C. Sexo biológico:	(0) Sem frio nem calor
(1) Masculino	(1) Com pouco calor
(2) Feminino	(2) Com calor
D. Idade: _____ anos	(3) Com muito calor
E. Altura: _____ cm	R. Em relação a tua resposta anterior, te sentes...
F. Massa: _____ Kg	(1) Confortável
G. Como classificas tua cor de pele?	(2) Ligeiramente desconfortável
(Classes adotadas pelo Censo do IBGE)	(3) Desconfortável
(1) Branca	(4) Muito desconfortável
(2) Parda	S. Neste momento, preferirias que estivesse?
(3) Preta	(1) Muito mais frio
(4) Amarela	(2) Mais frio
(5) Indígena	(3) Um pouco mais frio
3. USO DO ESPAÇO	(4) Nem mais frio nem mais quente
H. Conheces esse local?	(5) Um pouco mais quente
(1) Sim	(6) Mais quente
(2) Não	(7) Muito mais quente
I. Utilizas frequentemente esse local?	6. PERCEPÇÃO DA VENTILAÇÃO
(1) Sim	T. Em relação a ventilação deste ambiente, como percebes o vento nesse exato momento?
(2) Não	(1) Forte
J. Qual é a razão de estares neste local?	(2) Um pouco forte
_____	(3) Estável
4. ACLIMATAÇÃO (longo e curto prazo)	(4) Um pouco fraco
K. Resides em Pelotas há quanto tempo?	(5) Fraco
(1) Mais de seis meses	U. Em relação a tua resposta anterior, te sentes...
(2) Menos de seis meses	(1) Confortável
(3) Não resido em Pelotas	(2) Ligeiramente desconfortável
L. Tu te consideras uma pessoa...	(3) Desconfortável
(1) Urbana	(4) Muito desconfortável
(2) Rural	V. Neste momento, preferirias que estivesse?
M. Usas o Ar Condicionado em casa?	(1) Mais forte
(1) Nunca	(2) Como está
(2) Às vezes	(3) Mais fraco
(3) Sempre	7. OBSERVACIONAIS
N. Trabalhas em ambiente com Ar Condicionado?	(1) 45 W/m ² - Sentado
(1) Nunca	(2) 60 W/m ² - Em pé
(2) Às vezes	(3) 115 W/m ² - Andando 3,2 km/h (0,9 m/s)
(3) Sempre	(4) 150 W/m ² - Andando rápido 4,3 km/h (1,2 m/s)
O. Estás vindo de ambiente com Ar Condicionado?	
(1) Sim	
(2) Não	

Figura 12 – Questionário de conforto térmico em áreas externas utilizado na pesquisa.

8. Valores de isolamento do vestuário (clo):

Roupas íntimas		I_{cl}	Camisas		I_{cl}
<input type="checkbox"/>	Cueca	0,04	<input type="checkbox"/>	Camisa colarinho sem mangas (regata)	0,12
<input type="checkbox"/>	Calcinha	0,03	<input type="checkbox"/>	Camisa de manga curta	0,19
<input type="checkbox"/>	Sutiã	0,01	<input type="checkbox"/>	Camisa de manga longa	0,25
<input type="checkbox"/>	Camiseta	0,08	<input type="checkbox"/>	Camisa flanela de manga longa	0,34
<input type="checkbox"/>	Combinação	0,16	<input type="checkbox"/>	Camisa de tricô manga curta	0,17
<input type="checkbox"/>	Anágua	0,14	<input type="checkbox"/>	Camisa de lã de manga curta	0,34
<input type="checkbox"/>	Camiseta de manga longa	0,20			
<input type="checkbox"/>	Ceroula	0,15	Calções, calças e macacão		I_{cl}
Meias		I_{cl}	<input type="checkbox"/>	Calção curto	0,06
<input type="checkbox"/>	Meias esportivas curtas	0,02	<input type="checkbox"/>	Calção caminhada	0,08
<input type="checkbox"/>	Meias finas até a coxa	0,03	<input type="checkbox"/>	Calça tecido fino	0,15
<input type="checkbox"/>	Meias grossas até o joelho	0,06	<input type="checkbox"/>	Calça tecido grosso	0,24
<input type="checkbox"/>	Meia-calça	0,02	<input type="checkbox"/>	Calça de lã	0,28
			<input type="checkbox"/>	Macacão	0,30
Calçados		I_{cl}	Coletes, paletós e jaquetas		I_{cl}
<input type="checkbox"/>	Sandálias de couro ou borracha	0,02	<input type="checkbox"/>	Colete fino	0,10
<input type="checkbox"/>	Chinelos de tecido	0,03	<input type="checkbox"/>	Colete grosso	0,17
<input type="checkbox"/>	Bota	0,10	<input type="checkbox"/>	Paletó fino	0,36
<input type="checkbox"/>	Tênis	0,04	<input type="checkbox"/>	Paletó grosso	0,44
<input type="checkbox"/>	Sapatilha	0,03	<input type="checkbox"/>	Jaquetão fino	0,42
			<input type="checkbox"/>	Jaquetão grosso	0,48
			<input type="checkbox"/>	Sobretudo	0,49
Vestidos e saias		I_{cl}			
<input type="checkbox"/>	Saia fina	0,14			
<input type="checkbox"/>	Saia grossa	0,23			
<input type="checkbox"/>	Vestido manga longa fino	0,33			
<input type="checkbox"/>	Vestido manga longa grosso	0,47			
<input type="checkbox"/>	Vestido manga curta fino	0,29			
Suéteres e blusas de lã		I_{cl}			
<input type="checkbox"/>	Suéter fino sem mangas	0,13			
<input type="checkbox"/>	Suéter grosso sem mangas	0,22			
<input type="checkbox"/>	Suéter fino manga longa	0,25			
<input type="checkbox"/>	Suéter grosso manga longa	0,36			
<input type="checkbox"/>	Pulôver fino	0,23			
<input type="checkbox"/>	Pulôver grosso	0,27			

Figura 13 – Opções de vestuário e os respectivos valores de isolamento térmico da vestimenta.

3.1.7 Caracterização da equipe dos trabalhos de campo

A equipe que participou das atividades de campo foi composta por, pelo menos, três até seis pessoas. A quantidade de entrevistadores dependia da disponibilidade do apoio técnico, sendo que foi formada por bolsistas e voluntários de graduação e pós-graduação vinculados ao Laboratório de Conforto e Eficiência Energética da Universidade Federal de Pelotas (LabCEE/UFPEL). Para o adequado dimensionamento do grupo de entrevistadores, deveria ser considerada a quantidade mínima de indivíduos entrevistados em cada campanha a ser realizada, a fim de obter a amostra necessária, e o tempo médio de aplicação de cada questionário. O dimensionamento da equipe não foi observado em função da disponibilidade humana.

Para que os entrevistadores soubessem acerca do estudo desenvolvido, dos objetivos da pesquisa e como deveriam proceder para a adequada realização dos trabalhos de campo, no processo de registro dos dados e na aplicação dos questionários, foram apresentadas explicações, instruções gerais e treinamento à equipe. Cada pessoa tinha funções a cumprir e, fundamentalmente, era necessário que os questionários fossem aplicados da maneira adequada. Em uma pesquisa que envolve trabalho de campo e aplicação de questionários se torna essencial a compreensão das necessidades do estudo pela equipe de trabalho e que todos atuem em prol do coletivo, como uma unidade, caso contrário, o trabalho não é desenvolvido.

3.1.8 Caracterização do equipamento

Para o registro dos dados climatológicos foi utilizado neste estudo o equipamento TGD-400, da marca Instrutherm, previamente calibrado de fábrica. O aparelho consiste em um medidor de estresse térmico, que dispõe da função de console digital (*data logger*) e é constituído por um conjunto de sensores para a medição de temperatura e velocidade do vento.

Este equipamento satisfaz as especificações da Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06) e também pode ser usado em situações que atendam às necessidades da Norma Regulamentadora 17 (NR 17). O TGD-400 realiza medições automatizadas das variáveis ambientais de temperatura de globo, de bulbo seco, de bulbo úmido e a velocidade do ar em m/s ou ft/m as quais a utiliza para derivar os índices de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG interno ou externo) e índice de aquecimento. As

temperaturas podem ser expressas em graus °C ou °F. Neste estudo, considerando as variáveis relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizadas as informações de temperatura do globo, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar.

O TGD-400 dispõe de taxa de amostragem de 1x por segundo, cujo registrador automático de dados (*datalogger*) possibilita que até 65000 leituras sejam registradas, com intervalos de tempo que podem ser ajustados entre 1 segundo até 59 segundos ou entre 1 minuto até 60 minutos. Na Tabela 11 são apresentadas especificações do medidor de estresse térmico.

Tabela 11 – Especificações do equipamento utilizado.

Sensor	Faixa	Precisão	Resolução
Termostato NTC (coeficiente negativo de temperatura)	-10-150°C	±0,5°C	0,1°C
Fio quente	0 - 20m/s	±4% +0,1m/s	0,1m/s

Quanto aos sensores do TGD-400, a verificação do bulbo úmido é realizada através de uma haste com copo de 50ml e pavio de algodão, enquanto que o bulbo seco é aferido através de uma haste para o registro da temperatura do ambiente; a velocidade do vento é registrada por meio de uma haste com um sensor anemômetro de fio quente; uma esfera térmica de cobre que dispõe de uma haste central, viabiliza a medição da temperatura do globo.

O globo padrão, utilizado para estudos em ambientes internos, têm diâmetro de 15 cm e cor negra. Para a realização do estudo do conforto térmico em espaços externos, é mais adequado dispor de equipamentos que possibilitem respostas mais rápidas devido às mudanças que o ambiente pode sofrer. Segundo Johansson *et al.* (2014), um globo menor tem sido utilizado em diversos estudos em áreas externas. A cor cinza médio é recomendada pela ISO 7726 (ISO, 1998).

Conforme os estudos realizados por Thorsson *et al.* (2007), a utilização de um globo com diâmetro menor possibilita o cálculo da temperatura radiante média de modo mais confiável. O globo com diâmetro menor denota ser uma opção precisa, móvel e econômica (THORSSON *et al.*, 2007). De acordo com a ISO 7726 (ISO, 1998), o uso de um globo menor pode interferir na exatidão dos valores de temperatura radiante média.

A esfera ESF-302, fabricada pela Instrutherm, foi o modelo de globo empregado nesse estudo, cujo diâmetro corresponde a 2". A utilização desse instrumento é compatível com o equipamento TGD-400.

Em razão da cor original da esfera fornecida com o equipamento ser da cor preta, esta foi pintada na coloração cinza médio, que mais se assemelha e melhor representa as pessoas vestidas e expostas ao sol, antes do início das campanhas de monitoramento, para a qual foi adotada emissividade correspondente a 0,95 (THORSSON *et al.*, 2007; JOHANSSON *et al.*, 2014). Em cada dia de coleta de dados são necessários 20 minutos após a instalação do equipamento para que ocorra a estabilização da temperatura do globo com o ambiente (OLIVEIRA; PEDRINI, 2017). A Figura 14 apresenta o equipamento utilizado na pesquisa.



Figura 14 – Equipamento utilizado nos trabalhos de campo.

3.2 Realização dos trabalhos de campo

Nesta seção será explanado a forma da realização dos levantamentos de campo. Serão apresentados os dias e horários das campanhas de monitoramento realizados e os procedimentos adotados para a coleta dos dados.

3.2.1 Campanhas de monitoramento de dados

A variação térmica é essencial para a calibração do índice térmico PET, para isso, a definição dos períodos de realização dos trabalhos de campo objetivou registrar e abranger as variações climáticas que ocorreriam no decorrer de um ano, a fim de computar a maior amplitude térmica possível.

Os períodos de coleta de dados e aplicação dos questionários foram denominados como campanhas de monitoramento. Para atingir a quantidade necessária de questionários aplicados, ocorreu em cada mês, ao menos, um dia de coleta em cada localidade, a fim de haver equilíbrio quantitativo de entrevistas realizadas em cada ponto analisado. Os horários variaram entre 09h até 12h e 14h até 17h, ou seja, as atividades eram realizadas pela manhã ou à tarde.

Nas Tabelas 12 a 16 são apresentadas, por ponto de monitoramento, a identificação de cada campanha de coleta de dados, as datas de realização, o turno e a estação em que cada uma ocorreu.

Tabela 12 – Especificações das campanhas realizadas no Ponto 1.
Praça Coronel Pedro Osório

Campanha	Data	Turno	Estação
C3	11/07/2019	Tarde	Inverno
C12	27/08/2019	Tarde	Inverno
C16	13/09/2019	Tarde	Inverno
C21	11/10/2019	Tarde	Primavera
C29	25/11/2019	Tarde	Primavera
C33	19/12/2019	Tarde	Primavera
C40	21/01/2020	Tarde	Verão
C46	19/02/2020	Manhã	Verão
C50	19/03/2020	Tarde	Verão
C51	20/03/2020	Manhã	Verão

Tabela 13 – Especificações das campanhas realizadas no Ponto 2.
Rua XV de Novembro

Campanha	Data	Turno	Estação
C2	09/07/2019	Tarde	Inverno
C8	20/08/2019	Tarde	Inverno
C14	03/09/2019	Tarde	Inverno
C20	09/10/2019	Tarde	Primavera
C25	05/11/2019	Manhã	Primavera
C31	18/12/2019	Tarde	Primavera
C35	20/12/2019	Manhã	Primavera
C36	09/01/2020	Manhã	Verão
C44	11/02/2020	Manhã	Verão
C49	19/03/2020	Tarde	Verão

Tabela 14 – Especificações das campanhas realizadas no Ponto 3.

Rua Andrade Neves			
Campanha	Data	Turno	Estação
C1	04/07/2019	Manhã	Inverno
C4	16/07/2019	Tarde	Inverno
C11	23/08/2019	Manhã	Inverno
C13	28/08/2019	Tarde	Inverno
C18	24/09/2019	Manhã	Primavera
C22	22/10/2019	Manhã	Primavera
C26	08/11/2019	Tarde	Primavera
C30	18/12/2019	Manhã	Primavera
C38	15/01/2020	Manhã	Verão
C45	14/02/2020	Manhã	Verão
C47	17/03/2020	Manhã	Verão

Tabela 15 – Especificações das campanhas realizadas no Ponto 4.

Avenida Dom Joaquim			
Campanha	Data	Turno	Estação
C5	18/07/2019	Tarde	Inverno
C9	21/08/2019	Tarde	Inverno
C15	04/09/2019	Tarde	Inverno
C19	08/10/2019	Manhã	Primavera
C24	01/11/2019	Tarde	Primavera
C27	19/11/2019	Manhã	Primavera
C32	19/12/2019	Manhã	Primavera
C37	14/01/2020	Manhã	Verão
C41	04/02/2020	Manhã	Verão
C43	10/02/2020	Manhã	Verão
C48	19/03/2020	Manhã	Verão

Tabela 16 – Especificações das campanhas realizadas no Ponto 5.

Praia do Laranjal			
Campanha	Data	Turno	Estação
C6	19/07/2019	Tarde	Inverno
C7	21/07/2019	Tarde	Inverno
C10	23/08/2019	Tarde	Inverno
C17	15/09/2019	Tarde	Inverno
C23	25/10/2019	Tarde	Primavera
C28	24/11/2019	Tarde	Primavera
C34	20/12/2019	Tarde	Primavera
C39	16/01/2020	Manhã	Verão
C42	06/02/2020	Manhã	Verão
C52	20/03/2020	Tarde	Verão
C53	21/03/2020	Manhã	Verão

Em decorrência da pandemia ocasionada pelo vírus Sars-Cov 2, os trabalhos de campo foram interrompidos a partir de abril de 2020. Assim, as campanhas de monitoramento foram iniciadas em julho de 2019 e finalizadas em março de 2020.

3.2.2 Coleta dos dados

As campanhas de monitoramento dos dados e a aplicação dos questionários ocorreram no período diurno. Previamente aos dias em que o trabalho de campo estava previsto para ser realizado foi feito o acompanhamento das condições meteorológicas para garantir que não fossem organizados levantamentos em dias de chuva, o que inviabilizaria o trabalho.

Nos dias de realização das campanhas de monitoramento, o medidor de estresse térmico foi instalado sobre o tripé, montado e posicionado na altura adequada. Conforme a ISO 7726 (ISO, 1998), a base do equipamento ficou 110 cm distante do piso. Após o posicionamento do TGD-400, foram realizados os procedimentos necessários para o pleno funcionamento do equipamento, sendo eles: posicionamento da esfera térmica de 2"; retirada da proteção do termostato NTC que verifica a temperatura de bulbo seco; verificação da higiene da haste do bulbo úmido e colocação de água destilada no reservatório.

Apesar do medidor de estresse térmico dispor de capacidade de armazenamento, os dados registrados foram salvos diretamente em um notebook. Quando o TGD-400 era ligado, era necessário desabilitar a função de desligamento automático e destravar o sensor do fluxo de ar. Através do software do TGD-400, era configurado o salvamento dos registros coletados e o horário do equipamento era sincronizado com o sistema do computador.

Após o acionamento e configuração dos procedimentos, eram necessários 20 minutos para que ocorresse a estabilização das medidas de temperatura do globo com o ambiente. O início do salvamento dos dados ocorria após transcorrer o tempo necessário para a estabilização do globo, a partir desse instante, podia ser iniciada a aplicação dos questionários.

Os valores das variáveis microclimáticas foram registrados pelo equipamento a cada 5 segundos. Se optou por fazer o registro dessa maneira para que os dados correspondessem ao mais próximo possível das condições verificadas no momento da entrevista. Foi realizada a média dos 3 minutos anteriores ao término anotado no

questionário para determinar os valores das condicionantes microclimáticas durante a aplicação dos questionários. O horário de início das entrevistas não foi registrado para que não houvesse nenhuma interrupção da entrevista, já que nesse caso, o entrevistador deveria se dirigir até o equipamento para verificar o horário específico. O horário registrado em cada questionário sempre correspondeu ao término da entrevista.

Para a realização das entrevistas, os transeuntes eram abordados por um dos entrevistadores e convidados a participar do estudo. A cada potencial participante foi informado como o estudo consistia, como ocorreria a participação e a relevância de cada entrevista realizada.

3.3 Determinação dos valores de TRM e de PET

Após a realização dos levantamentos de campo ocorreram os procedimentos para a determinação dos valores de TRM e de PET. Os dados coletados pelo equipamento foram salvos diretamente no computador e tabulados para que fossem utilizados nos cálculos de TRM e de PET. As respostas dos questionários foram digitadas e, após a conferência quanto aos dados preenchidos, foram organizados em uma planilha eletrônica, na qual os questionários foram numerados. A partir das tabulações dos dados microclimáticos e dos questionários organizados e tabulados foram calculados os valores de TRM e de PET.

3.3.1 Cálculo da TRM

Para a determinação dos valores de Temperatura Radiante Média (TRM) foram necessários os dados registrados de velocidade do ar (em m/s), temperatura do ar (em °C), umidade relativa (em %) e temperatura do globo (em °C). Os cálculos necessários para a determinação dos valores de TRM puderam ser realizados após a tabulação e organização dessas informações coletadas nas campanhas de monitoramento.

A base para o cálculo da temperatura radiante média é o coeficiente de troca de calor por convecção, seja ela natural ou forçada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014a). Os dados de diâmetro e emissividade do globo utilizado no estudo foram necessários na equação empregada para a determinação dos valores de TRM. Neste

estudo, foi utilizada a equação para convecção forçada estabelecida pela ISO 7726 (ISO, 1998), que corresponde a Equação 2, apresentada no item 2.3.1.4, para a determinação dos valores de temperatura radiante média.

3.3.2 Determinação dos valores de PET

Para a obtenção dos valores de Temperatura Fisiológica Equivalente para cada questionário aplicado foram necessários os valores das variáveis TRM ($^{\circ}\text{C}$), temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade do ar (%) e velocidade do ar (m/s) correspondentes ao horário (hh:mm) em que a entrevista foi finalizada. Salienta-se que os valores das variáveis referentes a este horário correspondem a média dos dados registrados ao longo de três minutos. O programa desenvolvido por Matzarakis, Rutz e Mayer (2007b) denominado RayMan calcula os fluxos de radiação de ondas curtas e longas no corpo humano e calcula os valores de PET, além de ser possível a determinação de outros índices térmicos.

Na Figura 15 é apresentada a interface do RayMan, sendo que neste estudo foi utilizada a versão 2.2 desse programa.

Figura 15 – Interface do programa RayMan.

Para a obtenção dos valores de PET foram estabelecidos ajustes na configuração do programa para a inserção dos dados de entrada necessários. Na tela inicial do RayMan foram adicionadas as informações geográficas da localidade de estudo, os dados referentes ao indivíduo padrão, a atividade metabólica e assinalado o índice térmico PET.

Na aba "Table", foram demarcados os dados de entrada. Entre os itens possíveis de seleção, foram assinaladas as opções de data, horário, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura radiante média (Figura 16).

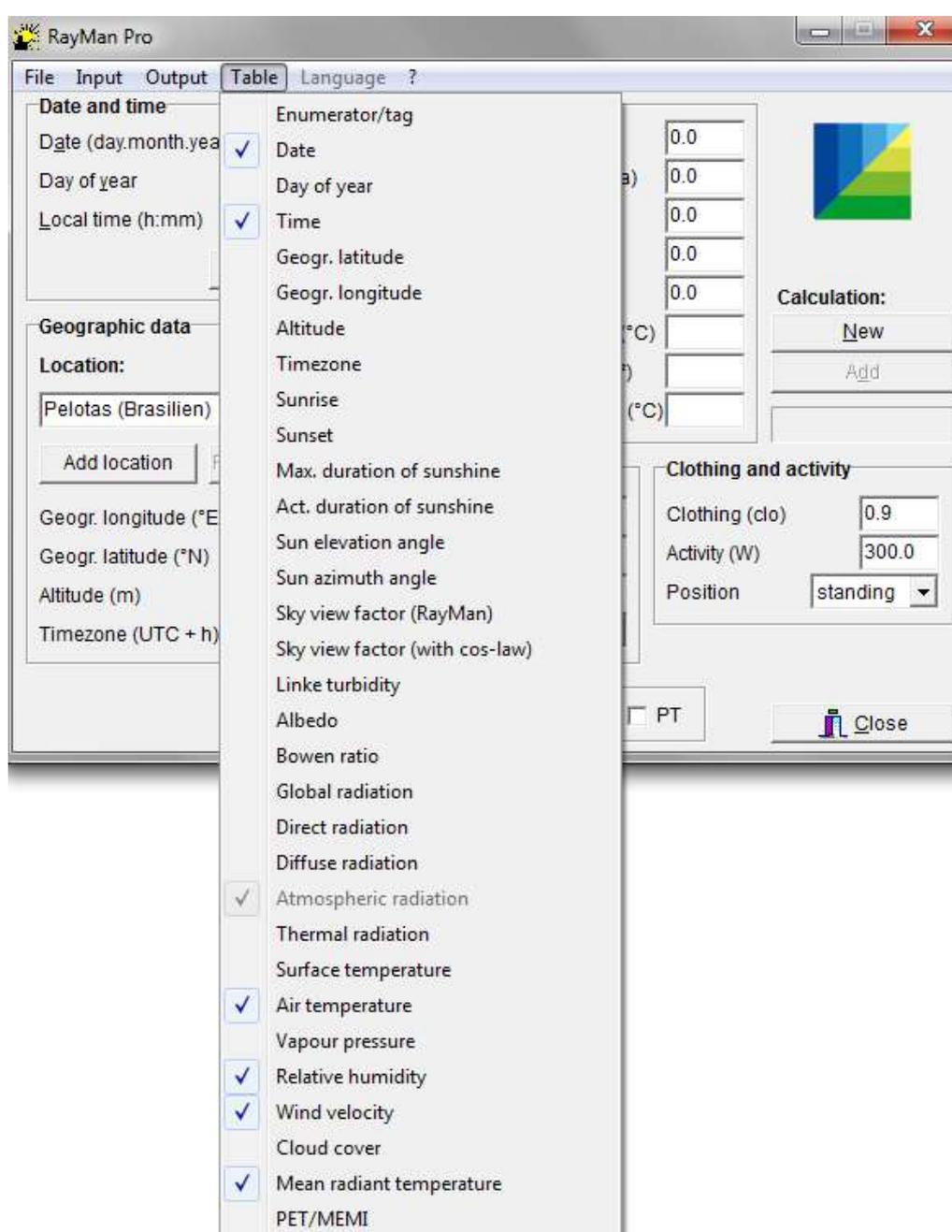


Figura 16 – Configuração da aba Table.

Após a seleção dos itens na aba "Table", foi realizada a etapa seguinte, que consistia da configuração do item "Datafile". Na aba "Input", selecionou-se a opção "Datafile", conforme demonstrado na Figura 17.

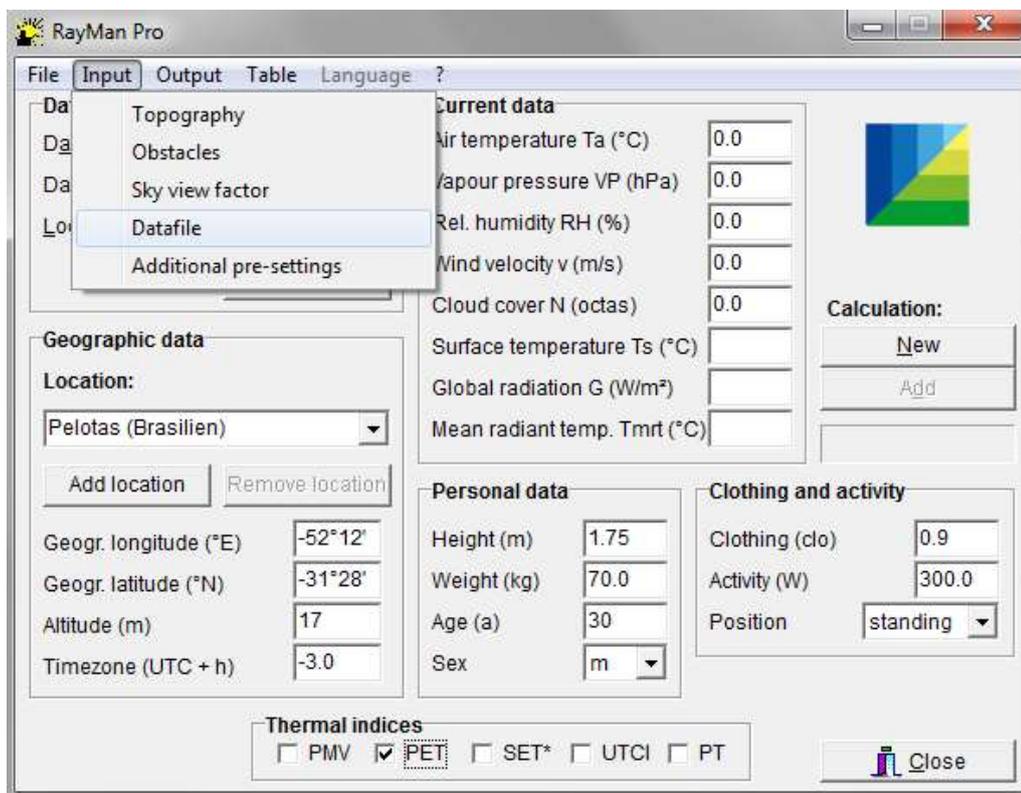


Figura 17 – Aba *Input*, seleção do item *Datafile*.

Após a seleção de "Datafile" foi aberta uma nova janela, na qual foram assinaladas as opções de data, horário, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, temperatura radiante média e isolamento térmico das vestimentas (Figura 18). A configuração desse item se refere às informações existentes no arquivo de entrada dos dados necessários para a determinação dos valores de PET.

Após a demarcação desses itens, ainda na janela "Datafile", foi selecionado o arquivo, em formato ".txt", que continha os dados de entrada, organizados na respectiva ordem indicada na aba "Table". Ao finalizar as configurações nessa janela, foi selecionado o botão "Close".

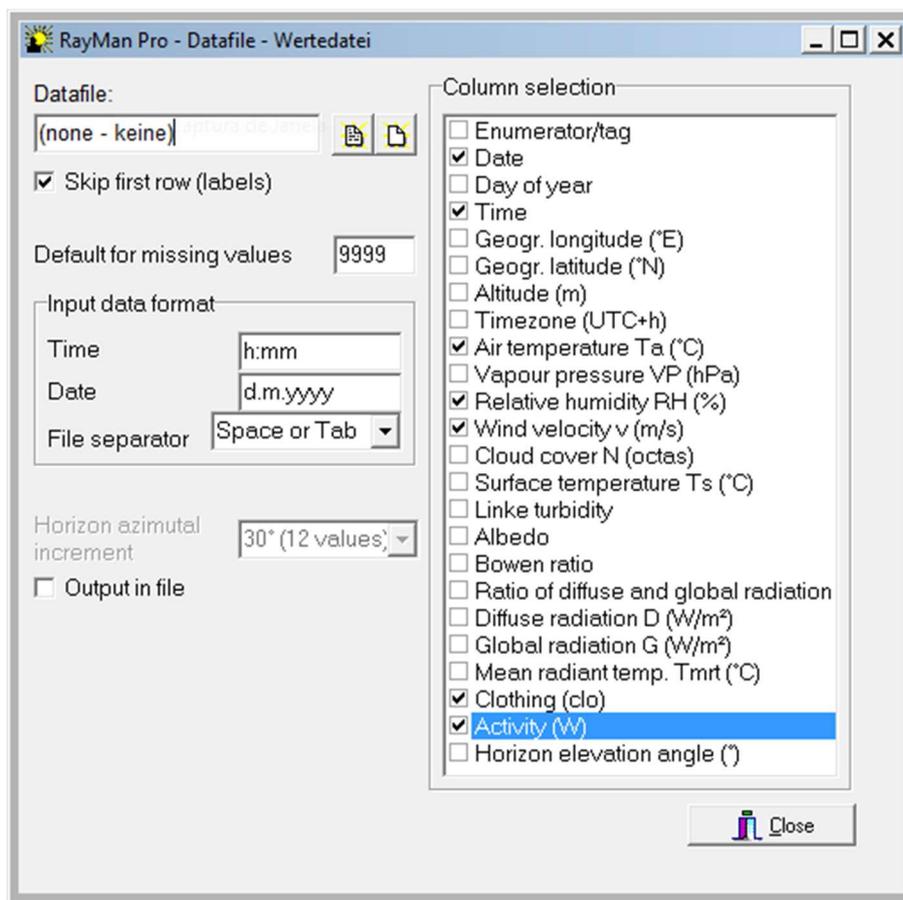


Figura 18 – Configuração da janela *Datafile*.

As informações de temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura do globo, temperatura radiante média, isolamento térmico da vestimenta, data e horário referentes a cada questionário aplicado correspondiam aos dados de entrada necessários. O valor correspondente ao isolamento térmico da vestimenta correspondia ao somatório das peças utilizadas por cada indivíduo. O arquivo com essas informações referentes aos questionários não continha cabeçalho e as casas decimais dos valores das variáveis foram separadas por ponto.

Após a realização das configurações mencionadas, ao voltar a janela inicial do software RayMan, foi acionado o item "New" (evidenciado na Figura 19) para que fossem calculados os valores de PET.

The screenshot shows the RayMan Pro software interface. The window title is "RayMan Pro". The menu bar includes "File", "Input", "Output", "Table", "Language", and "?".

Date and time: Date (day.month.year) is 1.1.2020, Day of year is 1, Local time (h:mm) is 12:00. There is a "Now and today" button.

Geographic data: Location is Pelotas (Brasilien). There are "Add location" and "Remove location" buttons. Geogr. longitude (°E) is -52°12', Geogr. latitude (°N) is -31°28', Altitude (m) is 17, and Timezone (UTC + h) is -3.0.

Current data: Air temperature Ta (°C) is 0.0, Vapour pressure VP (hPa) is 0.0, Rel. humidity RH (%) is 0.0, Wind velocity v (m/s) is 0.0, Cloud cover N (octas) is 0.0, Surface temperature Ts (°C) is empty, Global radiation G (W/m²) is empty, and Mean radiant temp. Tmrt (°C) is empty.

Personal data: Height (m) is 1.75, Weight (kg) is 70.0, Age (a) is 30, and Sex is m.

Clothing and activity: Clothing (clo) is 0.9, Activity (W) is 300.0, and Position is standing.

Calculation: There are "New" and "Add" buttons.

Thermal indices: There are checkboxes for PMV, PET (checked), SET*, UTCI, and PT.

A "Close" button is located at the bottom right.

Figura 19 – Item New.

Após a realização dos cálculos, o programa abre uma janela com os resultados obtidos, sendo que estas informações foram salvas no formato “.txt”. Este arquivo continha os valores de PET, apresentados em graus Celsius (°C), obtidos para cada questionário aplicado.

Os dados biométricos utilizados para a determinação dos valores de PET, considerando o sexo biológico de cada participante, correspondem aos valores de referência estabelecidos pela ISO 8996 (ISO, 2004), em que um homem padrão apresenta 30 anos, 70 kg e 1,75 m, enquanto 30 anos, 60 kg e 1,60 m são os aspectos correspondentes a mulher padrão. Para a determinação dos valores de PET, foi adotado para a taxa metabólica o valor 300 W para cada questionário validado, equivalente a um indivíduo caminhando a velocidade de 4 km/h. Esta opção em relação a atividade metabólica definida para a totalidade da amostra ocorreu pela constatação que a maioria dos participantes do estudo estavam caminhando.

3.4 Apresentação e análise dos resultados

Os dados coletados foram tratados e apresentados de duas maneiras distintas. As informações geraram resultados descritivos, que primeiramente foram

apresentados considerando a totalidade da amostra coletada e, após, foram obtidos os resultados para cada ponto analisado. A calibração do índice PET para os espaços abertos da cidade de Pelotas foi proposta por meio dos dados obtidos. A seguir, a obtenção dos resultados descritivos e de calibração serão explanados.

3.4.1 Resultados descritivos

A análise descritiva dos dados foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, considerou-se a totalidade da amostra, enquanto na segunda apenas os dados obtidos em cada ponto de forma em separado.

Para a totalidade da amostra foram gerados os gráficos de barras para as questões apresentadas nos questionários. Estes resultados foram gerados a fim de demonstrar um panorama geral das informações coletadas.

Para cada ponto foram geradas as respostas para as questões analisadas e apresentadas por meio dos gráficos de barras. Neste caso, as respostas foram apresentadas por sexo biológico.

Havia outras possibilidades de seleção e apresentação dos resultados descritivos, de maneira a especificar mais as informações coletadas. Apresentar um panorama total do estudo realizado em Pelotas e também observar as diferenças em cada ponto de análise foram aspectos ponderados para a definição desse modo de apresentação dos resultados.

O tempo mínimo de residência na cidade e o tempo no espaço externo são aspectos de eliminação dos questionários. A revisão das informações digitadas e/ou tabuladas auxiliou para minimizar os erros relacionados aos dados coletados e questionários preenchidos.

3.4.2 Calibração do índice PET

Após a determinação dos valores de PET para cada questionário aplicado e validado, procedeu-se para a calibração do índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente para os espaços abertos da cidade de Pelotas - RS. O método de regressão linear foi o utilizado, considerando o agrupamento dos votos de conforto obtidos em função da sensação térmica predita, com vistas a determinar as faixas de sensação térmica locais definidas em função do índice PET.

A escala de sete pontos de sensação térmica foi utilizada nesse estudo. Os pontos estabelecidos apresentam variação de -3 até +3, que correspondem, respectivamente, as sensações de muito frio até muito calor.

Foi gerada uma média dos votos de sensação térmica para a variação discreta de 1°C PET, de acordo com o método estabelecido por De Dear e Fountain (1994). Para cada variação de 1°C PET, o valor do voto de sensação térmica corresponde a média dos votos de sensação térmica contidos nessa faixa de PET. Desse modo, na regressão linear para determinação da calibração dos níveis de sensação térmica locais foram considerados os valores de PET e a média dos votos de sensação térmica agrupados.

A fim de minimizar a ocorrência de valores de sensação térmica tendenciosos, foi estabelecido que as médias dos valores de sensação térmicas agrupados deveriam conter, no mínimo, cinco respostas. Desta forma, para cada faixa de variação de 1°C na escala PET deveria conter pelo menos cinco votos de percepção térmica declarados, esses valores foram desconsiderados para a calibração do índice PET.

Através da equação da linha de tendência gerada, foram determinados os valores referentes as faixas do índice PET para os espaços abertos da cidade de Pelotas - RS. Conforme o estabelecido pela ISO 7730 (ISO, 2005), classe B, o intervalo considerado termicamente confortável é delimitado pela variação da sensação térmica entre os valores -0,50 e +0,50 e compreende os valores de PET situados nesta faixa. A temperatura de neutralidade térmica é obtida quando o voto de sensação térmica corresponde ao voto nulo, ou seja, zero. O desconforto por frio ocorre quando o valor de PET for menor ao limite inferior da faixa de conforto térmico, enquanto o desconforto por calor acontece quando o valor de PET for maior que o limite superior da faixa de conforto térmico.

3.4.3 Determinação do PD

Na determinação do percentual de pessoas insatisfeitas (PD) considera-se os votos agrupados de sensação térmica -3, -2, -1, 1, 2 e 3. A norma ISO 7730 (ISO, 2005), na qual é considerada a equação prevista por Fanger (1970), é observada para a análise do percentual de insatisfeitos.

4 Resultados

Os resultados obtidos a partir dos dados coletados são apresentados a seguir e foram executados em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a análise descritiva, na qual foram considerados os registros das variáveis microclimáticas coletadas ao longo das campanhas realizadas e as respostas de cada entrevista validada. Na segunda etapa foi realizada a calibração do índice térmico PET para os espaços abertos da cidade de Pelotas - RS. A compreensão do microclima local dos pontos de análise durante a realização das atividades de campo foi embasada pela análise descritiva das condicionantes climáticas, que também possibilitou observar a influência desses aspectos nos valores de PET. A análise descritiva das respostas das entrevistas realizadas contribuiu para a compreensão das percepções dos usuários dos espaços abertos no município quanto ao ambiente térmico a que estão expostos. A calibração do índice térmico foi obtida através da regressão linear.

4.1 Resultados descritivos

A análise descritiva dos resultados obtidos foi iniciada pela quantificação dos questionários aplicados, com a contabilização daqueles considerados validados e invalidados. Esses resultados consideraram cada campanha de monitoramento realizada e a quantificação está apresentada por ponto de coleta (Tabela 17).

Tabela 17 – Quantificação dos questionários aplicados por ponto de análise.

Ponto	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
Ponto 1	370	84	454
Ponto 2	319	80	399
Ponto 3	368	72	440
Ponto 4	354	21	375
Ponto 5	268	38	306
Somatório	1.679	295	1.974

A partir da quantificação e validação dos questionários aplicados, foi observado que a quantidade validada é superior ao total calculado pela amostragem adotada, que correspondia a 196 entrevistas, com erro amostral de 7% e confiabilidade de 95%. Todas as invalidações das entrevistas ocorreram em decorrência do participante estar no ambiente externo há menos de 15 minutos.

Após a verificação da quantidade de entrevistas realizadas optou-se por apresentar os resultados obtidos para o conjunto das campanhas realizadas, considerando a totalidade da amostra, seguido pelos resultados verificados para cada ponto de coleta.

4.1.1 Conjunto das campanhas de monitoramento

Nesta seção serão apresentados os resultados referentes à totalidade das informações obtidas no decorrer das 53 campanhas de monitoramento realizadas.

Na Tabela 18 constam os dados coletados das variáveis climáticas, que apresenta a análise descritiva da temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 18 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas em todo o período de coleta de dados do estudo.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	Umidade Rel. (%)	Temp. Globo (°C)	MRT (°C)
N	46.356	46.356	46.356	46.356	46.356
Mínimo	10,0	0,0	30,2	11,2	11,2
Média	23,8	0,7	63,0	27,0	31,2
Máximo	36	13,6	94,6	42	68,9
Amplitude	26	13,6	64,4	30,8	57,8
Mediana	24,7	0	63,9	27,7	28,8
Desvio padrão	5,3	1,68	11,3	6,3	11,7
Coefficiente de variação	22,5	-	17,9	23,3	37,4

Há uma grande variabilidade entre os dados coletados, observa-se que as médias de temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa apresentam diferenças em relação às médias constatadas pelas Normais Climatológicas do Brasil para Pelotas – RS (INMET, 2018), considerando que o estudo realizou coletas ao longo de 9 meses, mas estão de acordo com os padrões verificados na região. A temperatura do ar mais alta foi registrada no verão e a mais baixa ocorreu no inverno. Os dados de temperatura do ar coletados durante os levantamentos de campo

apontam que o inverno de 2018 não registrou nenhuma excepcionalidade quanto a variação de temperatura do ar. O maior registro de velocidade do vento foi constatado no verão. Os valores mínimo e máximo de umidade relativa foram identificados no período de inverno. Para a temperatura do globo, foi observado que o mínimo e o máximo registros ocorreram, respectivamente, no inverno e no verão. A TRM obteve o menor valor registrado no inverno e o maior foi constatado na primavera.

A Tabela 19 apresenta a análise descritiva dos valores do índice temperatura fisiológica equivalente para cada entrevista realizada e validada:

Tabela 19 – Análise descritiva dos valores de PET (°C) determinados para toda amostra.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	1.679	443	613	623
Mínima	9,7	9,7	11,8	20,9
Média	27,9	20,8	29,8	31
Máxima	51,2	31,5	51,2	44,9
Amplitude	41,5	21,8	39,4	24
Mediana	27,9	21,3	28,9	29,6
Desvio padrão	6,7	4,5	6,2	4,5
Coefficiente de variação	24,1	21,9	20,7	14,5

Os valores verificados apontam que a média dos valores de PET obtidos se aproxima mais da média dos valores constatados na primavera. As mínimas verificadas no inverno e na primavera são mais próximas. O valor máximo de PET foi verificado durante a primavera, possivelmente por influência dos valores mais altos de temperatura radiante média constatados nessa estação.

Os Gráficos 1 a 4 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais verificadas para a totalidade do conjunto da amostra que compõe o estudo.

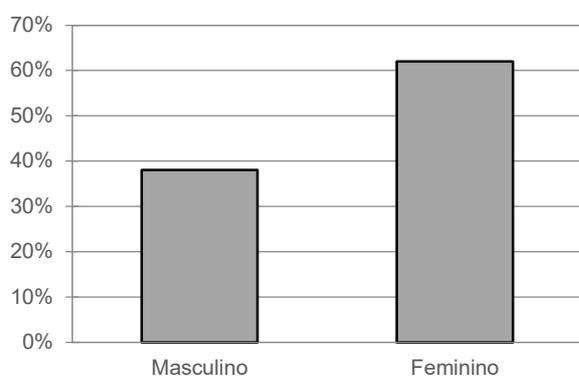


Gráfico 1 – Sexo biológico dos participantes, considerando a totalidade da amostra.

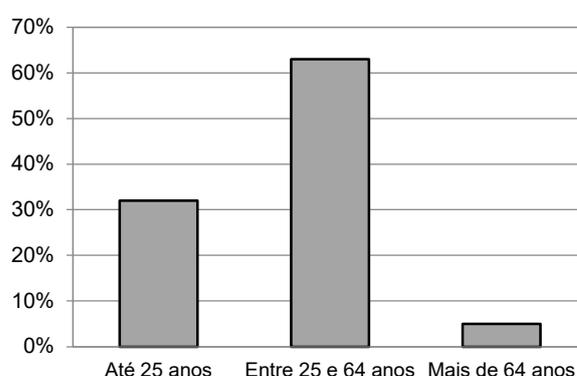


Gráfico 2 – Faixa etária dos participantes, considerando a totalidade da amostra.

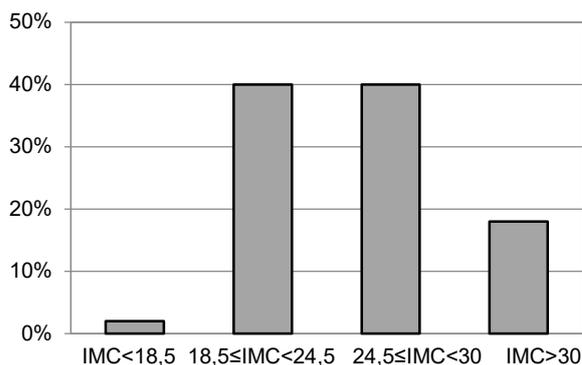


Gráfico 3 – IMC dos participantes, considerando a totalidade da amostra.

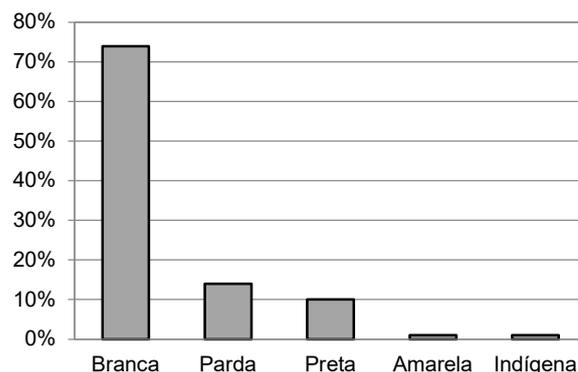


Gráfico 4 – Cor de pele autodeclarada pelos participantes, considerando a totalidade da amostra.

Os gráficos apresentam informações sobre a biometria dos participantes do estudo. Quanto ao sexo biológico, a maior participação foi do público feminino, que corresponde a 62% dos entrevistados, os 38% restantes se referem aos participantes do sexo biológico masculino. No município de Pelotas, em proporções diferentes, a maioria da população também é composta pelo sexo feminino, que corresponde 53% dos residentes, enquanto 47% dos habitantes são do sexo masculino. A faixa etária daqueles com idades entre 25 e 64 anos apresenta maior frequência, correspondente a 63%, seguida das faixas até 25 anos (32%) e acima de 64 anos (5%). Na composição da amostra, quanto ao índice de massa corporal, duas categorias apresentam 40% cada uma, nas classes de eutrofia e sobrepeso, enquanto 18% correspondem aos indivíduos com obesidade e 2% se referem aqueles que estão com baixo IMC. Observa-se que a amostra é composta majoritariamente por pessoas que se auto identificaram com a cor de pele branca, que equivale a 73% dos participantes, seguidos pela cor parda com 14% e com a cor preta, que corresponde a 11%. Indivíduos com a cor de pele amarela e indígena corresponderam a 1%, cada um. A distribuição da amostra do estudo realizado em Pelotas demonstra ser representativa da população do município, conforme os dados do Censo realizado pelo IBGE em 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Nos Gráficos 5 e 6 são apresentadas as respostas dos participantes quanto a frequência e razão do uso dos espaços.

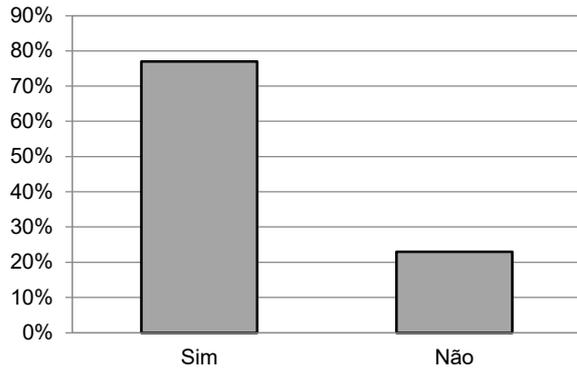


Gráfico 5 – Frequência de uso do local pelos participantes, considerando a totalidade da amostra.

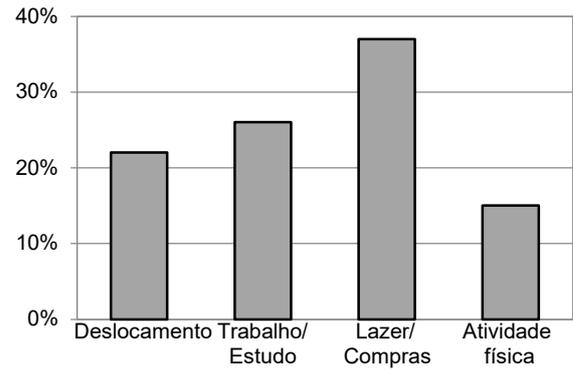


Gráfico 6 – Razão do uso do local, considerando a totalidade da amostra.

O uso frequente dos locais de análise foi apontado por 77% dos participantes. Quanto ao motivo da utilização dos espaços, o mais frequente foi o uso por lazer e/ou compras, que representa 37%. Os usos por motivos de trabalho ou estudo e deslocamento correspondem, respectivamente, a 26% e 22%, já a utilidade em razão de atividade física equivale a 15%. Esta predominância dos usos por lazer e/ou compras pode ser explicado pela localização dos pontos de coleta, sendo que três estão situados no centro comercial do município e outros dois pontos são muito utilizados para lazer. A amostra aponta que 95% dos participantes se consideram urbanos e 5% referem-se à parcela rural.

Os Gráficos 7 a 10 apresentam os resultados obtidos acerca das questões de uso do ar condicionado nos ambientes domiciliar, de trabalho e no último espaço fechado em que o participante esteve e quanto ao tempo no ambiente externo.

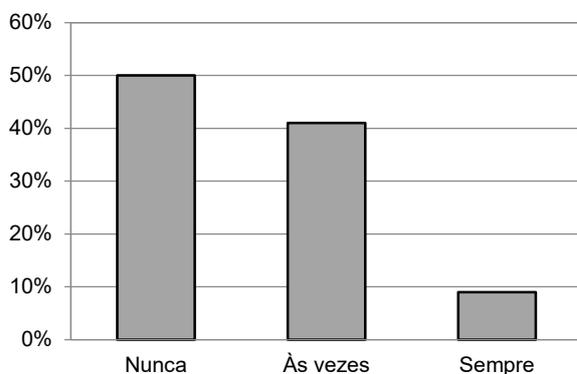


Gráfico 7 – Uso do ar-condicionado no ambiente residencial, considerando a amostra total.

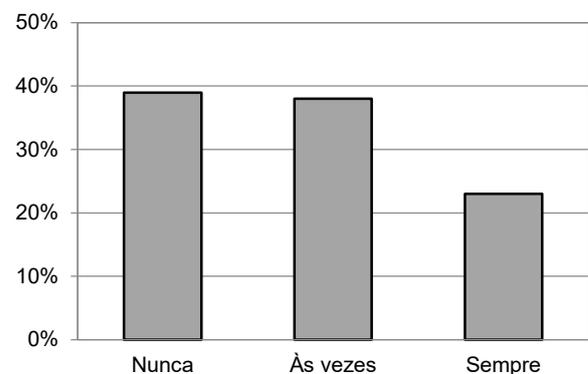


Gráfico 8 – Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho, considerando a amostra total.

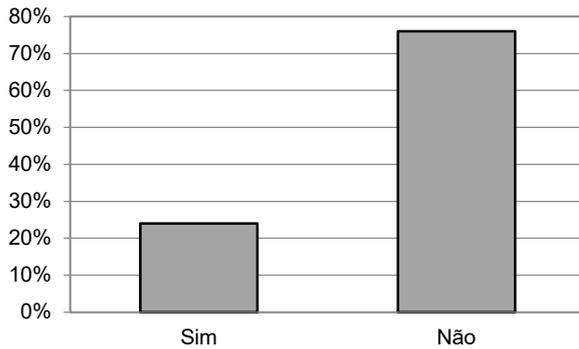


Gráfico 9 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando a totalidade da amostra.

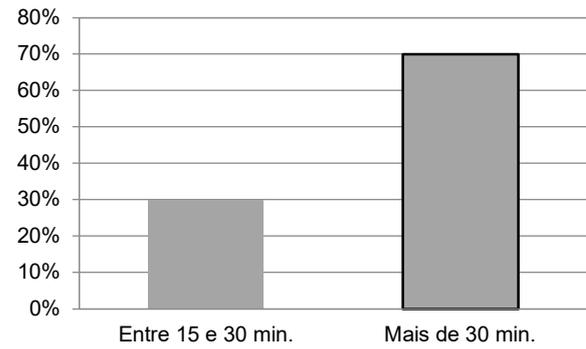


Gráfico 10 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando a totalidade da amostra.

O uso da climatização artificial no ambiente residencial não apresenta tanta disparidade entre aqueles que nunca utilizam o ar condicionado e para aqueles que utilizam de vez em quando, respectivamente, correspondem a 50% e 41%. Os indivíduos que sempre utilizam o ar condicionado totalizam 9% da amostra. Observe-se que 50% dos participantes nunca utilizam a climatização artificial e o restante representa aqueles que utilizam ar condicionado às vezes ou sempre. No ambiente de trabalho, verifica-se um equilíbrio maior entre os que nunca utilizam ar condicionado e aqueles que o usam ocasionalmente, respectivamente, correspondem às parcelas de 39% e 38%. A frequência de uso contínuo da climatização artificial no trabalho é equivalente a 23%, sendo maior que o verificado no ambiente residencial para a mesma categoria.

A maioria dos participantes não esteve em um ambiente climatizado artificialmente antes da participação no estudo e representam 76% da amostra. Quanto ao tempo no espaço externo, a participação mais frequente foi daqueles que estavam a mais de 30 minutos no ambiente aberto, equivalente a 70%.

Nos Gráficos 11 a 16 estão apresentados os resultados quanto às percepções térmicas e de ventilação:

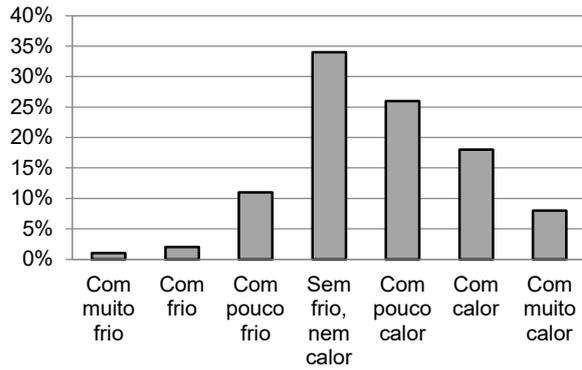


Gráfico 11 – Percepção da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.

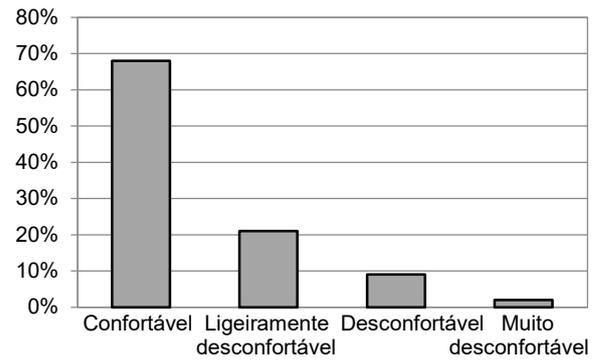


Gráfico 12 – Avaliação da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.

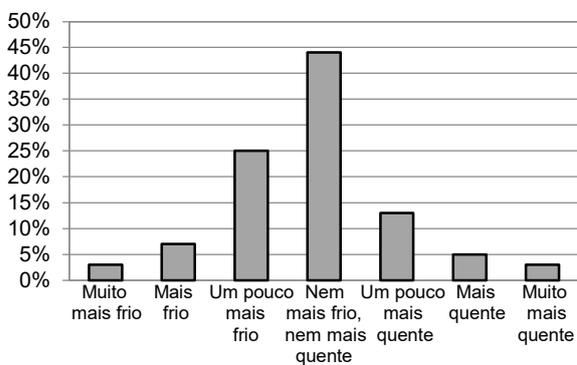


Gráfico 13 – Preferência da sensação térmica dos participantes, considerando a amostra total.

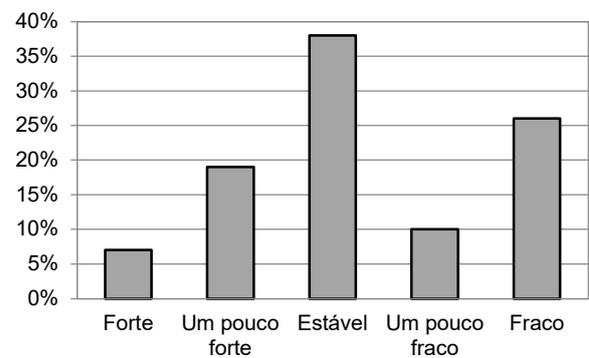


Gráfico 14 – Percepção dos participantes quanto ao vento, considerando a totalidade da amostra.

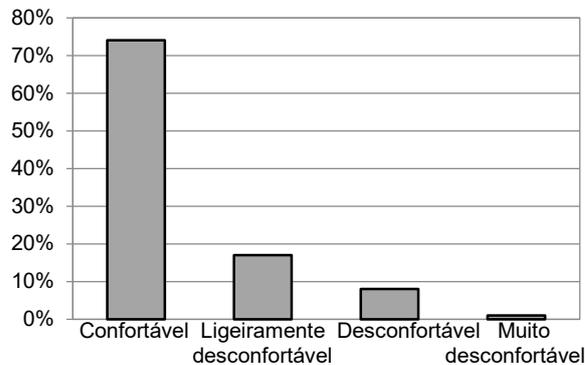


Gráfico 15 – Avaliação dos participantes quanto ao vento, considerando a totalidade da amostra.

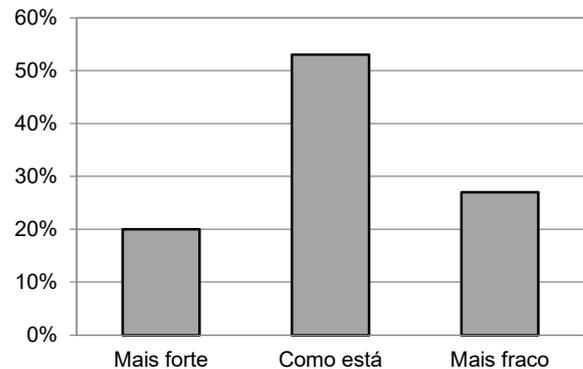


Gráfico 16 – Preferência dos participantes quanto ao vento, considerando amostra total.

Na percepção da sensação térmica dos indivíduos, com a utilização da escala de sete pontos, foi registrada a maior frequência de respostas para “sem frio, nem calor”, correspondente a 34% da totalidade da amostra. A segunda alternativa com maior incidência de respostas foi “com pouco calor”, com 26%, seguida pela opção “com calor”, que equivale a 18% da amostra. As opções de resposta relacionadas ao calor obtiveram maiores ocorrências dos que às relativas à sensação de frio, o que pode ser justificado devido à população não ter sido exposta a estas condições

climáticas. Cerca de 15% dos participantes afirmaram que sentiam algum nível de frio. Quanto à avaliação em relação a sua resposta de sensação térmica, 68% dos indivíduos estavam confortáveis e 21% se consideraram ligeiramente desconfortáveis. Observa-se que aqueles que apontaram sentir pouco frio ou pouco calor também estavam confortáveis com essa percepção. Em relação à preferência térmica, o mais frequente foi a categoria “nem mais frio, nem mais quente”, correspondente a 44%. Neste caso, a segunda resposta com maior ocorrência foi a preferência por um pouco mais frio, com 25%. A frequência da preferência para que estivesse um pouco mais frio é condizente com as percepções daqueles que sentiam calor e muito calor. Observa-se que as opções extremas (muito mais frio e muito mais calor) obtiveram o mesmo percentual, as categorias “mais frio” e “mais quente” apresentaram valores semelhantes, sendo que os somatórios dessas opções denotam valores próximos.

Quanto à percepção do vento no momento da realização da entrevista, o mais frequente foi a resposta “estável”, com 38%, seguida pelas opções “fraco” e “um pouco forte” que, respectivamente, correspondem a 26% e 19%. A maioria dos participantes se consideraram confortáveis com as condições do vento, equivalente a 74%. O mais frequente na preferência do vento foi “como está”, com 53% da totalidade das respostas.

Os Gráficos 17 e 18 apresentam os resultados quanto às questões acerca da atividade metabólica desenvolvida pelos participantes e o isolamento das vestimentas.

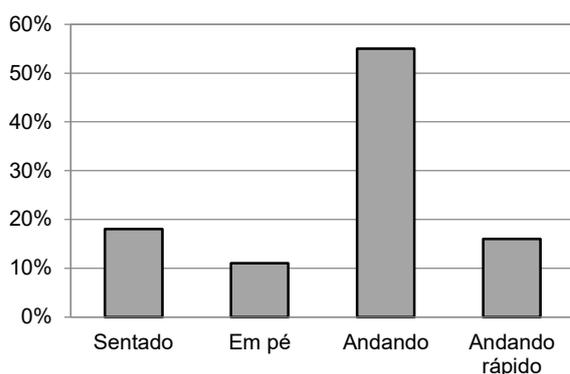


Gráfico 17 – Atividade metabólica dos participantes, considerando a amostra total.

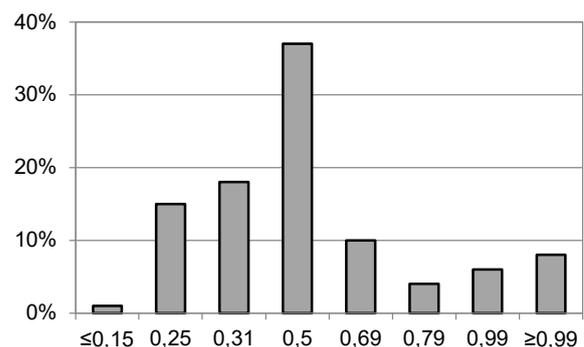


Gráfico 18 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes, considerando a totalidade da amostra.

Observa-se que a atividade metabólica mais frequente foi a alternativa “andando”, que corresponde a 55%. Verifica-se um equilíbrio entre as opções “sentado” e “andando rápido”, respectivamente, equivalem a 18% e 16%. Quanto ao isolamento térmico da vestimenta, o mais frequente foi 0,50 clo, com 37%. A segunda

categoria mais recorrente foi 0,31 clo, seguida por 0,25 clo que correspondem, respectivamente, a 18% e 15%.

4.1.2 Ponto 1: Praça Coronel Pedro Osório

A Tabela 20 apresenta a quantificação dos questionários aplicados em cada campanha de monitoramento realizada na Praça Coronel Pedro Osório, considerando os questionários validados, os eliminados e a totalidade, além de apontar os somatórios obtidos neste local de análise.

Tabela 20 – Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 1.

Praça Coronel Pedro Osório			
Campanha	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
C3	29	7	36
C12	34	14	48
C16	56	5	61
C21	43	25	68
C29	17	18	35
C33	45	7	52
C40	48	4	52
C46	53	4	57
C50	34	0	34
C51	11	0	11
Somatório	370	84	454

Na Tabela 21 constam os dados coletados das variáveis climáticas, a análise descritiva apresenta os valores de temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 21 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 1.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	Umidade Rel. (%)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)
N	8.689	8.689	8.689	8.689	8.689
Mínimo	15,9	0	34,9	16,5	16,6
Média	25,9	0,1	60,3	30,4	31,9
Máximo	34,8	6,0	83,5	41,0	68,5
Amplitude	18,9	6,0	48,5	24,5	51,9
Mediana	26,8	0	62,1	30,3	31,1
Desvio padrão	4,4	0,6	10,2	5,6	8,0
Coeficiente de variação	17,0	-	16,9	18,6	25,2

O menor valor de temperatura do ar foi constatado no inverno, enquanto o maior ocorreu na primavera, apesar de ser próximo ao máximo constatado no verão. Em todas as estações ocorreu o registro dos valores mínimo e máximo de velocidade do vento. Durante o verão foram registrados os percentuais mínimo e máximo de umidade relativa, neste período, a média desta variável foi 61,9%. Na primavera e no inverno, respectivamente, a umidade relativa média correspondeu a 66,2% e 54,0%. Os valores mínimos de temperatura do globo e temperatura radiante média ocorreram durante o inverno, sendo que os máximos destas variáveis foram registrados na primavera.

A Tabela 22 apresenta a análise descritiva dos valores do índice PET para cada entrevista realizada e validada no Ponto 1. No inverno foi registrado o valor mínimo de PET, enquanto o máximo foi verificado na primavera. O valor mínimo de PET foi constatado na mesma estação em que foram registrados os valores mínimos de temperatura do globo e TRM. Observa-se que o valor máximo de PET ocorreu na primavera, mesmo período em que foi verificado o valor mais alto da TRM, o que demonstra a influência dessa variável nos valores do índice. O registro máximo ocorrido no verão corresponde a 44,9°C PET, valor próximo ao máximo coletado no ponto. As médias mais baixas ocorreram ao longo do inverno, sendo que as mais altas foram verificadas na primavera, seguidas pelas registradas no verão.

Tabela 22 – Análise descritiva dos valores de PET (°C) verificados no Ponto 1.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	370	119	105	146
Mínimo	11,4	11,4	27,4	24,9
Média	30,8	23,4	35,7	33,2
Máximo	45,0	31,5	45,0	44,9
Amplitude	33,6	20,1	17,6	20,0
Mediana	30,7	23,3	35,4	33,0
Desvio padrão	6,7	4,2	4,7	4,1
Coefficiente de variação	21,9	17,9	13,1	12,5

Os Gráficos 19 a 22 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais referentes a totalidade dos questionários validados na Praça Coronel Pedro Osório.

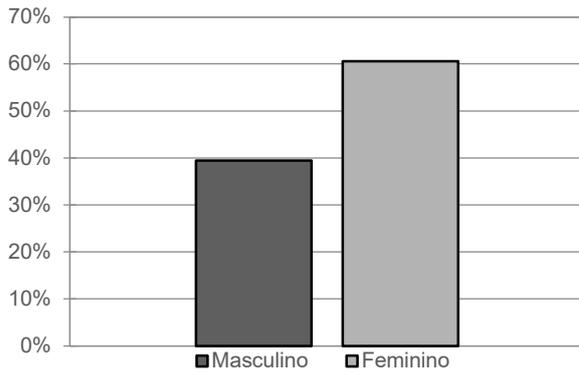


Gráfico 19 – Sexo biológico dos participantes no Ponto 1.

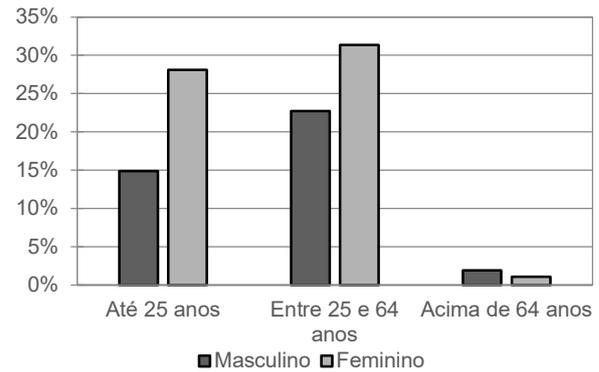


Gráfico 20 – Faixa etária dos participantes no Ponto 1.

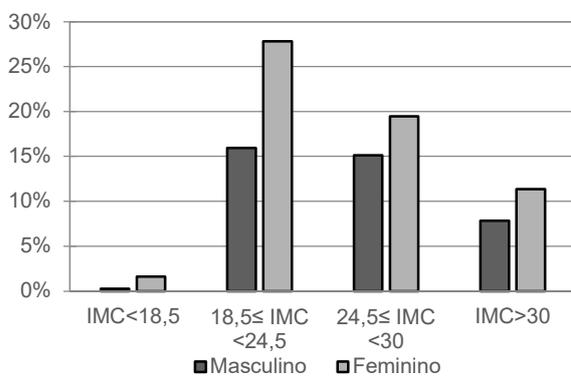


Gráfico 21 – IMC dos participantes no Ponto 1.

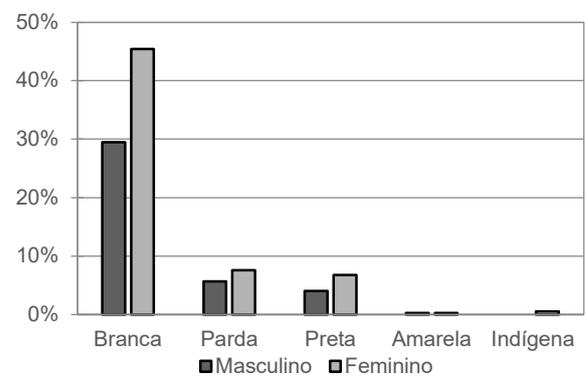


Gráfico 22 – Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 1.

Neste ponto de análise foram validadas 370 entrevistas, a maior quantidade obtida em um local de coleta, correspondente a 22% da amostra total. Destes, 224 questionários se referem ao público feminino, que correspondem a 61% do coletado ao longo das campanhas realizadas neste local, enquanto 146 foram aplicados aos indivíduos do sexo masculino, equivalente a 39%. O mais frequente quanto a idade dos participantes, considerando cada sexo biológico, foi a faixa entre 25 e 64 anos, observa-se que esta categoria representa 31% e 23% da amostra do ponto e se referem, respectivamente, aos grupos feminino e masculino. Para a parcela feminina, as participantes com idade até 25 anos representam um percentual próximo ao constatado para o grupo entre 25 e 64 anos. Houve pouca participação de pessoas com mais de 64 anos. Quando ao IMC foi verificado que a categoria “18,5≤IMC<24,5” do grupo feminino foi a mais frequente, correspondente a 28% do total da amostra do ponto, sendo que para este grupo a categoria “24,5≤IMC<30” foi a segunda mais frequente, com 19%. Para o grupo masculino, as categorias “18,5≤IMC<24,5” e “24,5≤IMC<30” apresentaram um equilíbrio de ocorrências, respectivamente, correspondem a 16% e 15%. Quanto à cor de pele, o mais frequente foi a participação

feminina e masculina de pessoas que se autodeclararam brancas, respectivamente, correspondem a 45% e 29% do total coletado neste ponto. A segunda categoria de cor de pele com mais ocorrências foi a parda, seguida pela preta, essa observação é válida para os dois grupos de sexo biológico.

Nos Gráficos 23 e 24 são apresentadas as respostas dos participantes quanto aos usos dos espaços.

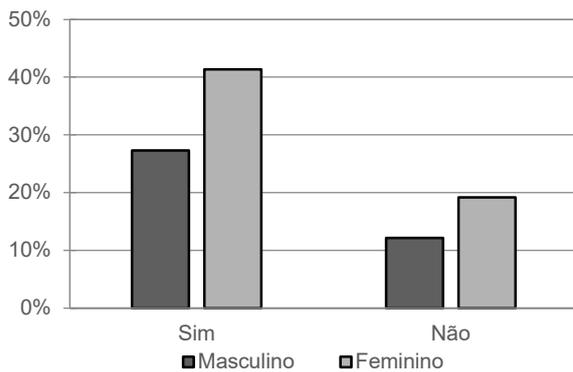


Gráfico 23 – Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 1.

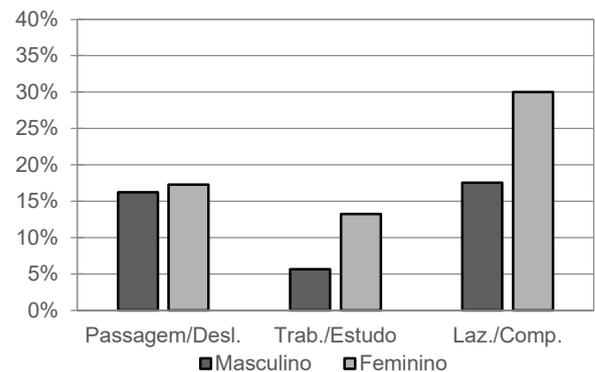


Gráfico 24 – Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 1.

Todos os respondentes conhecem o local de análise e 68% utilizam este espaço com frequência, sendo que 41% representam a parcela feminina e 27% correspondem ao grupo masculino. A maior incidência quanto a razão da utilização do espaço se deu por lazer e/ou compras, pelas participantes femininas que representam 30%. Para o grupo masculino, foi observado um equilíbrio entre as categorias relacionadas a deslocamento e lazer, em torno de 17% para cada um. O menos frequente foi a participação de indivíduos do sexo masculino por motivos de trabalho e/ou estudo. A maioria dos participantes se consideram urbanos, apenas a parcela de 3%, para cada sexo biológico, se considera rural.

Nos Gráficos 25 a 28 são apresentados os resultados obtidos acerca das questões de uso do ar condicionado nos ambientes domiciliar, de trabalho e no último espaço fechado em que o participante esteve e quanto ao tempo no ambiente externo.

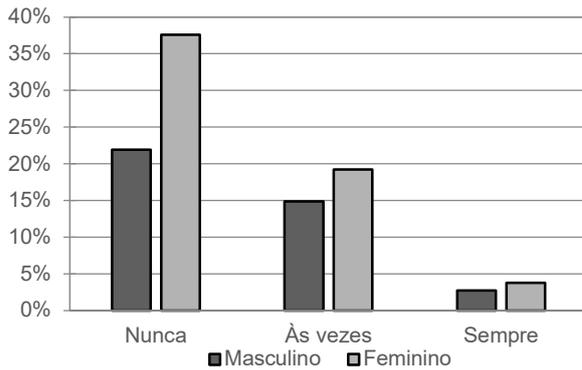


Gráfico 25 – Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 1.

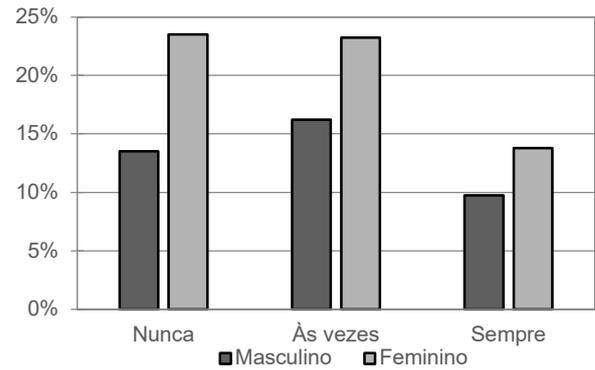


Gráfico 26 – Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 1.

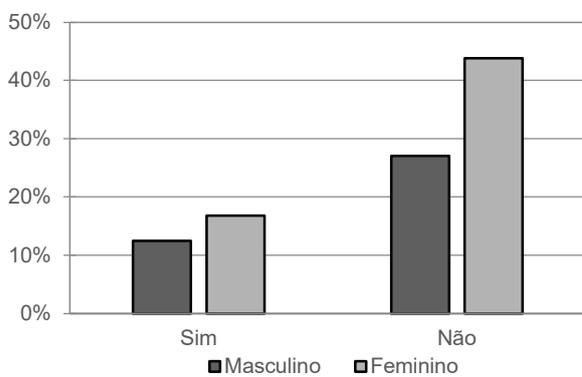


Gráfico 27 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 1.

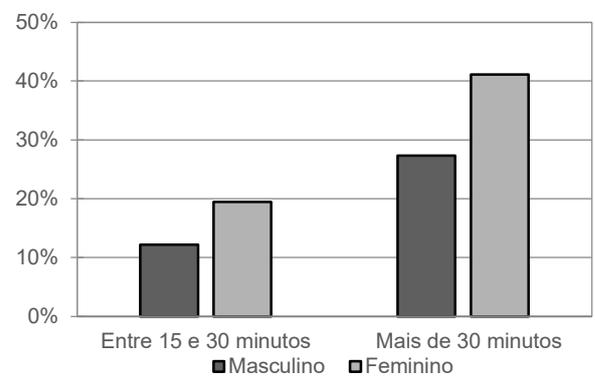


Gráfico 28 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 1.

Observa-se quanto à utilização da climatização artificial no ambiente residencial que a maior frequência nos grupos feminino e masculino aponta que as pessoas “nunca” utilizam o ar-condicionado em casa e representam, respectivamente, 38% e 22% do total obtido no ponto. Para os dois grupos, a segunda alternativa com mais ocorrências corresponde aqueles que fazem a utilização ocasional do ar-condicionado e são verificados percentuais próximos, em torno de 17%. Já no ambiente de trabalho, se observa um equilíbrio de ocorrências para as alternativas “nunca” e “às vezes”, sendo que se constata esta semelhança para cada sexo biológico. Aproximadamente 40% dos participantes apontaram que nunca utilizam a climatização artificial nos espaços de trabalho e percentual semelhante foi verificado para aqueles que fazem o uso ocasional. Na situação de uso do ar-condicionado no trabalho em comparação com a utilização no ambiente residencial, verifica-se como mais representativa a parcela de indivíduos que sempre o utilizam, sendo que esse percentual chega a ser três vezes maior (em torno de 12%) do que no espaço domiciliar (não ultrapassa 4%), considerando as médias verificadas entre os grupos. A maioria dos participantes,

cerca de 70%, não estavam em um ambiente climatizado artificialmente antes de participarem do estudo. Quanto ao tempo no ambiente externo, a parcela mais representativa dos indivíduos estava há mais de 30 minutos no espaço aberto, sendo que 41% destas ocorrências são referentes ao público feminino e 27% ao masculino.

Nos Gráficos 29 a 40 estão apresentados os resultados quanto à percepção térmica dos participantes no Ponto 1.

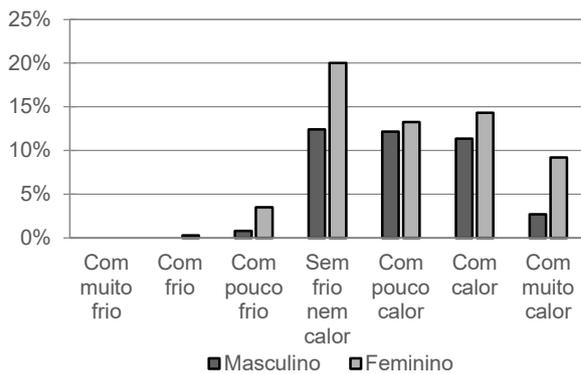


Gráfico 29 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1.

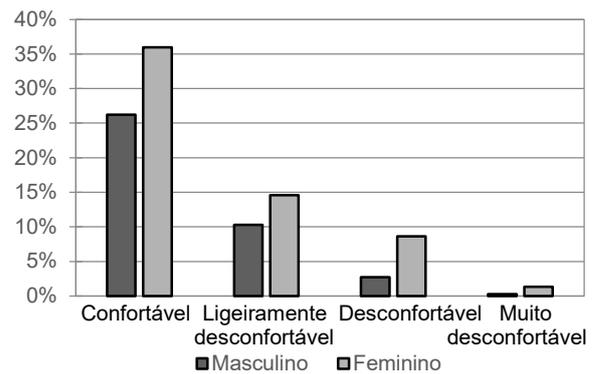


Gráfico 30 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1.

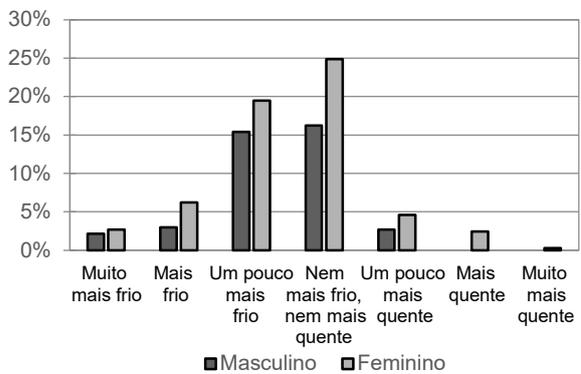


Gráfico 31 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1.

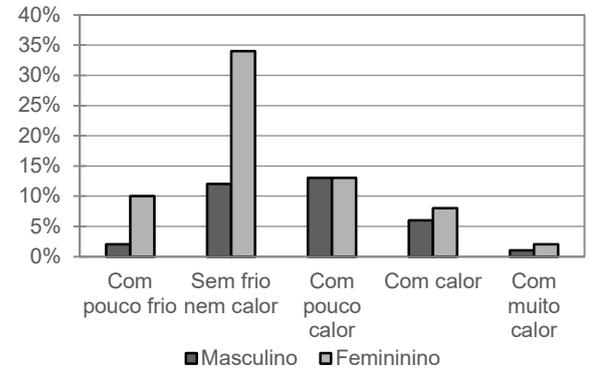


Gráfico 32 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.

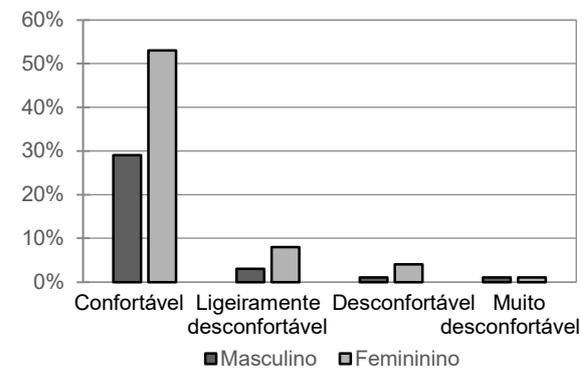


Gráfico 33 – Avaliação da sensação térmicas dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.

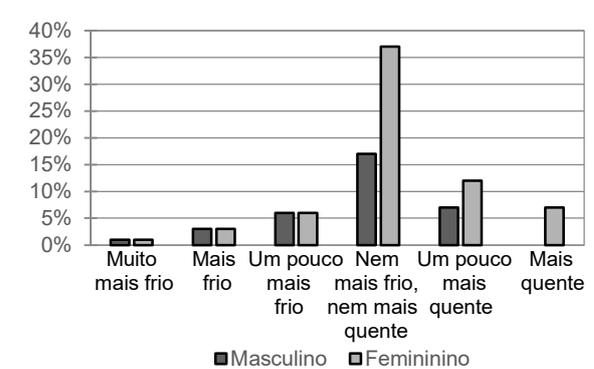


Gráfico 34 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o inverno.

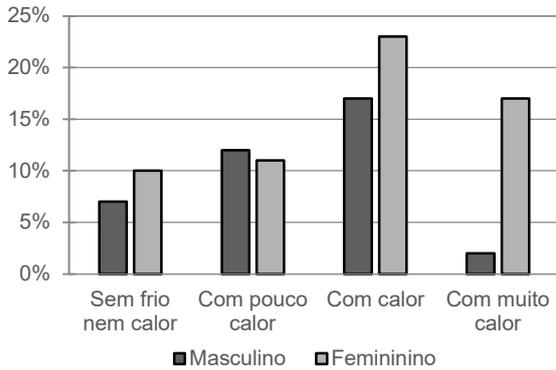


Gráfico 35 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.

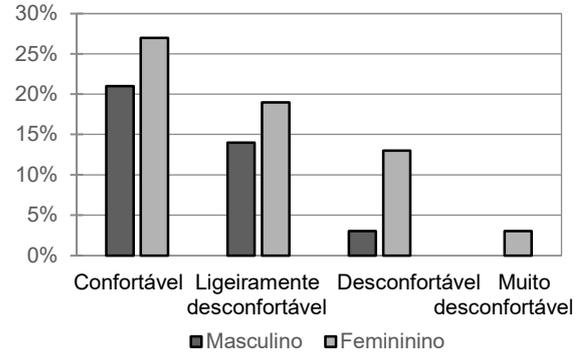


Gráfico 36 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.

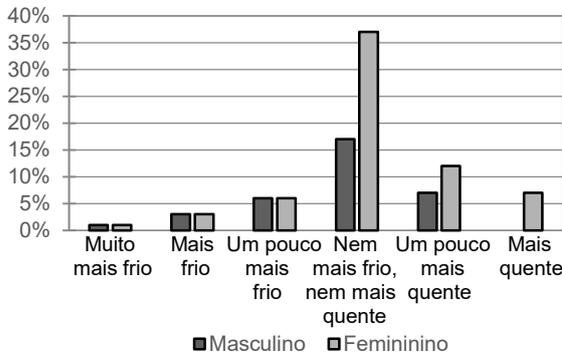


Gráfico 37 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante a primavera.

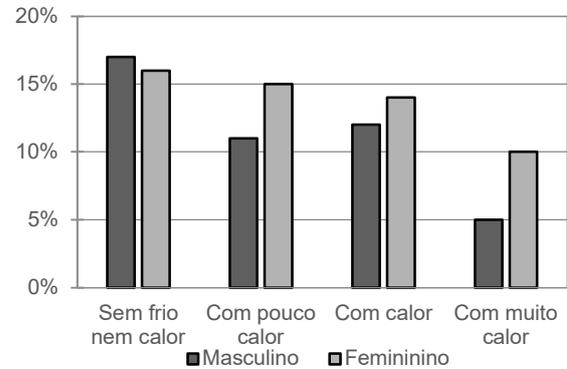


Gráfico 38 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.

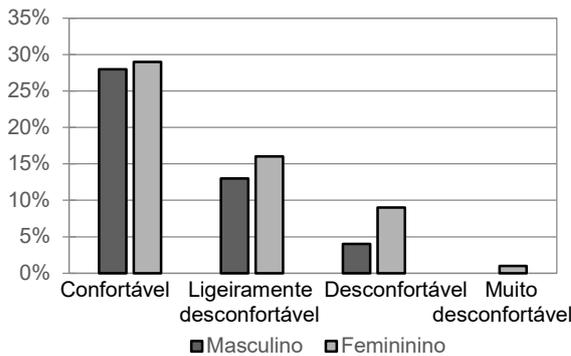


Gráfico 39 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.

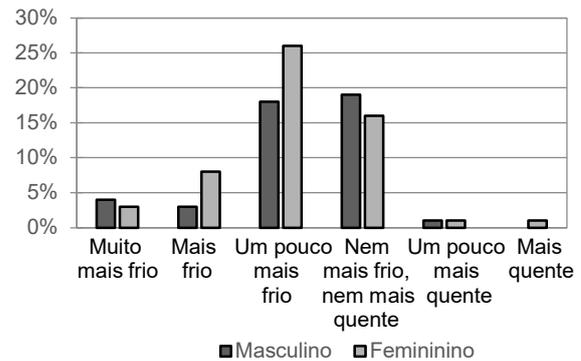


Gráfico 40 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 1 durante o verão.

Quanto à percepção da sensação térmica, considerando todos os dados coletados nesse ponto de análise, os resultados demonstram que os participantes não se sentiram expostos a condições de “muito frio” e “frio”, sendo que apenas 5% apontaram a alternativa “com pouco frio”. A opção “sem frio, nem calor” foi a resposta mais recorrente, com 32%, dos quais 20% se referem a pessoas do sexo feminino e 12% do masculino. Observa-se que todas as alternativas relacionadas ao calor

representam cerca de 60% do total registrado no local, o que denota que a maioria dos participantes sentiam algum grau de calor. Para todo o período de coleta, constata-se que 62% dos participantes estavam confortáveis, sendo que 36% dessas respostas se referem ao grupo feminino, enquanto 26% correspondem ao grupo masculino. A segunda alternativa mais frequente foi “ligeiramente desconfortável”, sendo que 15% representam indivíduos do sexo feminino e 10% do masculino. Quanto à preferência térmica, observa-se coerência dos resultados com as respostas obtidas para a sensação térmica. Salienta-se que 41% dos participantes prefeririam que não ocorressem alterações climáticas, de modo que as pessoas não passassem a sentir nem mais frio, nem mais calor. Observa-se que aqueles que sentiam algum grau de calor demonstraram preferência por sentir um pouco mais frio. Em proporções menores, alguns participantes demonstraram preferência pelas categorias “mais frio” e “muito mais frio”.

Ao verificar os resultados por estação, observa-se que no período de inverno uma frequência maior de participantes, em torno de 45%, apontou que se sentiam “sem frio, nem calor”, sendo que aproximadamente 35% desse percentual se refere a participantes do sexo feminino, cerca de 10% dos participantes sentiam pouco frio. Constata-se que a população está adaptada as condições climáticas verificadas no inverno, sendo que durante este período verifica-se a maior frequência de pessoas que demonstraram não sentir nenhum estresse térmico, em comparação com os outros períodos verificados. No período de inverno, 26% afirmaram que sentiam pouco calor, sendo que metade desses se referiam a pessoas do grupo feminino e a outra metade se referia ao masculino. Durante este período, cerca de 85% dos participantes demonstraram se sentir confortáveis em relação as condicionantes térmicas. Os resultados acerca da preferência térmica são condizentes com as respostas de percepção e avaliação, em torno de 50% dos participantes afirmaram preferir a manutenção das condições climáticas presentes no momento da realização da entrevista.

No período de primavera, a categoria mais frequente foi “com calor”, com cerca de 40% das respostas, enquanto a categoria “sem frio, nem calor” foi a que apresentou menor frequência, correspondente a cerca de 17%. Salienta-se que a alternativa “com muito calor” representa em torno de 20% dos participantes, porém, correspondem, majoritariamente, a respostas de pessoas do sexo feminino. Cerca de 50% dos participantes apontaram que sentiam confortáveis e 30% afirmaram que estavam

ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica, cerca de 55% demonstraram preferência pela manutenção das condições presentes no momento da entrevista. Observa-se que o somatório dos percentuais daqueles que afirmaram estar “sem frio, nem calor” e “com pouco calor”, são semelhantes ao verificado para aqueles que se sentiram confortáveis. Apesar da maioria dos participantes terem sentido algum grau de calor e quase metade sentiram algum nível de desconforto, mais da metade dos participantes não demonstraram preferência por nem mais frio, nem mais quente.

No período de verão, cerca de 35% das pessoas apontaram que não sentiam nem frio, nem calor, sendo que esta foi a categoria mais frequente quanto a percepção térmica. As alternativas “com pouco calor” e “com muito calor” apresentaram percentuais semelhantes, em torno de 25% cada uma. O restante dos participantes apontou que sentiu muito calor. Aproximadamente 60% afirmaram que estavam confortáveis com o ambiente térmico. Observa-se uma frequência menor quanto aqueles que demonstraram estar desconfortáveis ou muito desconfortáveis. Apesar da maior frequência das categorias de calor quanto à percepção térmica, a maioria dos participantes demonstrou que estava confortável, o que denota que a população está adaptada e/ou espera que o ambiente térmico no período de verão apresente essas condições térmicas. Quanto à preferência térmica, observa-se que a categoria mais frequente foi “um pouco mais frio”, que representa cerca de 45% dos participantes, sendo que a segunda mais frequente foi a alternativa “nem mais frio, nem mais quente”, com 35%.

Nos Gráficos 41 a 52 são apresentadas as respostas dos participantes quanto à percepção, avaliação e preferência da ventilação.

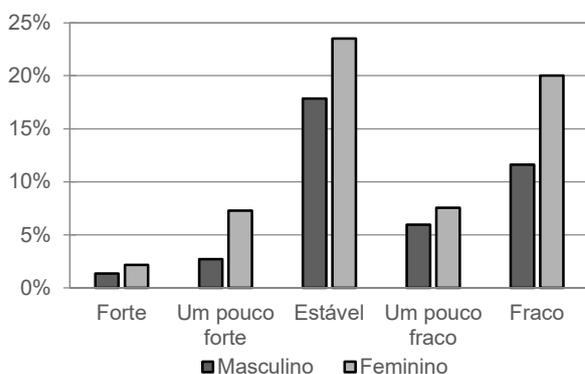


Gráfico 41 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.

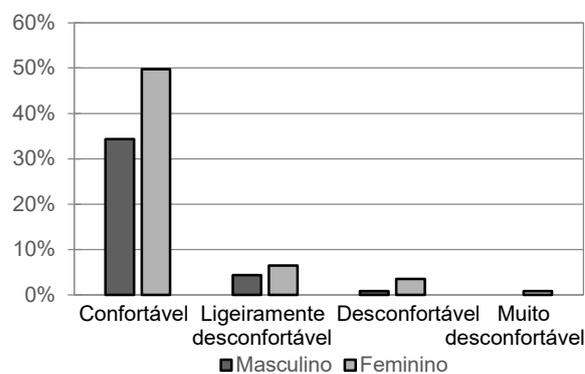


Gráfico 42 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.

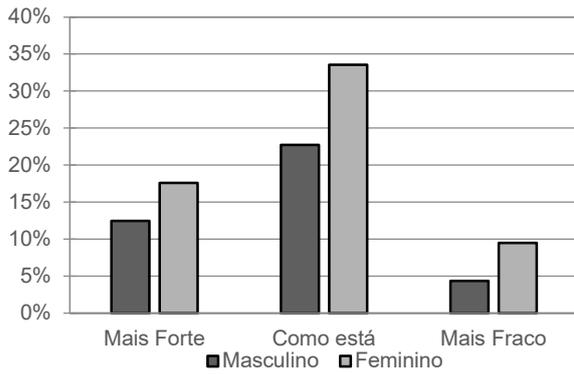


Gráfico 43 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1.

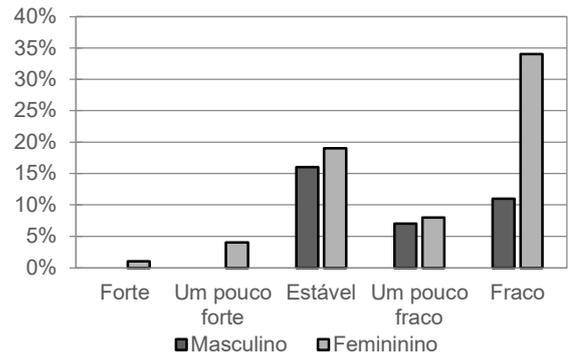


Gráfico 44 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.

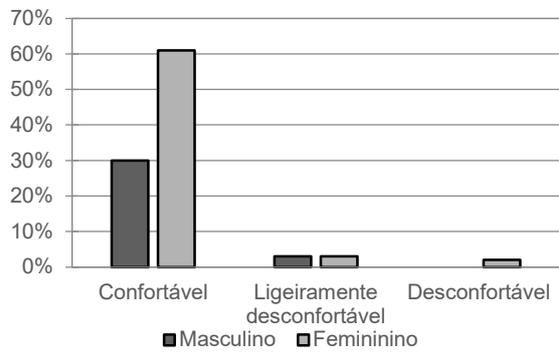


Gráfico 45 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.

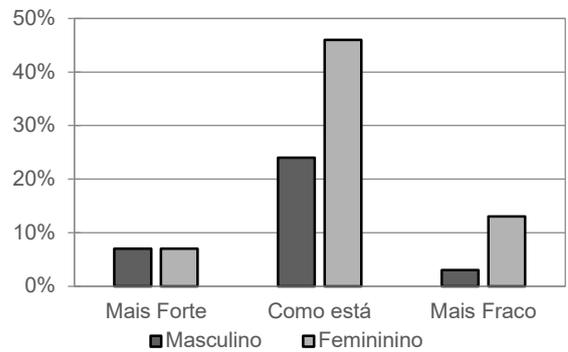


Gráfico 46 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o inverno.

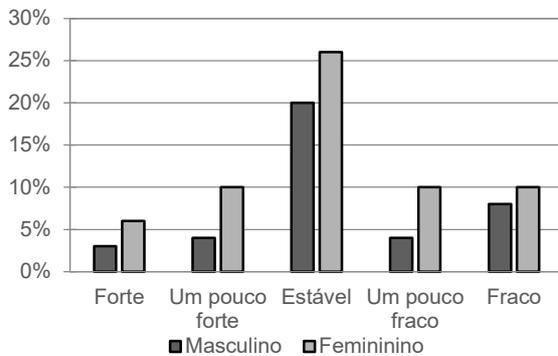


Gráfico 47 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.

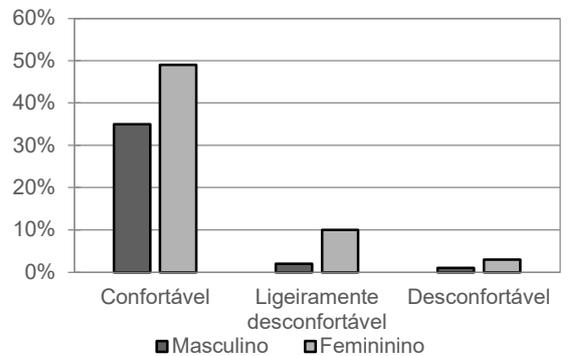


Gráfico 48 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.

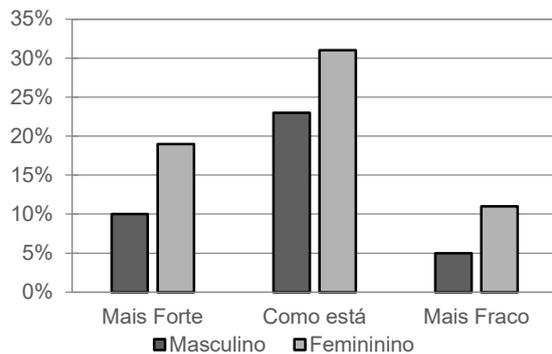


Gráfico 49 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante a primavera.

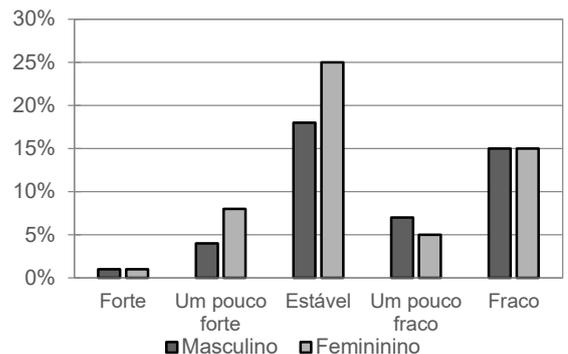


Gráfico 50 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.

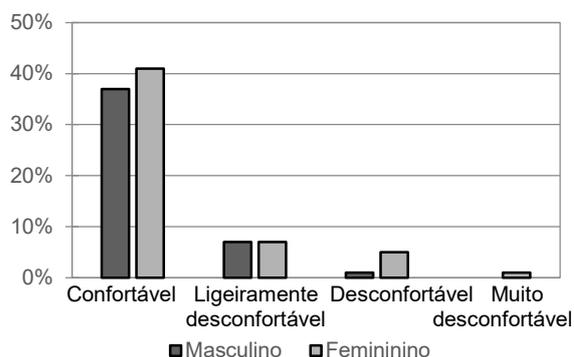


Gráfico 51 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.

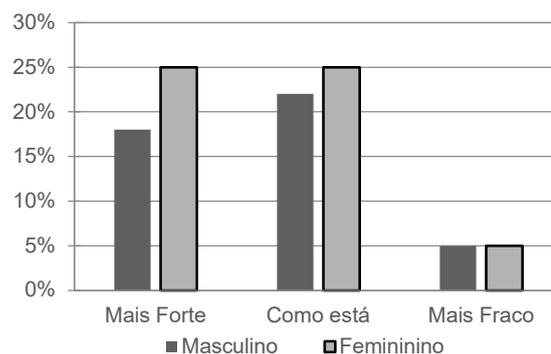


Gráfico 52 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 1 durante o verão.

Os resultados apontam que cerca de 40% dos participantes identificaram que o vento estava estável, enquanto em torno de 30% apontaram que estava fraco. Aproximadamente 85% afirmaram que estavam confortáveis em relação ao vento. Quanto à preferência em relação ao vento, observa-se que cerca de 60% apontaram que prefeririam a manutenção das condições verificadas no momento da realização da entrevista, enquanto 30% demonstraram que prefeririam que estivesse mais forte. Apesar da maioria afirmar que estava confortável, cerca de 25% que estava confortável demonstraram preferência para que estivesse mais forte ou mais fraco.

Durante o período de inverno, constata-se que o mais frequente quanto a percepção do vento foi que estava fraco, correspondente a cerca de 45%, sendo que em torno de 35% afirmaram que estava estável. A maioria dos participantes afirmou que estava confortável com as condições do vento, correspondente a cerca de 90%. Nesta estação observa-se o maior percentual de pessoas confortáveis para esse ponto de coleta. A alternativa “como está” foi a mais frequente quanto a preferência, equivalente a 70%. Observa-se que cerca de 20% dos que apontavam que estavam confortáveis demonstraram preferência para que o vento estivesse mais forte ou mais fraco.

Os resultados obtidos para o período de primavera demonstram que cerca de 45% dos participantes apontaram que o vento estava estável, sendo que essa resposta foi a mais frequente quanto a percepção do vento. Aproximadamente 85% avaliaram que estavam confortáveis. A resposta mais frequente quanto a preferência foi “como está”, que representa cerca de 55% dos participantes, seguida pela opção “mais forte”, com aproximadamente 30%. Observa-se que estavam confortáveis os

participantes que prefeririam que o vento se mantivesse como estava e aqueles que prefeririam que estivesse mais forte.

Quanto ao período de verão, os resultados apontam que a categoria mais recorrente em relação a percepção do vento foi “estável”, com cerca de 40%, sendo que a segunda mais recorrente foi “fraco”, com 30%. Neste período, aproximadamente 80% dos participantes apontaram que estavam confortáveis. Observa-se, quanto à preferência, que 47% demonstraram que prefeririam que o vento se mantivesse como estava, enquanto 43% prefeririam que estivesse mais forte. Apesar de um percentual significativo apontar que preferiria que o vento estivesse mais forte, essas pessoas não estavam necessariamente em desconforto.

Nos Gráficos 53 e 54 são apresentadas as respostas dos participantes acerca da atividade metabólica e do isolamento térmico da vestimenta.

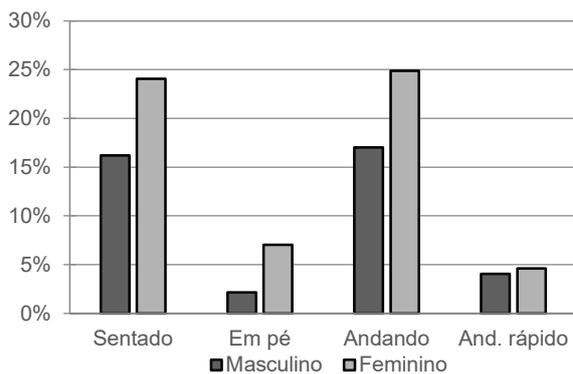


Gráfico 53 – Atividade metabólica dos participantes no Ponto 1.

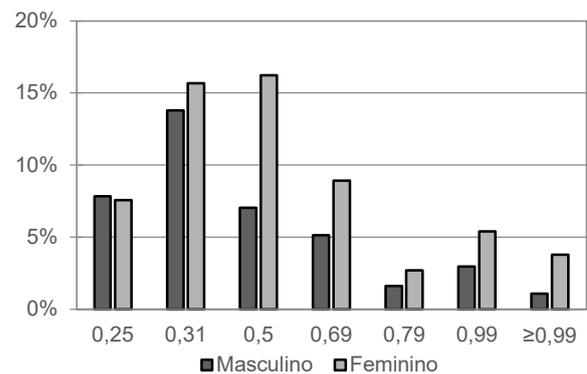


Gráfico 54 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 1.

O ponto de análise consiste em uma praça pública, na qual observa-se que 40% dos participantes estavam sentados, enquanto 42% estavam andando, há similaridade entre estas alternativas considerando cada sexo biológico. Quanto ao isolamento da vestimenta, verifica-se que a alternativa mais frequente foi 0,31 clo, que abrange 30% dos participantes.

4.1.3 Ponto 2: Rua XV de Novembro

A Tabela 23 apresenta a quantificação dos questionários aplicados em cada campanha de monitoramento realizada na Rua XV de Novembro, considerando os questionários validados, os eliminados e a totalidade, além de apontar os somatórios obtidos neste local de análise.

Tabela 23 – Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 2.

Rua XV de Novembro			
Campanha	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
C2	17	7	24
C8	21	24	45
C14	19	10	29
C20	28	8	36
C25	38	8	46
C31	33	2	35
C35	50	12	62
C36	39	4	43
C44	47	4	51
C49	27	1	28
Somatório	319	80	399

Na Tabela 24 constam os dados coletados das variáveis climáticas, a análise descritiva apresenta os valores de temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 24 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 2.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	U. R. (%)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)
N	8.570	8.570	8.570	8.570	8.570
Mínimo	10,6	0	38,5	11,2	11,2
Média	23,5	0,2	57,4	25,5	26,0
Máximo	35,1	9,5	82,8	42,0	63,6
Amplitude	24,5	9,5	44,3	30,8	52,4
Mediana	25,7	0	58,9	27,1	27,6
Desvio padrão	6,8	0,9	10,4	8,1	8,5
Coefficiente de variação	28,8	-	18,2	31,8	32,7

Na análise das variáveis climáticas, constata-se que as mínimas de temperatura do ar e temperatura do globo ocorreram no inverno, enquanto as máximas foram registradas no verão. Na velocidade do vento, a média se mantém próxima a zero, já o maior valor registrado no local foi 9,5 m/s. A umidade relativa apresentou valores similares ao longo do ano neste ponto de coleta, o mínimo desta variável ocorreu no verão, mas foi próximo ao registrado no inverno (38,9%). O máximo da umidade relativa foi verificado na primavera, durante as três estações a média desta variável foi muito semelhante, variou entre 56,2% (inverno) e 58,8% (primavera). Na TRM foi observado que o valor mínimo registrado ocorreu no inverno,

assim como o verificado para as temperaturas do ar e do globo, já o valor máximo foi constatado na primavera.

A Tabela 25 apresenta a análise descritiva dos valores do índice PET para cada entrevista realizada e validada. A interrupção dos trabalhos de campo influenciou na quantidade de dados coletados no período de inverno, o que pode ser constatado ao observar os registros feitos em cada estação. O valor mínimo de PET foi registrado no inverno, assim como o observado para a TRM. O valor máximo de PET foi verificado no verão, enquanto o valor máximo de TRM foi constatado na primavera. Os valores mínimos, média e mediana coletados na primavera e no verão apresentam semelhanças entre si.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	319	57	149	113
Mínimo	9,7	9,7	21,1	21,8
Média	27,1	14,2	29,8	30,0
Máximo	44,2	18,0	40,1	44,2
Amplitude	34,5	8,3	19,0	22,4
Mediana	27,3	13,9	29,5	28,4
Desvio padrão	7,7	2,5	4,9	5,4
Coefficiente de variação	28,0	17,5	16,5	18,1

Os Gráficos 55 a 58 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais referentes a totalidade dos questionários validados na Rua XV de Novembro.

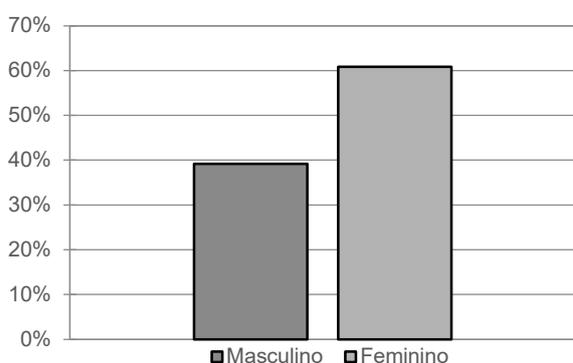


Gráfico 55 – Sexo biológico dos participantes no Ponto 2.

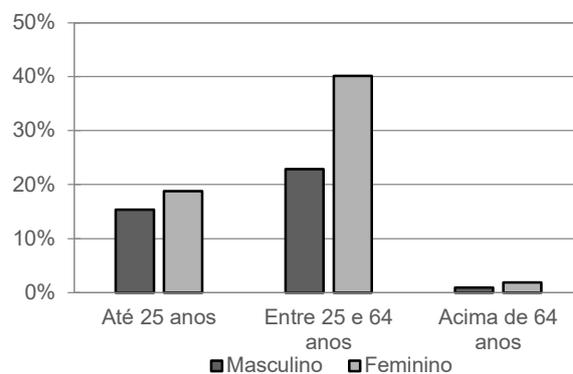


Gráfico 56 – Faixa etária dos participantes no Ponto 2.

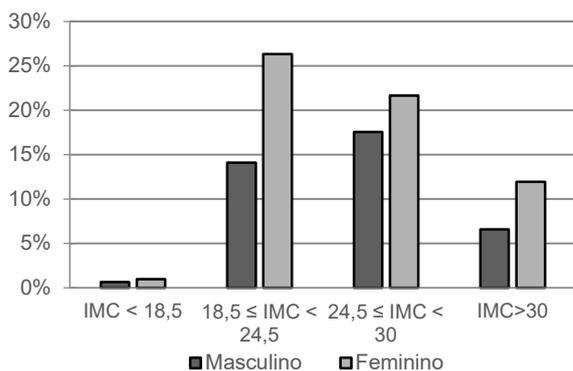


Gráfico 57 – IMC dos participantes no Ponto 2.

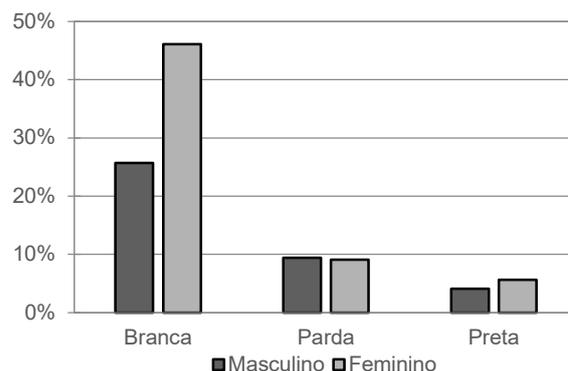


Gráfico 58 – Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 2.

Ao longo das campanhas realizadas neste local foram validados 319 questionários, que representam 19% do total da amostra do estudo. Neste local, 61% dos participantes são pessoas do sexo biológico feminino e 39% do masculino. Na análise da faixa etária dos participantes, o público que mais participou do estudo estava na faixa etária entre 25 e 64 anos, considerando o total verificado no local, 40% são referentes ao sexo feminino e 23% ao masculino. Houve similaridade entre os percentuais de participantes com até 25 anos, enquanto em torno de 3% correspondem a pessoas com mais de 64 anos. Quanto ao IMC, no grupo masculino, a maioria dos participantes apresentam sobrepeso, enquanto a eutrofia é mais frequente no público feminino. Quanto a cor da pele, observa-se que a categoria mais significativa se refere aos indivíduos que se autodeclararam como brancos, correspondente a mais de 70%. A segunda maior frequência foi verificada para pessoas que se autodeclararam como pardas.

Nos Gráficos 59 e 60 são apresentadas as respostas dos participantes quanto aos usos dos espaços.

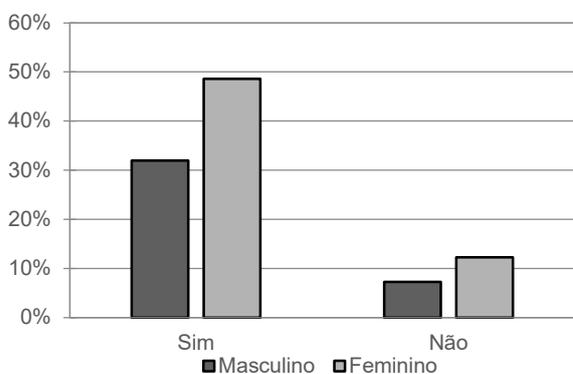


Gráfico 59 – Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 2.

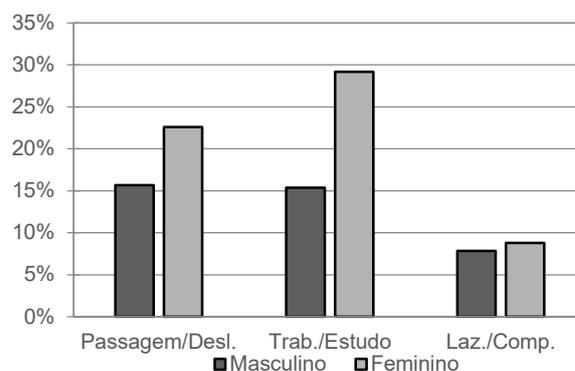


Gráfico 60 – Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 2.

A maioria dos participantes utiliza o espaço com frequência, essa parcela corresponde a cerca de 80%. Constata-se um equilíbrio quanto as razões de utilização do espaço entre as categorias relacionadas ao deslocamento e trabalho, observando a frequência verificada por sexo biológico. Ao considerar o somatório, o uso mais frequente foi por motivo de “trabalho/estudo”

Nos Gráficos 61 a 64 são apresentadas as respostas quanto ao uso do ar condicionado e quanto ao tempo em que o participante estava no ambiente externo.

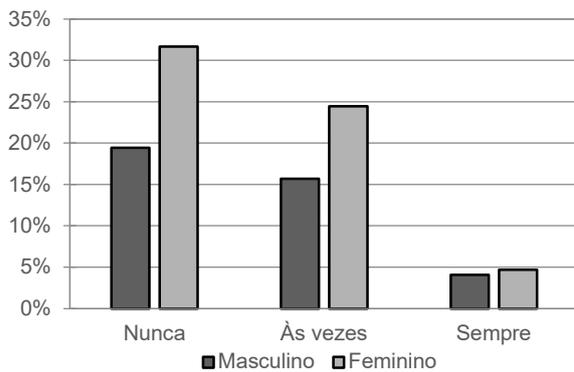


Gráfico 61 – Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 2.

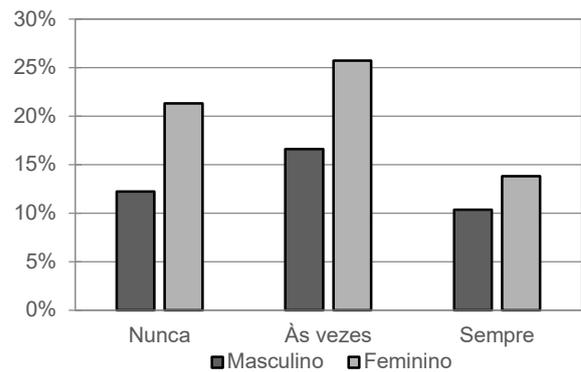


Gráfico 62 – Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 2.

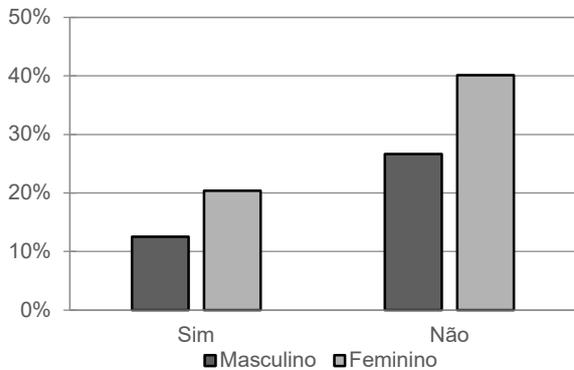


Gráfico 63 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 2.

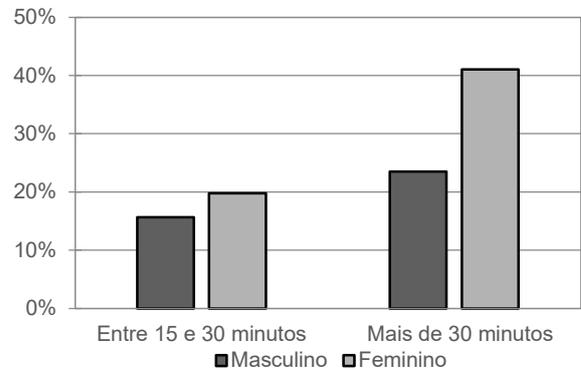


Gráfico 64 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 2.

No ambiente domiciliar foi observado que cerca da metade dos indivíduos não utiliza o ar-condicionado, enquanto 40% faz uso ocasional e 9% utilizam constantemente. Em cada sexo biológico verifica-se que a categoria “nunca” foi a alternativa mais frequente, seguida, respectivamente, por “às vezes” e “sempre”, o que pode ser explicado pelos custos financeiros envolvidos na utilização da climatização artificial. No espaço de trabalho, observa-se outro comportamento, a maioria dos participantes, cerca de 70%, faz algum uso do ar condicionado, mas

apenas 24% sempre utiliza. Observa-se que 70% dos indivíduos não estavam em um ambiente climatizado antes de participarem do estudo. Cerca de 60% dos participantes estavam há mais de 30 minutos no ambiente externo.

Nos Gráficos 65 a 76 estão apresentados os resultados quanto à percepção térmica dos participantes no Ponto 2.

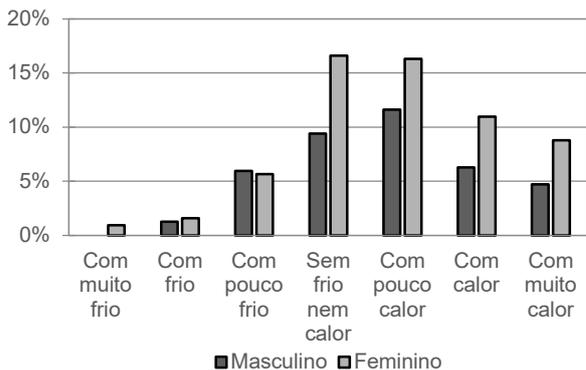


Gráfico 65 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2.

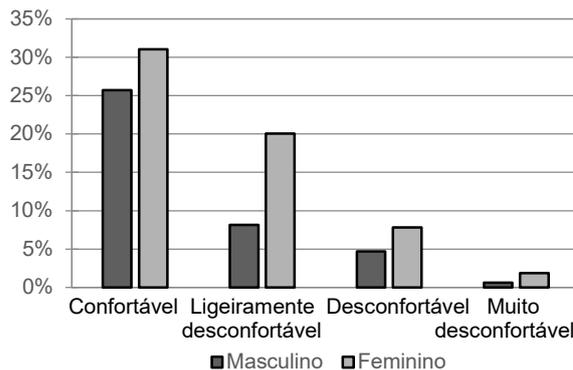


Gráfico 66 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2.

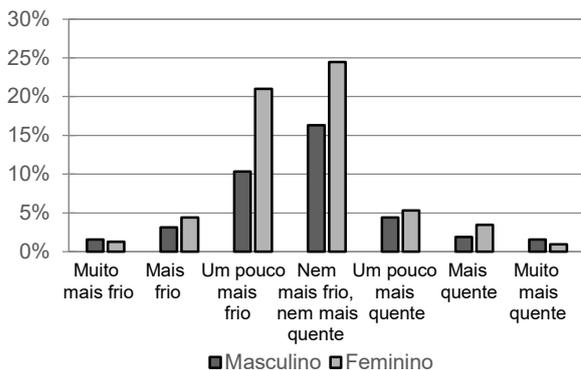


Gráfico 67 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2.

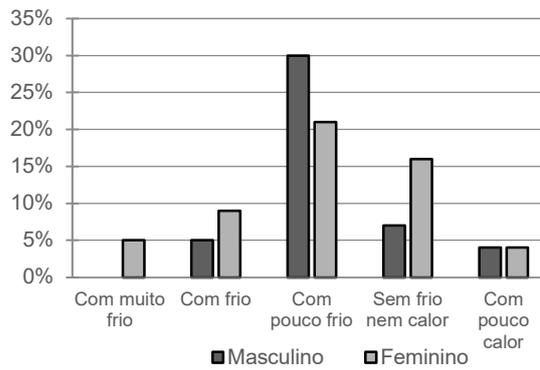


Gráfico 68 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.

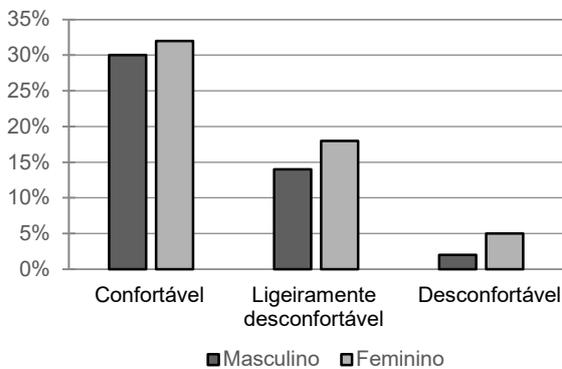


Gráfico 69 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.

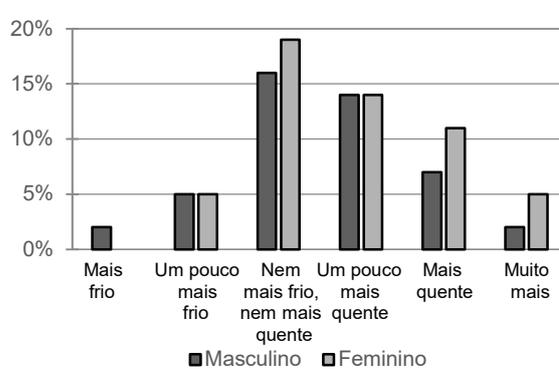


Gráfico 70 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o inverno.

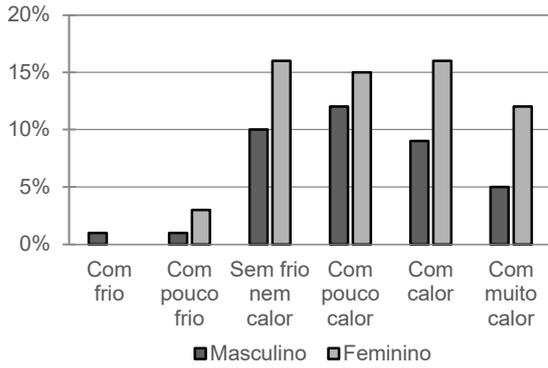


Gráfico 71 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.

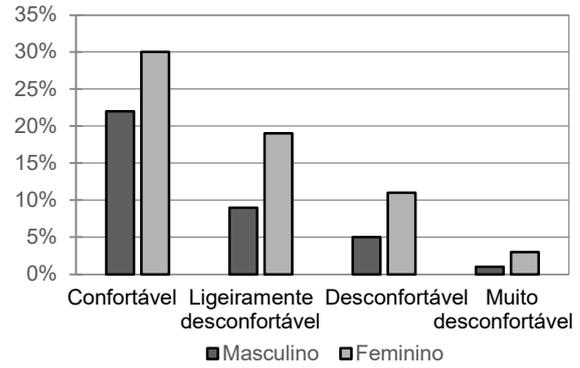


Gráfico 72 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.

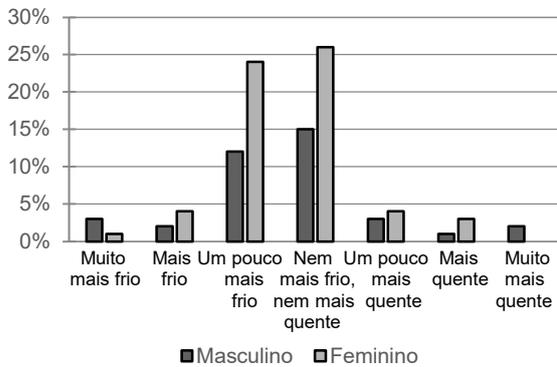


Gráfico 73 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante a primavera.

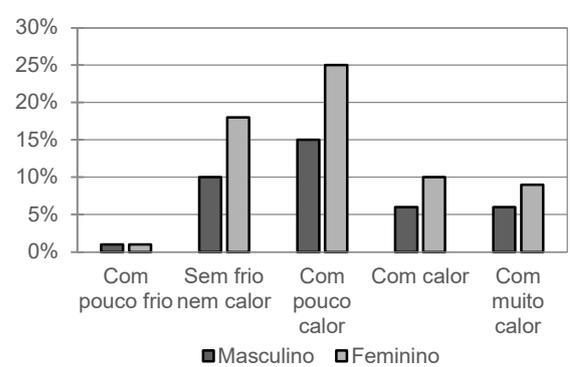


Gráfico 74 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.

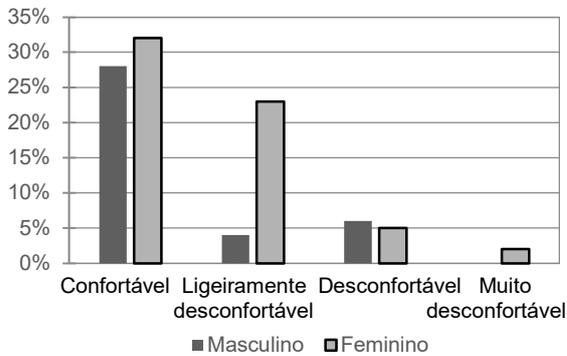


Gráfico 75 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.

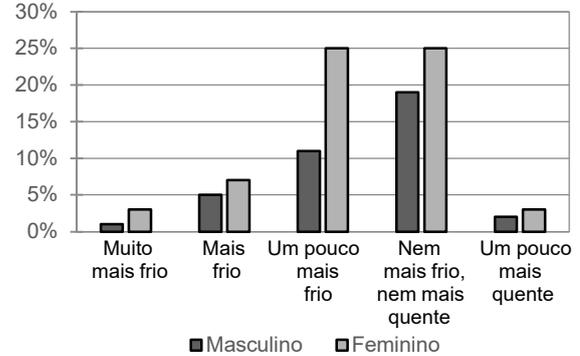


Gráfico 76 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 2 durante o verão.

Na percepção da sensação térmica, observa-se que a frequência das categorias “sem frio nem calor” e “com pouco calor” apresentam valores semelhantes, ao redor de 27% cada uma. As outras respostas estão distribuídas, principalmente, entre as alternativas “com pouco frio”, “com calor” e “com muito calor”. Apesar de cerca de 60% das respostas quanto à percepção da sensação térmica representarem algum grau de calor, observa-se que em torno de 60% dos entrevistados estavam confortáveis. Aproximadamente 30% dos participantes estavam ligeiramente

desconfortáveis. Condizente com as respostas quanto a sensação e avaliação, verifica-se que 40% dos participantes apontaram maior preferência pela manutenção das condicionantes climáticas, enquanto 31% demonstraram preferir que estivesse um pouco mais frio. Observa-se que a predileção por condições que proporcionem mais frio e mais calor estão relacionadas às estações.

No período de inverno, observa-se que cerca de 50% dos participantes apontaram que sentiam pouco frio, sendo essa a alternativa mais frequente. A segunda categoria mais frequente foi “sem frio nem calor”, que representa em torno de 25% dos participantes. Aproximadamente 10% dos participantes sentiram pouco calor. Em torno de 60% avaliaram que estavam confortáveis, enquanto cerca de 30% demonstraram se sentir ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica no período de inverno, observa-se que a categoria “nem mais frio nem mais quente” foi a mais frequente, correspondente a cerca de 35%, seguida pela preferência por um pouco mais de calor, que representa aproximadamente 30%. Observa-se uma semelhança entre aqueles que demonstraram sentir algum grau de frio e aqueles que prefeririam que as condições térmicas proporcionem algum nível de calor.

Os resultados verificados para o período de primavera apontam uma distribuição regular entre as categorias “sem frio nem calor”, “com pouco calor” e “com calor”, sendo que cada uma corresponde a cerca de 25% dos participantes. A sensação de muito calor foi reportada por aproximadamente 15%, enquanto 5% afirmaram que sentiam algum nível de frio. Mais de 50% dos participantes apontaram que se sentiam confortáveis com as condições do ambiente térmico, enquanto 30% representam aqueles que estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica, a categoria mais frequente, com cerca de 40%, refere-se aqueles que preferem a manutenção das condições do ambiente. Já 36% apontaram que prefeririam que estivesse um pouco mais frio, condizente com os resultados de sensação térmica, em que uma parcela significativa demonstrou que sentia algum nível de calor.

No verão, observa-se que 40% dos participantes apontaram que sentiam pouco calor, sendo esta a categoria mais recorrente quanto à percepção da sensação térmica. A segunda sensação mais recorrente, refere-se àqueles que afirmaram que não estavam sentindo nem frio nem calor, que representa aproximadamente 30%. Apesar da maioria dos participantes afirmarem que estavam com algum nível de calor, observa-se que cerca de 60% estavam confortáveis, enquanto em torno de 25%

informaram que estavam ligeiramente desconfortáveis. Mais de 20% das pessoas que apontaram para a opção “ligeiramente desconfortável” são do sexo feminino. Verifica-se que a alternativa mais frequente quanto à preferência térmica corresponde a “nem mais frio, nem mais quente”, que representa cerca de 45%. A segunda categoria mais recorrente se refere àqueles que demonstraram preferência por “um pouco mais frio”, sendo que equivale a aproximadamente 35%. Observa-se que cerca de 70% apontaram que sentiam algum grau de calor, mas não significa necessariamente que essas pessoas prefeririam que estivesse mais, o que pode demonstrar que a população está adaptada e espera que o período de verão apresente essas condições térmicas.

Nos Gráficos 77 a 88 são apresentadas as respostas dos participantes quanto à percepção, avaliação e preferência da ventilação.

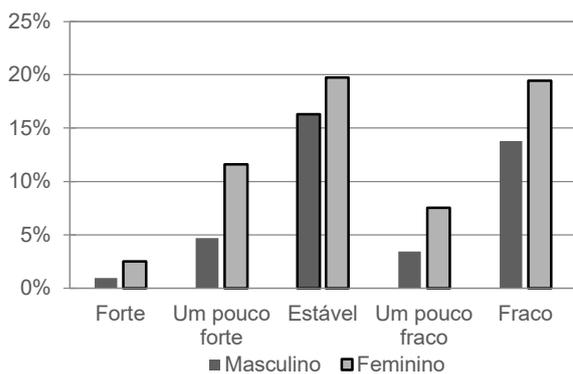


Gráfico 77 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.

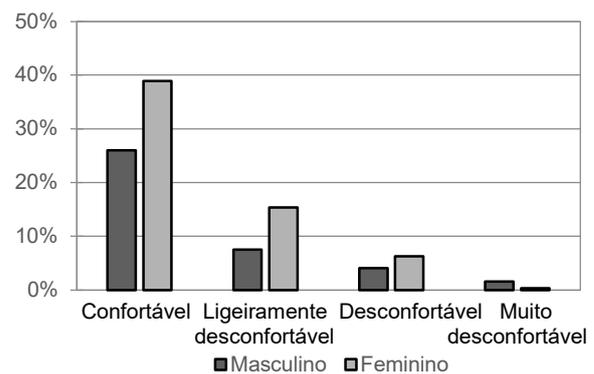


Gráfico 78 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.

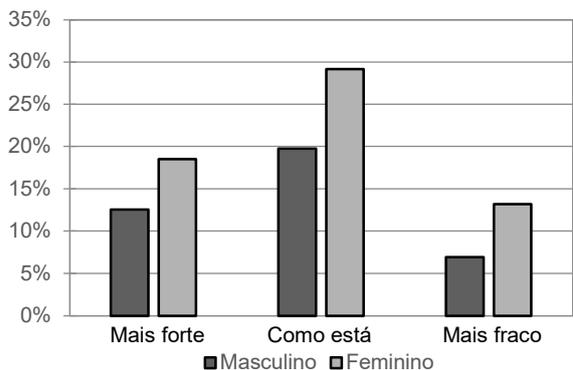


Gráfico 79 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 2.

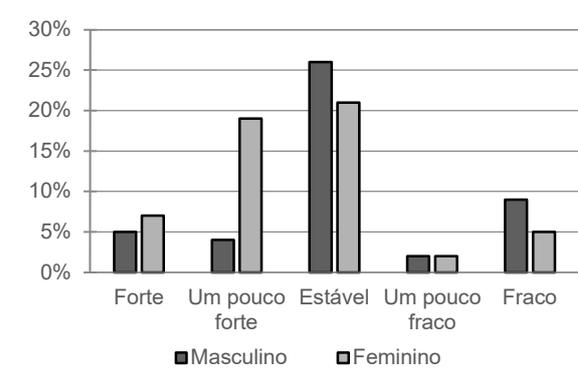


Gráfico 80 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o inverno.

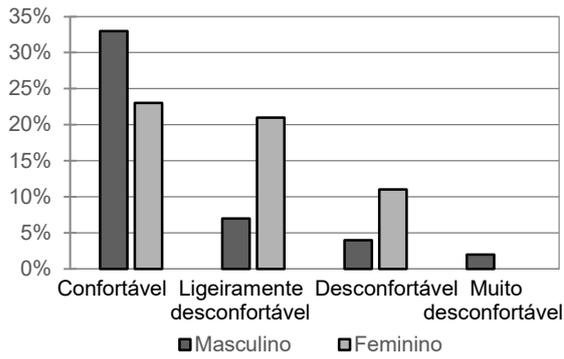


Gráfico 81 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o inverno.

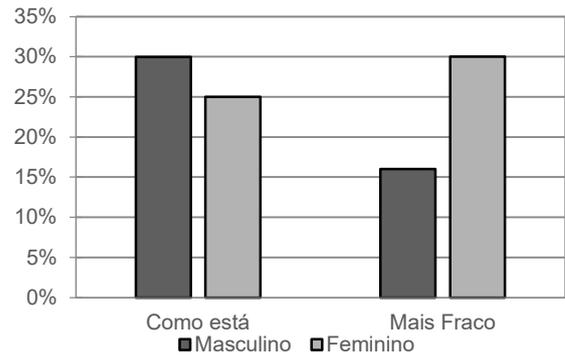


Gráfico 82 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o inverno.

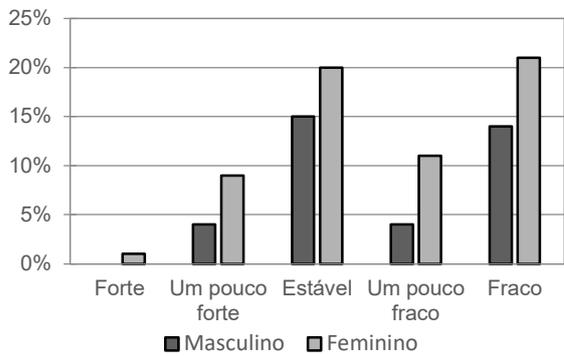


Gráfico 83 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante a primavera.

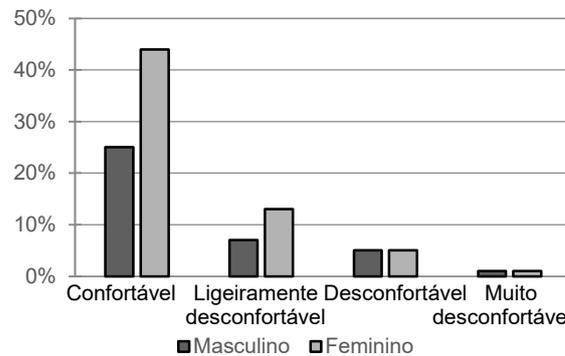


Gráfico 84 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante a primavera.

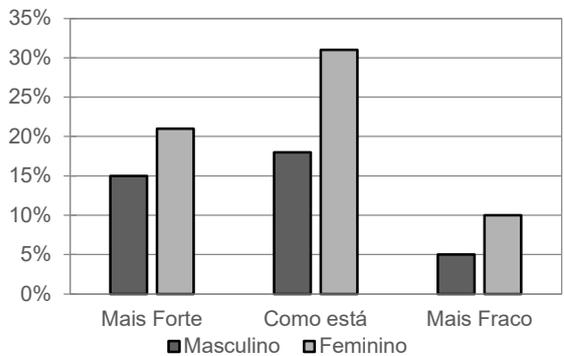


Gráfico 85 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante a primavera.

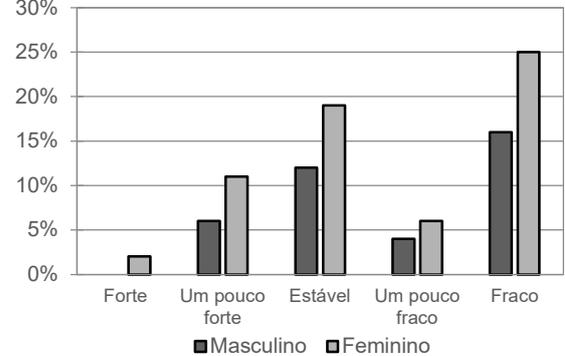


Gráfico 86 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o verão.

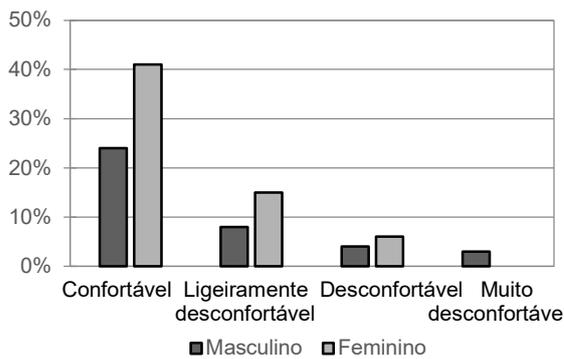


Gráfico 87 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o verão.

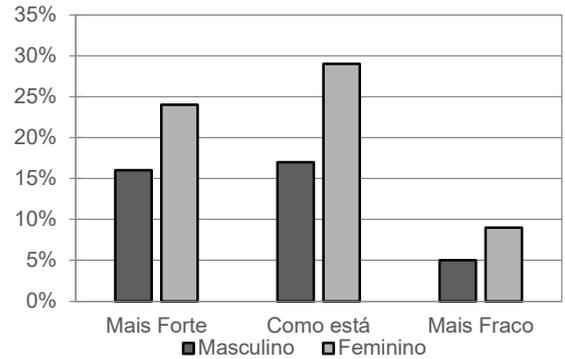


Gráfico 88 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 2 durante o verão.

Quanto à percepção do vento, as respostas mais frequentes foram “estável” e “fraco”, cada alternativa representa 35%. Neste ponto de coleta, verifica-se o menor percentual de pessoas em conforto em relação ao vento, que correspondem a 65%. Cerca de 50% dos participantes apontaram que prefeririam que o vento se mantivesse como estava, enquanto aproximadamente 30% prefeririam que estivesse mais forte.

Os resultados apontam, para o período de inverno, que aproximadamente 50% dos participantes apontaram que o vento estava estável, sendo essa a categoria mais frequente, enquanto cerca de 25% identificaram que estava um pouco forte. No inverno foi verificado o menor percentual de pessoas em conforto, correspondente a cerca de 55%, sendo que em torno de 30% estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência, 55% prefeririam que se mantivesse como estava, enquanto cerca de 45% prefeririam que o vento estivesse mais fraco. Observa-se que os percentuais são equivalentes daqueles que estavam confortáveis e daqueles que prefeririam que o vento permanecesse como estava.

Na primavera, as categorias mais recorrentes, quanto à percepção do vento, apresentam o mesmo percentual de 35%, sendo que representam aqueles que apontaram que o vento estava “estável” e “fraco”. Cerca de 70% apontaram que estavam confortáveis. A metade dos participantes, em torno de 50%, prefeririam que o vento se mantivesse como estava, enquanto cerca de 35% prefeririam que estivesse mais forte. Observa-se que aqueles que perceberam o vento como estável ou fraco estavam confortáveis e, uma parcela desses, preferiria que o vento se mantivesse como estava e a outra, tinha preferência para que o vento estivesse mais forte.

No verão, os resultados obtidos quanto à percepção do vento, apontam que a resposta mais recorrente foi “fraco”, com cerca de 40%. A segunda alternativa mais frequente representa em torno de 30% dos participantes e refere-se a “estável”. Observa-se que 65% estavam confortáveis com as condições do vento no momento da realização da entrevista. Quanto à preferência, observa-se que a resposta mais frequente foi “como está”, com cerca de 45%, seguida por “mais forte”, com aproximadamente 40%. Verifica-se que aqueles que percebem o vento como forte, em torno de 15%, estavam ligeiramente desconfortáveis e prefeririam que o vento estivesse mais fraco. Aquellos que perceberam o vento como fraco, estavam confortáveis e prefeririam que o vento se mantivesse como estava.

Nos Gráficos 89 e 90 são apresentadas as respostas quanto à atividade metabólica exercida pelos participantes e o isolamento térmico da vestimenta.

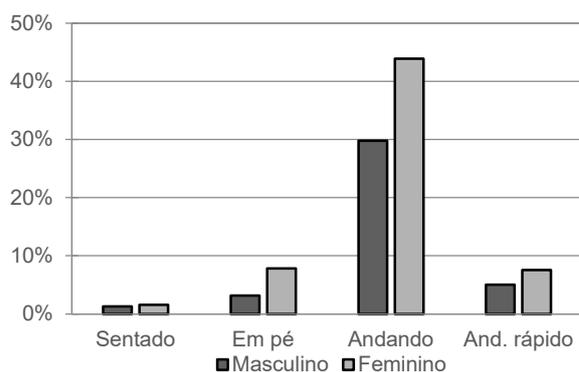


Gráfico 89 – Atividade metabólica dos participantes no Ponto 2.

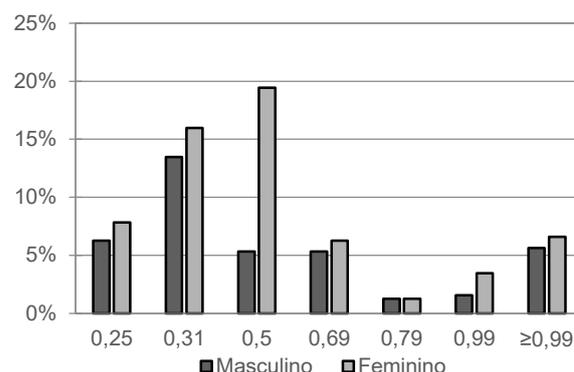


Gráfico 90 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 2.

A atividade metabólica mais frequente desempenhada pelos participantes foi “andando”, que equivale a cerca de 75%. No isolamento térmico da vestimenta, a categoria mais frequente foi 0,31 clo, com aproximadamente 30%. Para as participantes do sexo feminino, verifica-se que o mais recorrente foi 0,50 clo, com cerca de 20%.

4.1.4 Ponto 3: Rua Andrade Neves

A Tabela 26 apresenta a quantificação dos questionários aplicados em cada campanha de monitoramento realizada na Rua Andrade Neves, considerando os questionários validados, os eliminados e a totalidade, além de apontar os somatórios obtidos neste local de análise.

Tabela 26 – Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 3.

Rua Andrade Neves			
Campanha	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
C1	8	4	12
C4	33	8	41
C11	22	14	36
C13	21	6	27
C18	21	12	33
C22	35	14	49
C26	59	2	61
C30	29	6	35
C38	44	3	47
C45	51	1	52
C47	45	2	47
Somatório	368	72	440

Na Tabela 27 constam os dados coletados das variáveis climáticas, a análise descritiva apresenta os valores de temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 27 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 3.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	Umidade Rel. (%)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)
N	9.864	9.864	9.864	9.864	9.864
Mínimo	10,0	0	43,6	11,6	11,6
Média	22,5	0,1	64,3	25,7	26,3
Máximo	36,0	6,0	93,0	40,2	63,8
Amplitude	26,0	6,0	49,4	28,6	52,2
Mediana	24,2	0	64,7	26,4	26,4
Desvio Padrão	6,2	0,5	8,4	6,5	7,3
Coefficiente de variação	27,5	-	13,0	25,2	27,9

As mínimas das variáveis temperatura do ar, temperatura do globo e TRM foram registradas no período de inverno. As máximas das temperaturas do ar e do globo ocorreram no verão. Quanto a TRM, o valor máximo desta variável foi constatado no período de primavera. O menor registro de umidade relativa foi verificado na primavera e o maior ocorreu no inverno. Observa-se que a velocidade do vento apresentou uma média muito próxima a zero ao longo de todas as coletas realizadas.

A Tabela 28 apresenta a análise descritiva dos valores do índice PET para cada entrevista realizada e validada. Observa-se que a quantidade de registros ocorridos no inverno foi significativamente menor que o anotado nas outras estações. No inverno ocorreu o valor mínimo de PET verificado para o ponto de coleta, enquanto no verão foi registrado o máximo. Os valores mínimos verificados para a primavera e para o verão apresentam menos de 2°C PET de diferença.

Tabela 28 – Análise descritiva dos valores de PET (°C) verificados no Ponto 3.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	368	84	144	140
Mínimo	13,4	13,4	22,9	24,5
Média	27,2	19,2	28,2	30,9
Máximo	40,9	27,5	37,3	40,9
Amplitude	27,5	14,1	14,4	16,4
Mediana	27,3	17,9	27,3	28,3
Desvio padrão	6,1	3,5	3,6	4,9
Coefficiente de variação	22,4	18,0	12,8	15,8

Os Gráficos 91 a 94 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais referentes a totalidade dos questionários validados na Rua Andrade Neves. Ao longo das campanhas realizadas neste local foram validados 368 questionários, que representam 22% do total da amostra do estudo.

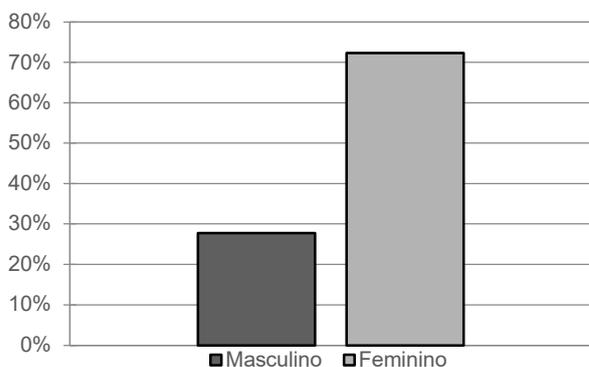


Gráfico 91 – Sexo biológico dos participantes no Ponto 3.

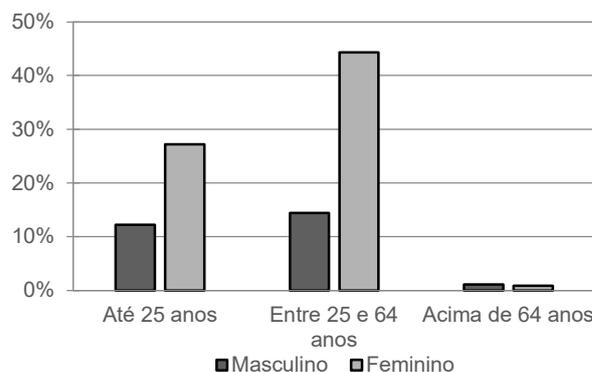


Gráfico 92 – Faixa etária dos participantes no Ponto 3.

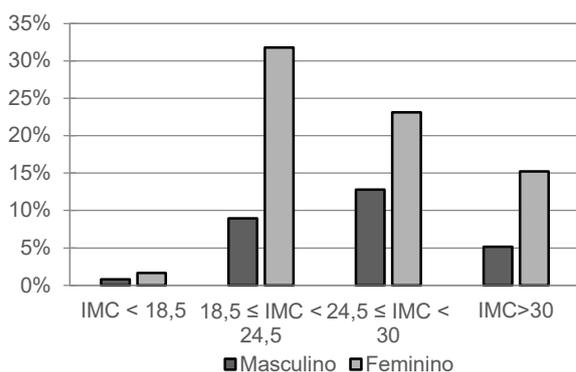


Gráfico 93 – IMC dos participantes no Ponto 3.

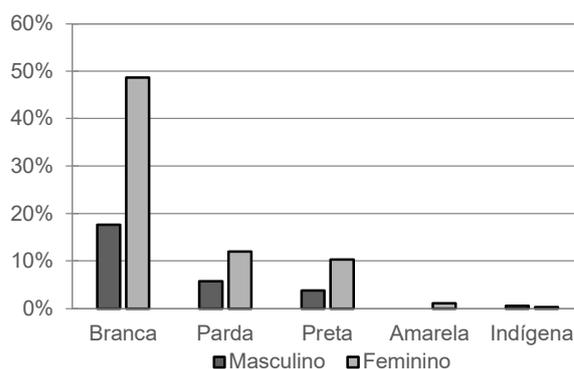


Gráfico 94 – Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 3.

Os aspectos biométricos apontam que, neste ponto de análise, a parcela de participantes do sexo masculino é a menor entre os locais de realização do estudo, correspondente a 28%, enquanto a participação de indivíduos do sexo feminino equivale a 72%. O mais frequente quanto a idade dos participantes foi a faixa etária entre 25 e 64 anos, equivalente a cerca de 60%. Para cada sexo biológico, a segunda categoria mais recorrente foi até 25 anos. Na análise do IMC, observa-se que o mais frequente para pessoas do sexo feminino foi a eutrofia. O sobrepeso foi identificado como o mais recorrente para o sexo masculino, que apresenta percentual próximo ao da eutrofia, considerando o mesmo grupo. Quanto a cor de pele, para ambos os grupos, a maior participação foi de pessoas que se autodeclararam como brancas. Pode-se afirmar para este local que o mais recorrente foi a participação de pessoas

do sexo feminino, com idades entre 25 e 64 anos e que se autodeclararam como brancas.

Nos Gráficos 95 e 96 são apresentadas as respostas dos participantes quanto aos usos dos espaços.

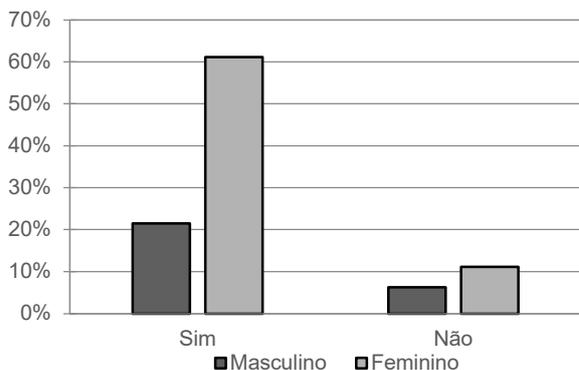


Gráfico 95 – Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 3.

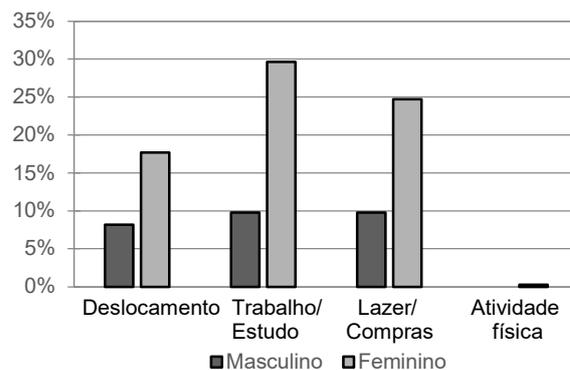


Gráfico 96 – Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 3.

A maioria dos participantes, cerca de 80%, apontaram que utilizam este espaço público com frequência. Ao considerar os motivos pelos quais os participantes utilizam o local com assiduidade, observa-se ser mais recorrente para o grupo feminino o uso por razões de “trabalho e/ou estudo”, correspondente a 30% do total da amostra do ponto, sendo o menos frequente para esta parcela a utilização por razões de deslocamento. Para os participantes do sexo masculino houve um equilíbrio entre as respostas. Verifica-se que 93% dos participantes se consideram urbanos e o restante se identifica como rural.

Nos Gráficos 97 a 100 apresentam os resultados obtidos acerca das questões de uso do ar condicionado do tempo no ambiente externo.

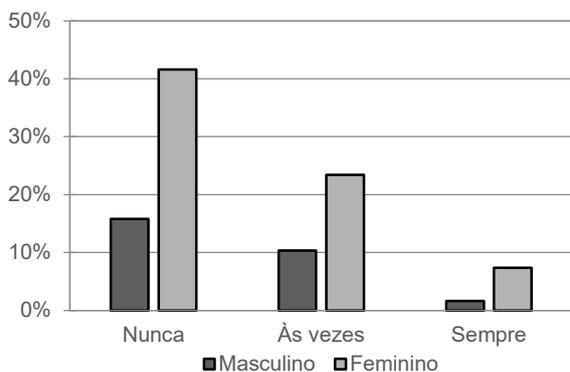


Gráfico 97 – Uso do ar-condicionado no ambiente residencial pelos participantes do Ponto 3.

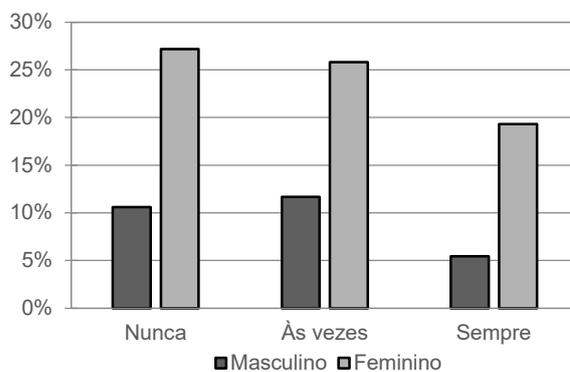


Gráfico 98 – Uso do ar-condicionado no ambiente de trabalho pelos participantes no Ponto 3.

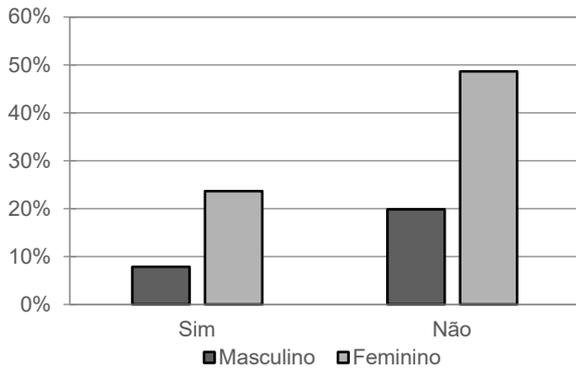


Gráfico 99 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 3.

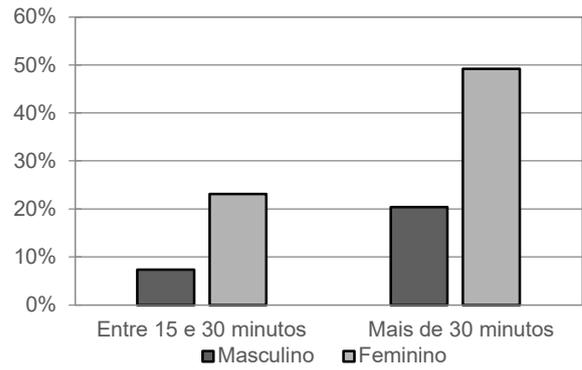


Gráfico 100 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 3.

Aproximadamente 60% dos participantes afirmaram que não utilizam o ar-condicionado no ambiente residencial, enquanto cerca de 40% usa ocasionalmente e quase 10% apontou o uso constante do equipamento. Já nos espaços de trabalho foi verificado um equilíbrio maior entre aqueles que responderam que “nunca” usam o ar-condicionado e a parcela que “às vezes” o utiliza, esse comportamento foi identificado nos dois grupos, sendo que o somatório de cada categoria corresponde a 38%. Do mesmo modo, para os dois grupos, observa-se um aumento na frequência do uso contínuo do ar-condicionado no ambiente de trabalho. Para pessoas do sexo feminino, constata-se que uma proporção maior apontou o uso constante do ar-condicionado no ambiente de trabalho. Cerca de 70% dos respondentes afirmaram que não estavam em um ambiente climatizado artificialmente antes de participarem do estudo. Quanto ao tempo no espaço externo, 80% dos indivíduos apontaram que estavam há mais de 30 minutos.

Nos Gráficos 101 a 112 estão apresentados os resultados quanto à percepção térmica dos participantes no Ponto 3.

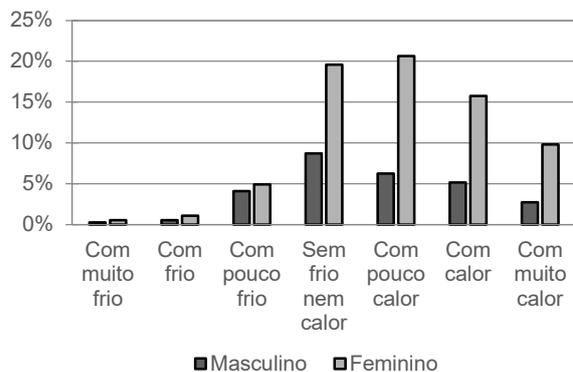


Gráfico 101 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3.

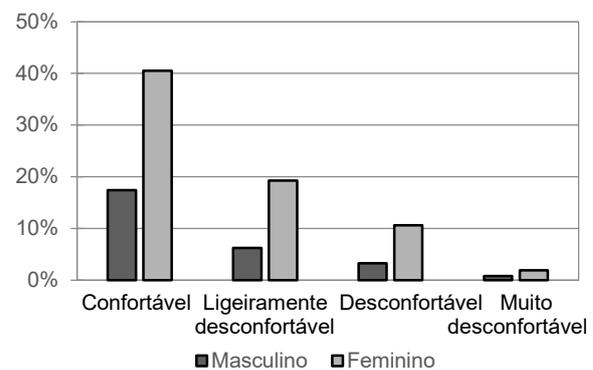


Gráfico 102 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3.

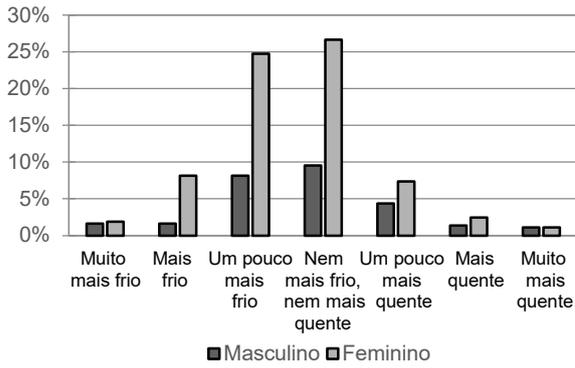


Gráfico 103 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3.

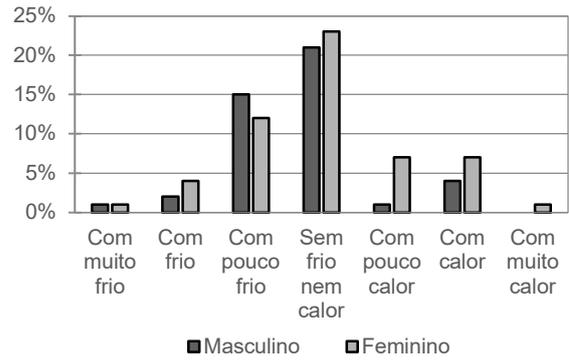


Gráfico 104 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.

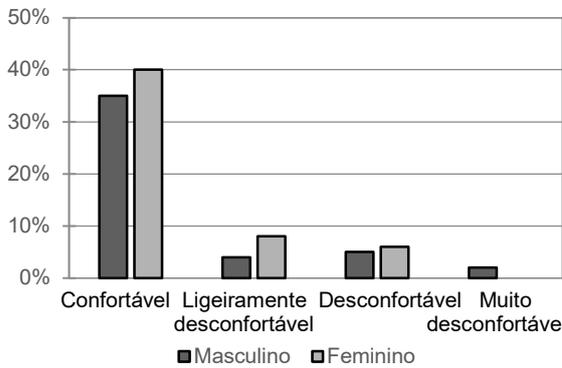


Gráfico 105 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.

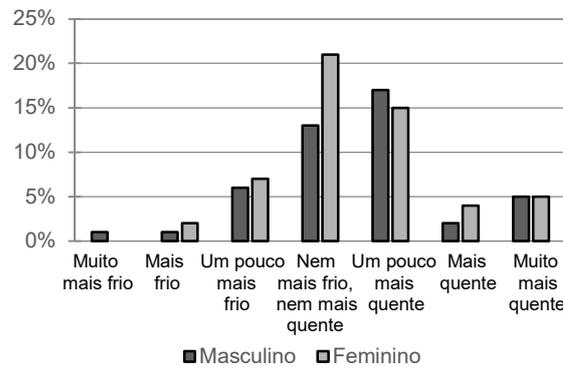


Gráfico 106 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o inverno.

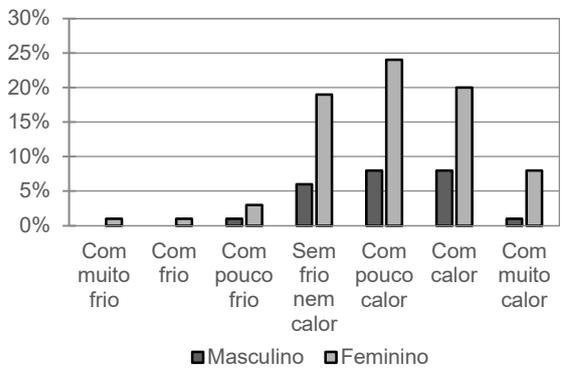


Gráfico 107 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.

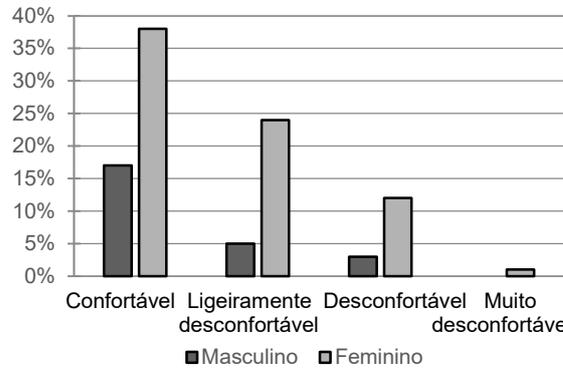


Gráfico 108 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.

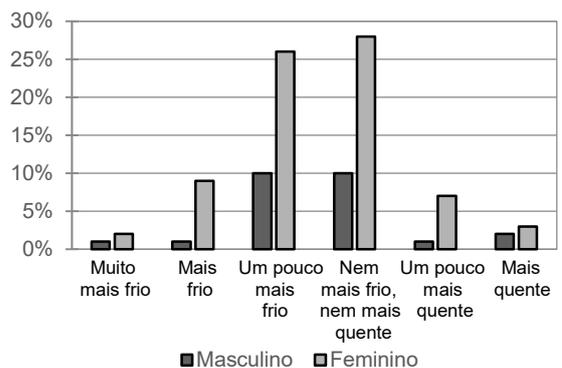


Gráfico 109 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante a primavera.

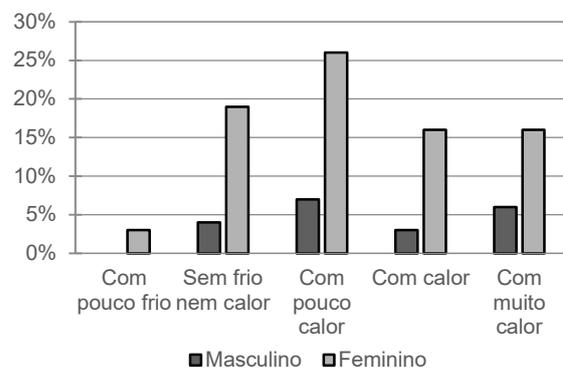


Gráfico 110 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.

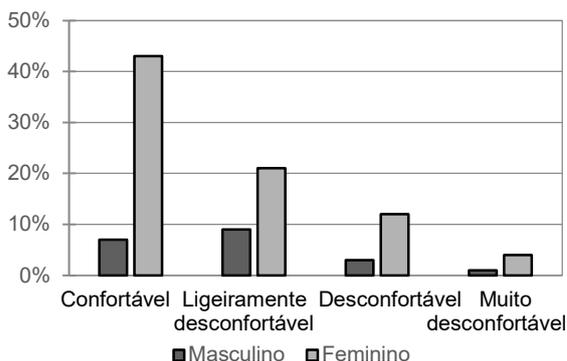


Gráfico 111 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.

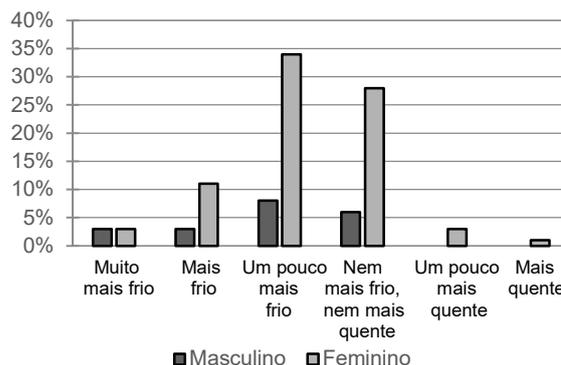


Gráfico 112 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 3 durante o verão.

As respostas quanto à percepção da sensação térmica dos participantes apontam que as categorias “sem frio nem calor” e “com pouco calor” foram as mais frequentes, cada uma representa em torno de 30% dos participantes. Cerca de 35% das respostas estão distribuídas entre as alternativas “com calor” e “com muito calor”, sendo que o restante se refere as opções relacionadas ao frio. A maioria dos participantes, aproximadamente 60% afirmaram que estavam confortáveis no momento da participação no estudo. A categoria “ligeiramente desconfortável” foi a segunda mais frequente, com 25%. Observa-se que, cerca de 40%, demonstraram preferência pela manutenção das condições térmicas, enquanto em torno de 35% apontaram que prefeririam que estivesse um pouco mais frio, sendo que essas são as categorias mais frequentes.

Para o período de inverno, verificou-se que a resposta “sem frio nem calor” foi a mais frequente quanto à percepção da sensação térmica e representa 44% dos participantes. A segunda mais recorrente apontou que 27% dos participantes sentiam pouco frio, enquanto 20% sentiam algum nível de calor. Observa-se que 75% avaliaram que estavam confortáveis em relação às condições térmicas, sendo que nesta estação os participantes mais demonstraram que se sentiam em conforto. Os percentuais referentes aqueles que se sentiam ligeiramente desconfortáveis e desconfortáveis são similares, em torno de 10% para cada situação. Quanto à preferência térmica, verifica-se que cerca de 35% apontaram que prefeririam a manutenção das condições térmicas, enquanto em torno de 30% demonstraram preferência para que estivesse um pouco mais quente e, aproximadamente 15%, prefeririam que estivesse um pouco mais frio. Os resultados demonstram que os

participantes que não sentiam nem frio nem calor e aqueles que estavam com pouco frio estavam confortáveis, sendo que uma parcela desses prefeririam que as condições se mantivessem como estavam e outros prefeririam que estivesse um pouco mais quente.

Na primavera, quanto à percepção da sensação térmica, a resposta mais recorrente corresponde a “pouco calor”, que equivale a 32%. Nessa questão, observa-se que a maioria das respostas estão equilibradas entre as categorias “sem frio nem calor”, “com pouco calor” e “com calor”, sendo que os percentuais referentes a cada uma dessas alternativas apresentam variação entre 25% e 32%. Um pouco mais da metade dos participantes, em torno de 55%, apontaram que estavam confortáveis, enquanto cerca de 30% afirmaram que estavam ligeiramente desconfortáveis. Observa-se quanto à preferência térmica que as categorias “nem mais frio nem mais quente” e “um pouco mais frio” representam, cada uma, cerca de 35%. Os resultados apontam que os participantes que se sentiam sem frio nem calor e com pouco calor estavam confortáveis e prefeririam a manutenção das condições térmicas ou que estivesse um pouco mais frio. Quanto aos que afirmaram que estavam com calor, eles estavam ligeiramente desconfortáveis e a preferência desses participantes variou entre se sentirem com mais frio, um pouco mais frio e nem mais frio nem mais quente.

Os resultados verificados para o período de verão apontaram que a resposta mais frequente quanto à percepção da sensação térmica corresponde à “com pouco calor”, que representa 33%, enquanto que a segunda mais frequente foi “sem frio nem calor”, com 23%. A metade dos participantes afirmaram que se sentiam confortáveis, enquanto 30% demonstraram que estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica, a resposta mais frequente foi “um pouco mais frio”, que representa 42% dos participantes, enquanto 34% prefeririam que se mantivesse como estava e 14% demonstraram preferir se sentirem com mais frio. Verifica-se que aqueles que sentiam calor, não necessariamente demonstraram preferência por sentir frio na mesma proporção em que sentiam calor, o que demonstra que as pessoas estão adaptadas a essas condicionantes e esperam sentir calor. No verão, corresponde ao período em que as pessoas menos se sentiram confortáveis, sendo que este percentual é similar ao verificado para a primavera.

Nos Gráficos 113 a 124 são apresentadas as respostas dos participantes quanto à percepção, avaliação e preferência da ventilação.

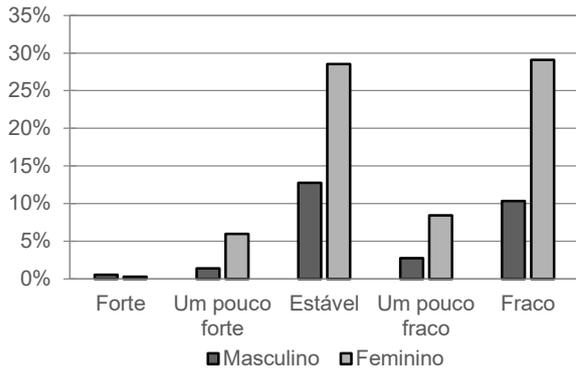


Gráfico 113 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.

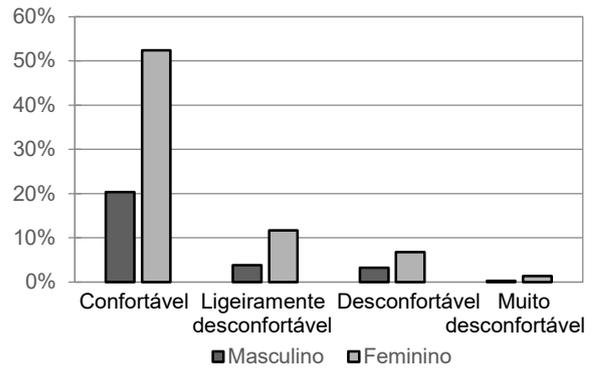


Gráfico 114 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.

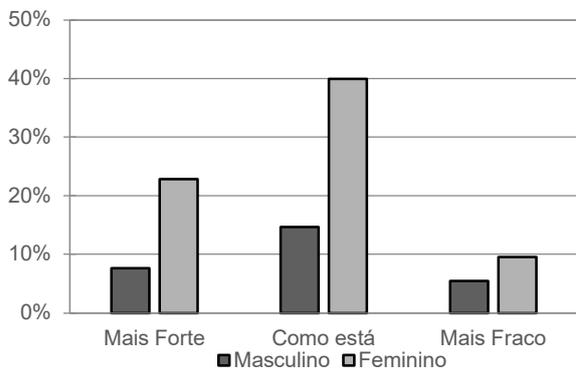


Gráfico 115 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3.

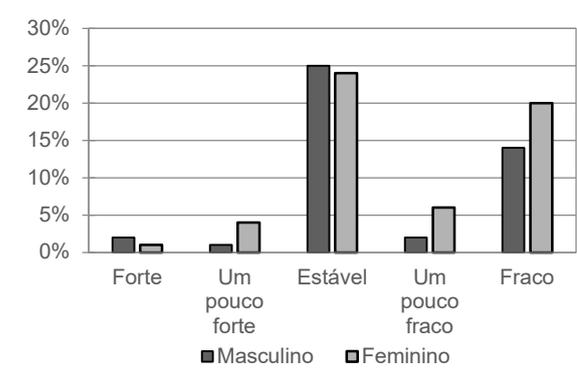


Gráfico 116 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.

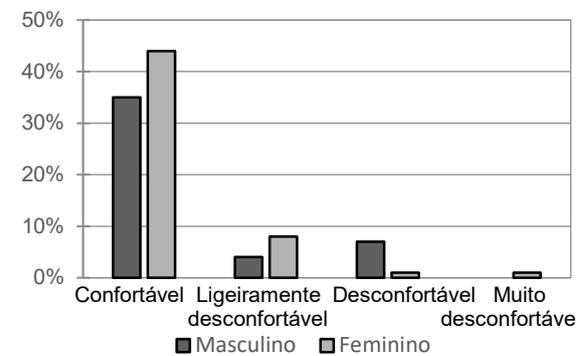


Gráfico 117 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.

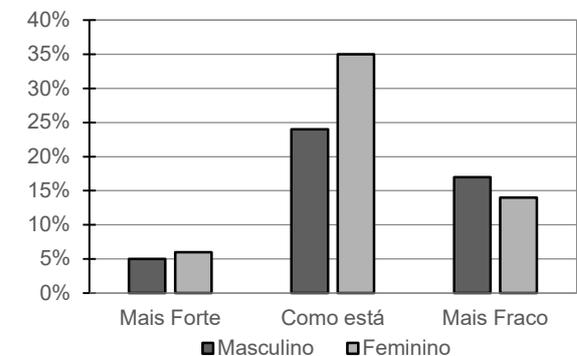


Gráfico 118 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o inverno.

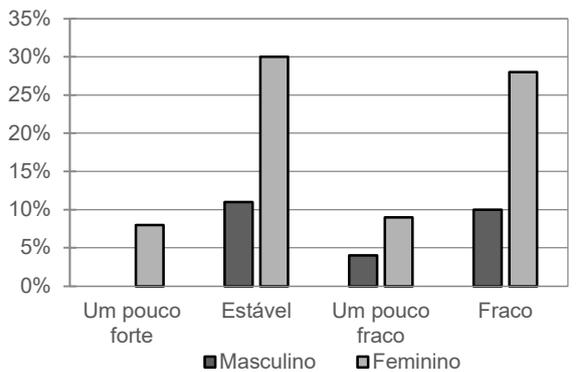


Gráfico 119 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.

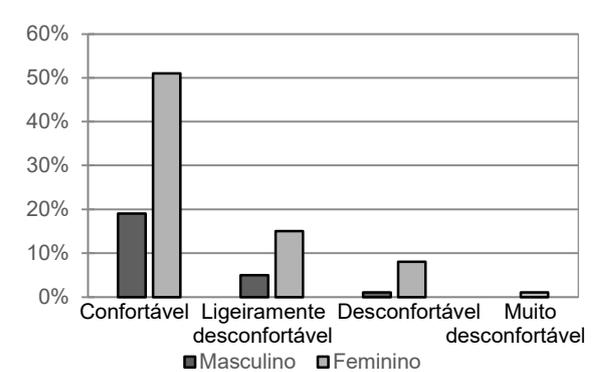


Gráfico 120 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.

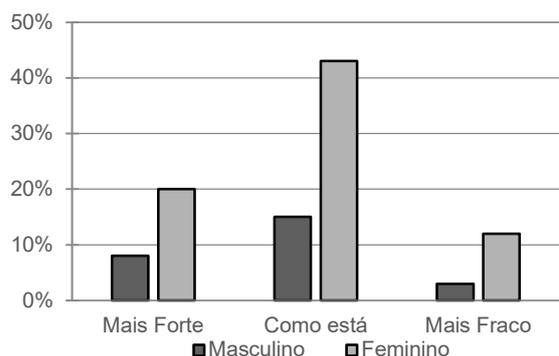


Gráfico 121 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante a primavera.

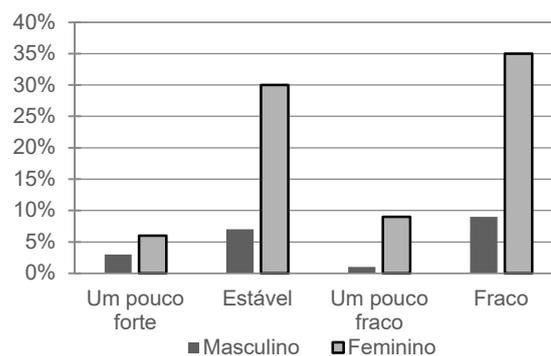


Gráfico 122 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.

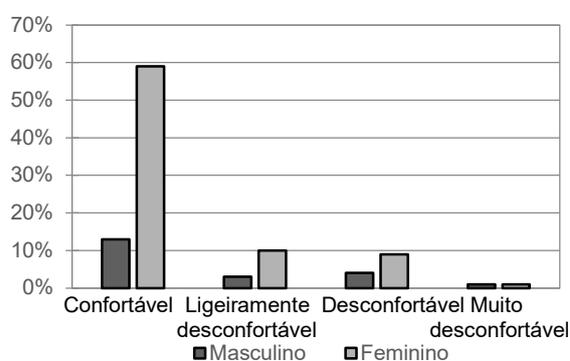


Gráfico 123 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.

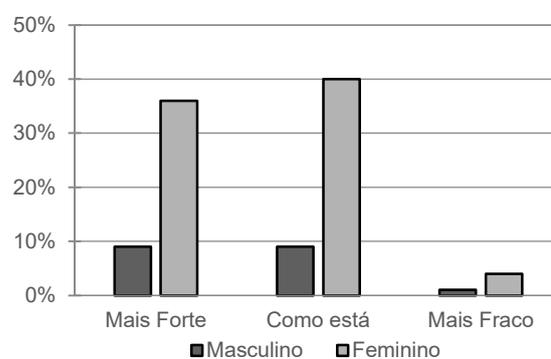


Gráfico 124 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 3 durante o verão.

Quanto à percepção do vento, as respostas mais frequentes foram “estável” e “fraco”, sendo que cada uma corresponde a cerca de 40%. A maioria dos participantes, em torno de 70%, apontaram que estavam confortáveis com as condições do vento no momento da realização do estudo. Ao apontarem como prefeririam que o vento estivesse, 55% demonstraram preferência para que o vento se mantivesse como estava, sendo que a segunda resposta mais frequente foi a preferência para que o vento estivesse mais forte, correspondente a cerca de 30%. Observa-se que aqueles que identificaram que o vento estava forte, preferiram que estivesse mais fraco, parte daqueles que perceberam o vento entre pouco fraco e fraco, demonstraram preferência para que estivesse mais forte, mas a maioria se sentia confortável. Os indivíduos que perceberam o vento como estável, preferiram que se mantivesse com as mesmas condições e estavam confortáveis.

No período de inverno, cerca de 50% apontaram que o vento estava estável, sendo que essa foi a resposta mais frequente, seguida pela opção “fraco”, correspondente a aproximadamente 35%. Observa-se que 80% dos participantes estavam confortáveis. Cerca de 60% apontaram que preferiram que o vento

mantivesse as mesmas condições, enquanto em torno de 30% demonstraram preferência para que o vento estivesse mais fraco. Os participantes que afirmaram que o vento estava estável ou fraco se sentiam confortáveis, sendo que uma parcela desses demonstrou preferência pela manutenção das condições do vento.

Os resultados obtidos para o período de primavera, apontam, quanto à percepção do vento, que as respostas mais frequentes foram “estável” e “fraco”, sendo que cada uma corresponde a cerca de 40% dos participantes. Neste período, 70% dos participantes estavam confortáveis. Quanto à preferência da ventilação, a resposta mais frequente foi “como está”, correspondente a aproximadamente 60%, seguida pela alternativa “mais forte”, equivalente a cerca de 30%.

No período de verão, quanto à percepção do vento, a resposta mais frequente foi “fraco”, em torno de 45%, seguida por “estável”, correspondente a cerca de 35%. A maioria dos participantes, em torno de 70%, afirmaram que estavam confortáveis. O mais frequente em relação à preferência do vento, foi “como está”, com cerca de 50%, sendo que a segunda resposta mais recorrente foi “mais forte”, com 45%. Observa-se que a maioria daqueles que apontaram que o vento estava estável ou fraco, estavam confortáveis, sendo que uma parcela deles preferiria que o vento se mantivesse como estava e o restante demonstrou preferência para que estivesse mais forte.

Nos Gráficos 125 e 126 são apresentadas as respostas dos participantes acerca da atividade metabólica e do isolamento térmico da vestimenta.

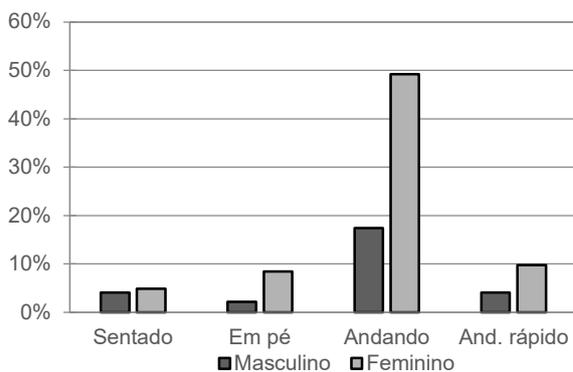


Gráfico 125 – Atividade metabólica dos participantes no Ponto 3.

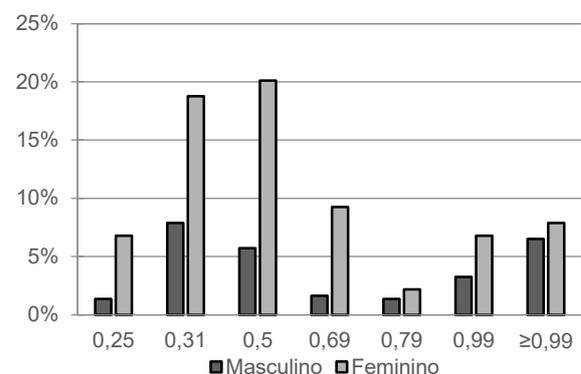


Gráfico 126 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 3.

Verifica-se que a atividade metabólica mais frequente foi “andando”, que representa cerca de 70% dos participantes, sendo que se observa um equilíbrio na distribuição das frequências nas outras alternativas. No isolamento térmico da

vestimenta, constata-se que as alternativas mais frequentes foram 0,31 e 0,50 clo que, respectivamente, correspondem a 27% e 26%.

4.1.5 Ponto 4: Avenida Dom Joaquim

A Tabela 29 apresenta a quantificação dos questionários aplicados em cada campanha de monitoramento realizada na Avenida Dom Joaquim, considerando os questionários validados, os eliminados e a totalidade, além de apontar os somatórios obtidos neste local de análise.

Tabela 29 – Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 4.

Avenida Dom Joaquim			
Campanha	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
C5	22	6	28
C9	13	6	19
C15	13	7	20
C19	33	7	40
C24	31	1	32
C27	28	3	31
C32	19	2	21
C37	26	2	28
C41	19	0	19
C43	26	2	28
C48	38	2	40
Somatório	268	38	306

Na Tabela 30 constam os dados coletados das variáveis climáticas, a análise descritiva apresenta os valores de temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 30 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 4.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	Umidade Rel. (%)	Temp. Globo (°C)	TRM (°C)
N	9.638	9.638	9.638	9.638	9.638
Mínimo	12,1	0	30,2	13,6	13,6
Média	23,7	1,3	62,5	27,2	35,9
Máximo	30,3	10,9	83,2	35,0	68,7
Amplitude	18,2	10,9	53,0	21,4	55,1
Mediana	24,7	0,3	64,0	28,0	32,3
Desvio padrão	4,6	1,8	8,8	5,4	13,9
Coefficiente de variação	19,2	-	13,9	19,9	38,7

Constata-se que as mínimas de todas as variáveis foram registradas no período de inverno, sendo que a máxima da umidade relativa também aconteceu nesta estação. Já o valor máximo da TRM foi obtido na primavera. As máximas das temperaturas do ar e do globo e da velocidade do vento ocorreram no verão. No verão também é observado que as máximas da umidade relativa e TRM registradas neste período são próximas aos maiores valores verificados neste ponto de coleta, respectivamente, equivalem a 82,3% e 67,6°C. Os valores de temperatura do ar e temperatura do globo máximos coletados na primavera, correspondem, respectivamente, a 30,1°C e 34,8°C, semelhantes aos maiores valores coletados neste local.

A Tabela 31 apresenta a análise descritiva dos valores do índice PET para cada entrevista realizada e validada. Observa-se que ocorreram poucos registros no inverno, período em que foi apontado o valor mínimo do índice térmico, sendo que a média nesta estação não ultrapassou os 20°C PET. Na primavera, assim como o verificado para a TRM, foi registrado o valor máximo de PET obtido para o ponto, correspondente a 51,2°C PET. A maior amplitude térmica também foi verificada na primavera, equivalente a 39,4°C PET.

Tabela 31 – Análise descritiva dos valores de PET (°C) verificados no Ponto 4.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	268	48	111	109
Mínimo	10,2	10,2	11,8	22,3
Média	27,7	19,9	28,8	30,1
Máximo	51,2	25,8	51,2	39,3
Amplitude	41,0	15,6	39,4	17,0
Mediana	28,2	18,6	28,6	29,2
Desvio padrão	7,3	4,8	8,5	3,7
Coefficiente de variação	26,2	24,3	29,5	12,1

Os Gráficos 127 a 130 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais referentes a totalidade dos questionários validados na Avenida Dom Joaquim. Ao longo das campanhas realizadas foram validados 268 questionários neste local, que representam 16% do total da amostra do estudo.

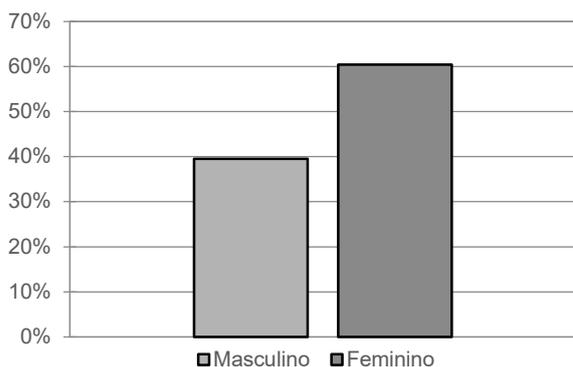


Gráfico 127 – Sexo biológico dos participantes no Ponto 4.

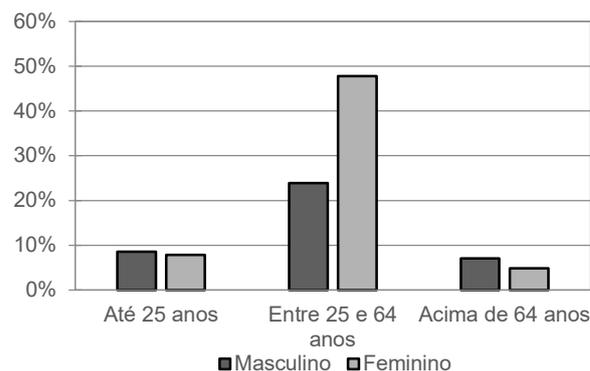


Gráfico 128 – Faixa etária dos participantes no Ponto 4.

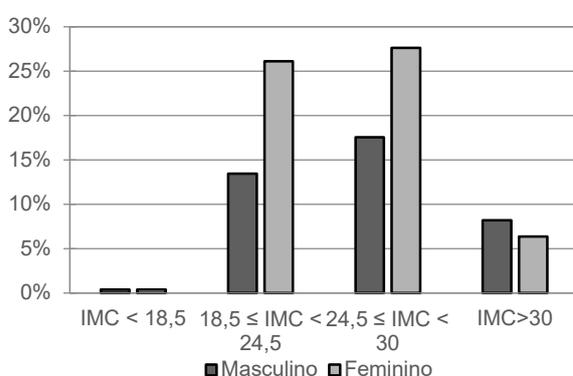


Gráfico 129 – IMC dos participantes no Ponto 4.

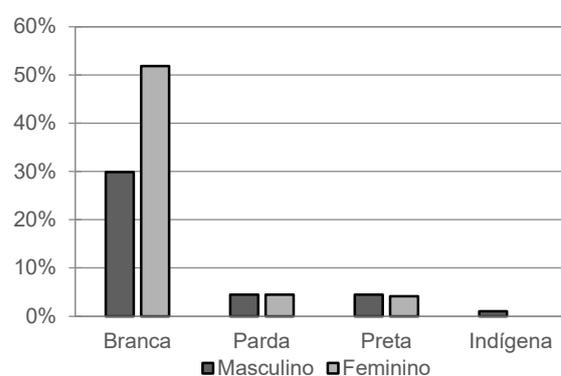


Gráfico 130 – Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 4.

Neste ponto de análise, 60% da amostra é composta por indivíduos do sexo feminino e 40% são do sexo masculino. Na análise da faixa etária dos participantes, foi mais frequente a participação de pessoas com idades entre 25 e 64 anos, considerando o total, 40% são referentes ao sexo feminino e 23% ao masculino. Houve similaridade dos percentuais entre os grupos feminino e masculino nas categorias com idades “até 25 anos” e “acima de 64 anos”. Neste local, diferentemente do constatado nos outros pontos, a participação de pessoas com mais de 64 anos é mais significativa, ainda que represente uma parcela pequena dos entrevistados. Observa-se na análise do IMC que mais pessoas apresentaram sobrepeso, aproximadamente 46% do total. A eutrofia aparece como a segunda mais apontada, com cerca de 40%, sendo que no grupo feminino esta faixa apresenta valores próximos ao da mais recorrente. Majoritariamente, mais de 80% dos participantes se autodeclararam como brancos.

Os Gráficos 131 e 132 apresentam as respostas dos participantes quanto aos usos dos espaços.

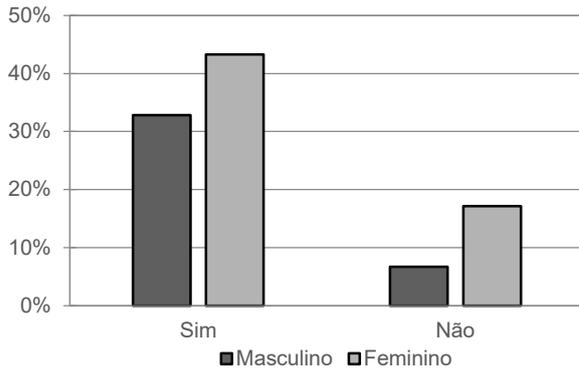


Gráfico 131 – Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 4.

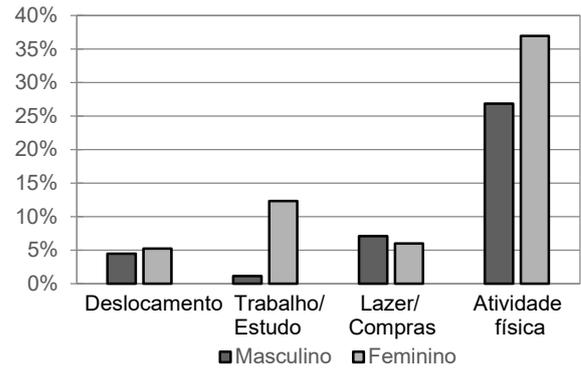


Gráfico 132 – Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 4.

Em torno de 75% afirmaram utilizar o local frequentemente, neste caso, a maioria apontou que usufruía do espaço para a prática de atividade física. Para o público feminino, o segundo motivo mais recorrente para a utilização do local foi o “trabalho e/ou estudo”. Na parcela masculina, o lazer foi a segunda razão mais frequente para a utilização do local.

Nos Gráficos 133 a 136 apresentam os resultados obtidos acerca das questões de uso do ar condicionado do tempo no ambiente externo.

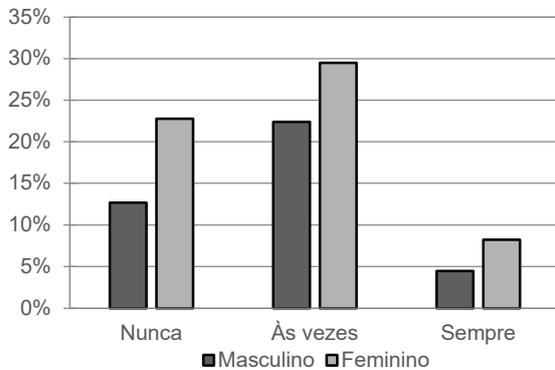


Gráfico 133 – Uso do ar-condicionado no espaço residencial pelos participantes do Ponto 4.

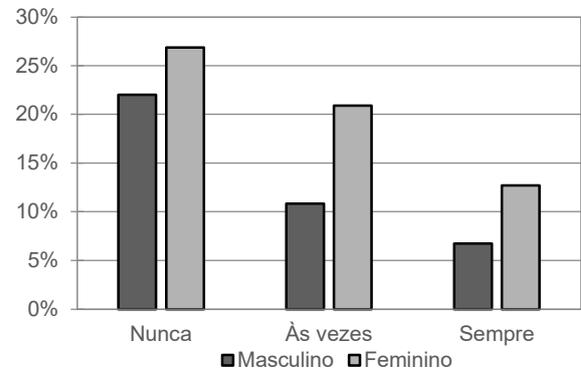


Gráfico 134 – Uso do ar-condicionado no espaço de trabalho pelos participantes no Ponto 4.

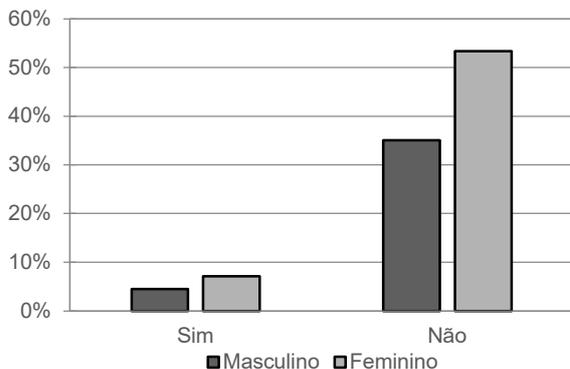


Gráfico 135 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 4.

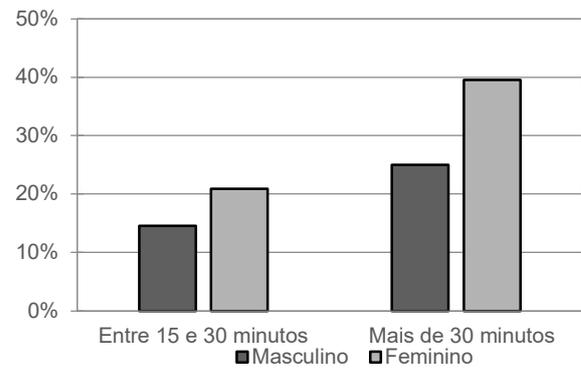


Gráfico 136 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 4.

A maioria dos participantes apontou que utiliza o ar-condicionado no ambiente residencial, sendo que 41% usam de vez em quando e cerca de 12% afirmaram que sempre o utilizam. Este ponto está localizado em uma zona residencial, sendo que a população dessa região dispõe de maior poder aquisitivo, quando em comparação com os pontos situados na região central, o que pode justificar o fato da maioria das pessoas utilizarem o ar-condicionado. Para os dois grupos, feminino e masculino, constata-se que o mais frequente corresponde ao uso ocasional da climatização artificial, equivalente a cerca de 40%, seguido por aqueles que nunca utilizam o ar-condicionado, que representam aproximadamente 35% dos participantes. No ambiente de trabalho, a resposta “nunca” foi a mais frequente, a segunda mais recorrente corresponde ao uso ocasional do ar condicionado, sendo que se observa esse comportamento para os dois grupos. Verifica-se que aproximadamente 20% dos participantes apontaram que sempre utilizam o ar-condicionado no ambiente de trabalho. A maioria, aproximadamente 85%, afirmaram que não estavam em um ambiente climatizado artificialmente antes de participarem do estudo. Cerca de 65% dos indivíduos estavam há mais de 30 minutos no espaço externo.

Nos Gráficos 137 a 148 estão apresentados os resultados quanto à percepção térmica dos participantes no Ponto 4.

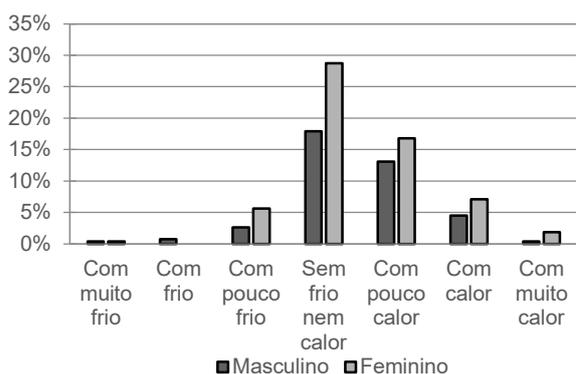


Gráfico 137 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4.

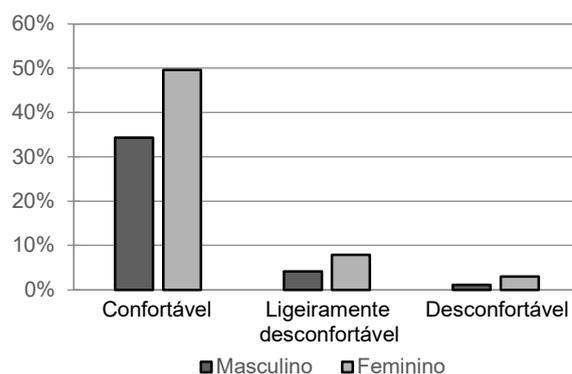


Gráfico 138 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4.

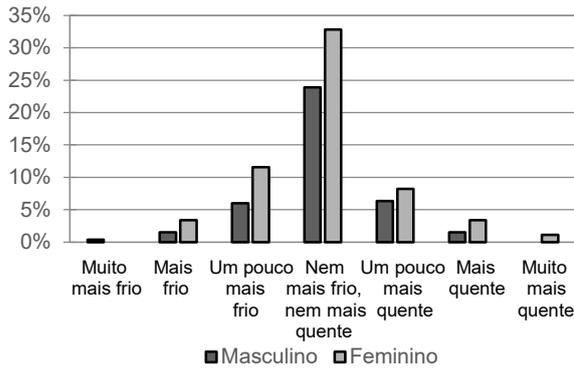


Gráfico 139 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4.

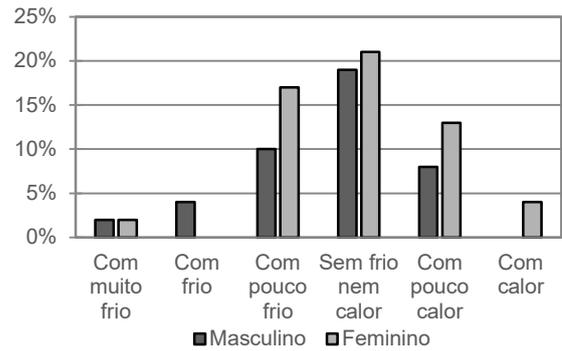


Gráfico 140 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.

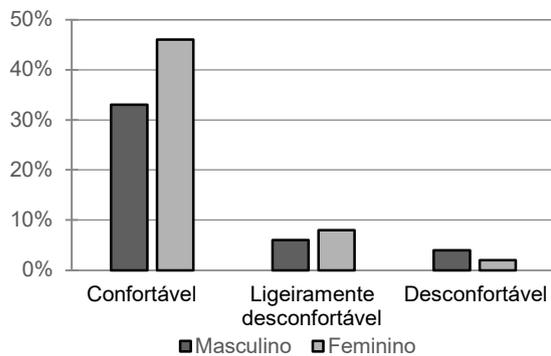


Gráfico 141 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.

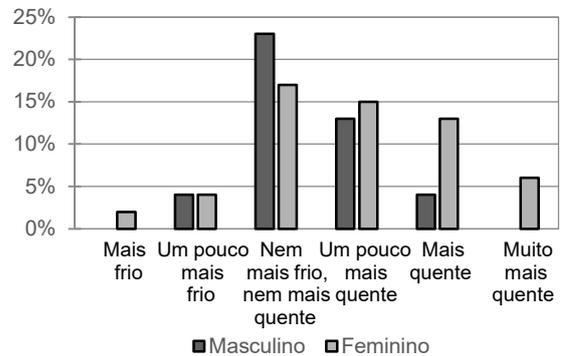


Gráfico 142 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o inverno.

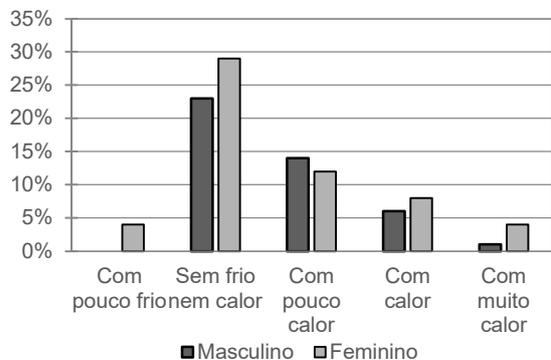


Gráfico 143 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.

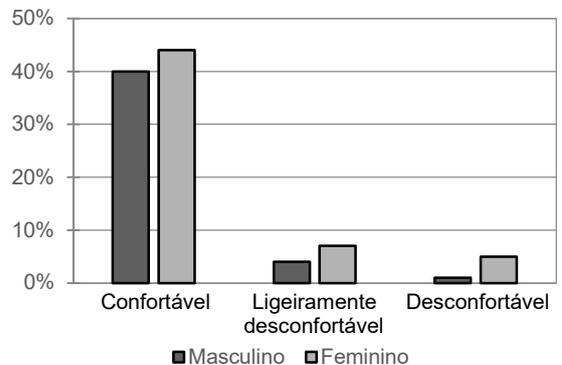


Gráfico 144 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.

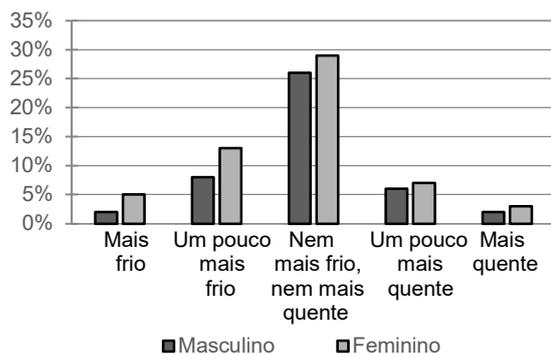


Gráfico 145 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante a primavera.

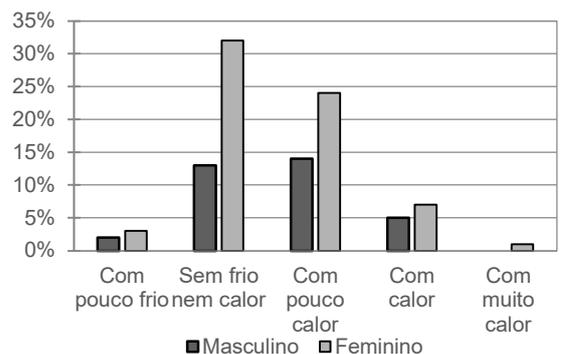


Gráfico 146 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.

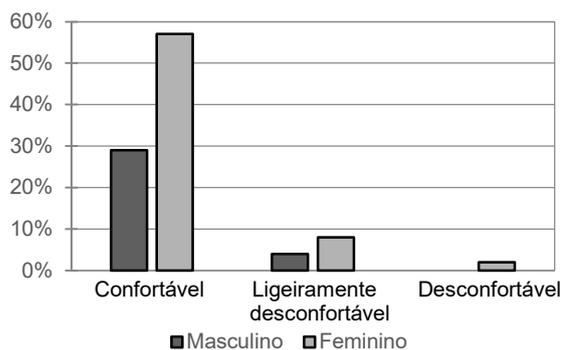


Gráfico 147 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.

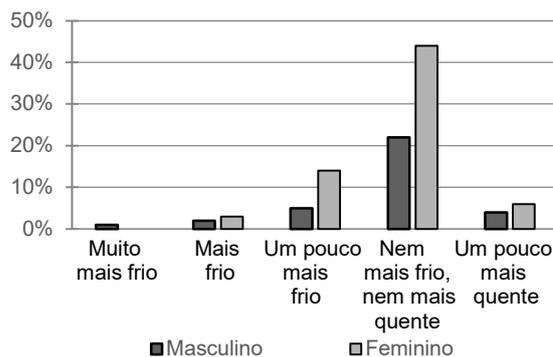


Gráfico 148 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 4 durante o verão.

A resposta mais frequente quanto à percepção da sensação térmica foi “sem frio nem calor”, correspondente a cerca de 50%. A segunda resposta mais recorrente aponta que 30% dos participantes sentiam pouco calor. A maioria dos participantes, aproximadamente 85%, afirmaram que estavam confortáveis no momento da realização da entrevista e cerca de 15% apontaram que estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica, em torno de 60% preferiram que estivesse nem mais frio nem mais quente. Cerca de 20% afirmaram que prefeririam se sentir com pouco mais frio, enquanto em torno de 15% demonstraram preferência para que estivesse mais quente. Constata-se que aqueles que se sentiam sem frio nem calor ou que sentiam pouco calor, estavam confortáveis, sendo que uma parcela dessas pessoas demonstrou preferência para a manutenção das condições do ambiente térmico e outra parte manifestou que preferiria sentir um pouco mais frio.

No período de inverno, quanto à percepção da sensação térmica, 40% dos participantes apontaram que estavam sem frio nem calor, enquanto em torno de 30% afirmaram que sentiam pouco frio e cerca de 20% sentiam pouco calor. Observa-se que cerca de 80% dos participantes estavam confortáveis e aproximadamente 15% afirmaram que estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência térmica, 40% demonstraram que prefeririam que estivesse nem mais frio nem mais quente, cerca de 30% demonstraram que prefeririam que estivesse um pouco mais frio e em torno de 15% preferiram que estivesse mais quente. Verifica-se que a maioria dos participantes estavam confortáveis, sendo que o mesmo percentual foi observado para “sem frio nem calor” e “nem mais frio nem mais quente”. Observa-se que as pessoas que sentiam pouco frio demonstraram que estavam confortáveis e preferiram que estivesse um pouco mais quente.

Os resultados obtidos para a primavera demonstram que a resposta mais frequente quanto à percepção da sensação térmica foi “sem frio nem calor”, que representa em torno de 50% dos participantes. A segunda categoria mais recorrente, com cerca de 25%, foi “pouco calor”. Observa-se que 84% afirmaram que se sentiam confortáveis. Mais da metade dos participantes, em torno de 55%, prefeririam que estivesse nem mais frio nem mais quente, sendo que em torno de 20% demonstraram preferência por sentir um pouco mais frio, enquanto que cerca de 15% prefeririam que estivesse um pouco mais quente. Observa-se que aqueles que se sentiam sem frio nem calor prefeririam a manutenção das condições do ambiente térmico e estavam confortáveis. Verifica-se comportamento similar para aqueles que estavam com pouco calor e prefeririam sentir um pouco mais de frio, sendo que essas pessoas apontaram que estavam confortáveis.

Para o período de verão, os resultados demonstram que cerca de 45% dos participantes se sentiam sem frio nem calor, sendo essa categoria a que foi frequente, enquanto aproximadamente 40% afirmaram que sentiam pouco calor. Verifica-se que 86% dos participantes estavam confortáveis, sendo que nesta estação foi verificado o maior percentual de pessoas que estavam confortáveis. A categoria mais frequente quanto à preferência térmica foi “nem mais frio nem mais quente”, correspondente a aproximadamente 65% dos participantes, seguida pela preferência por um pouco mais frio, com cerca de 20%. Observa-se que os participantes que se sentiam sem frio nem calor e que sentiam pouco calor apontaram que uma parcela preferiria que estivesse nem mais frio nem mais quente, e o restante tinha preferência por sentir um pouco mais de frio, sendo que esses participantes estavam confortáveis.

Nos Gráficos 149 a 160 são apresentadas as respostas dos participantes quanto à percepção, avaliação e preferência da ventilação.

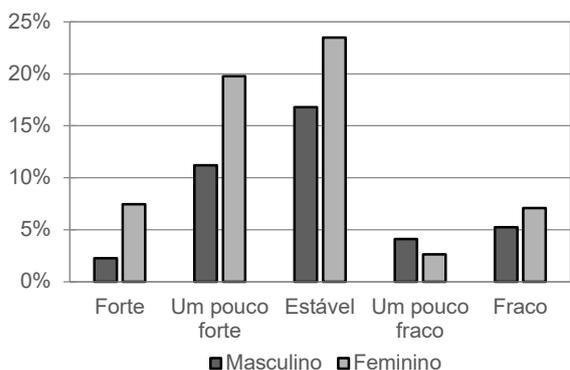


Gráfico 149 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.

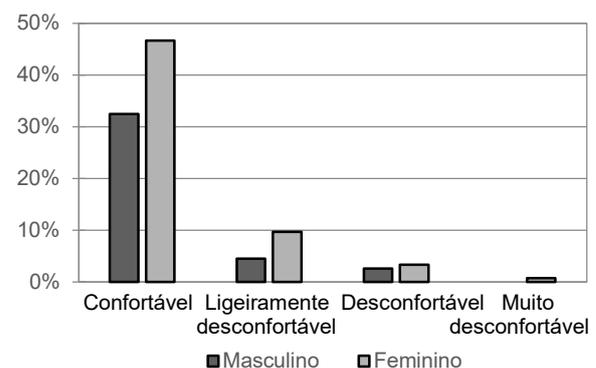


Gráfico 150 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.

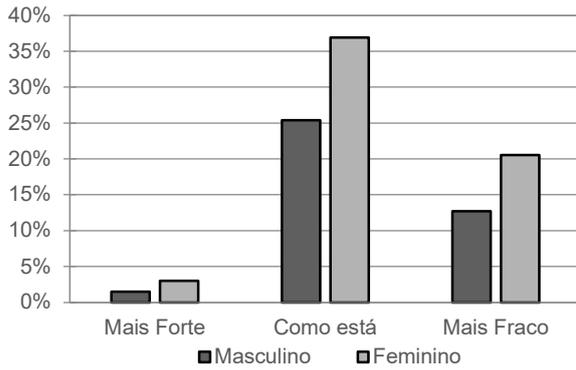


Gráfico 151 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4.

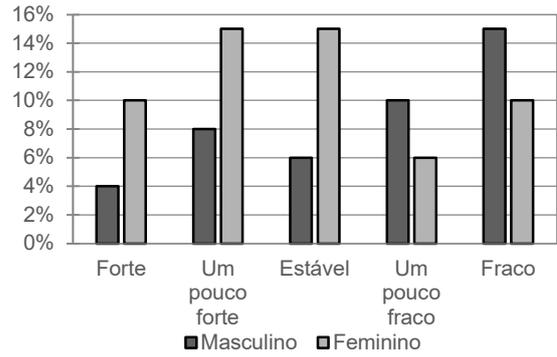


Gráfico 152 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.

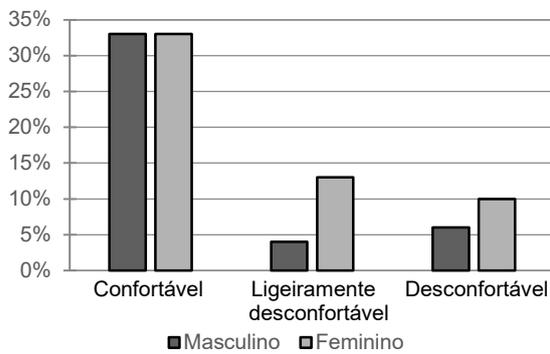


Gráfico 153 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.

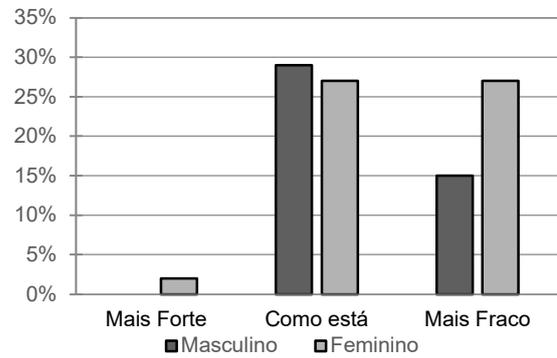


Gráfico 154 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o inverno.

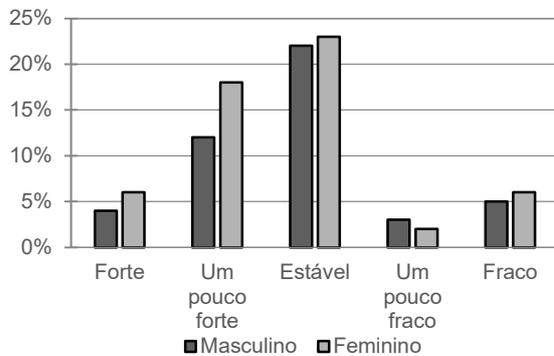


Gráfico 155 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.

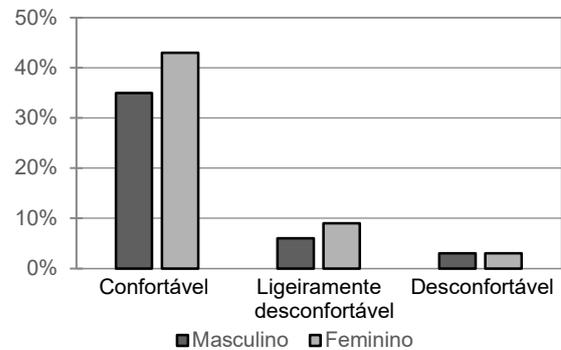


Gráfico 156 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.

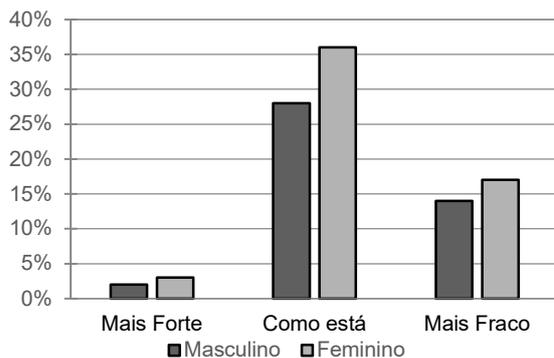


Gráfico 157 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante a primavera.

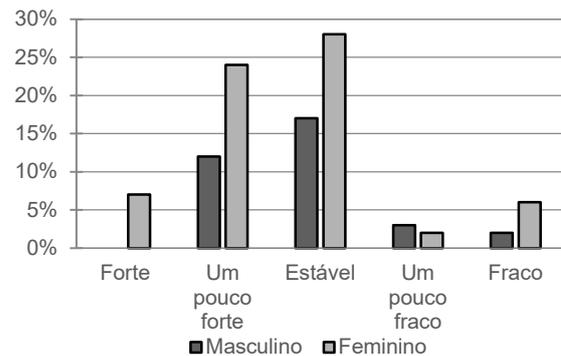


Gráfico 158 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.

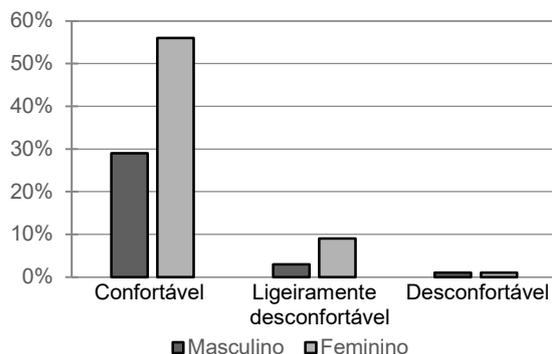


Gráfico 159 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.

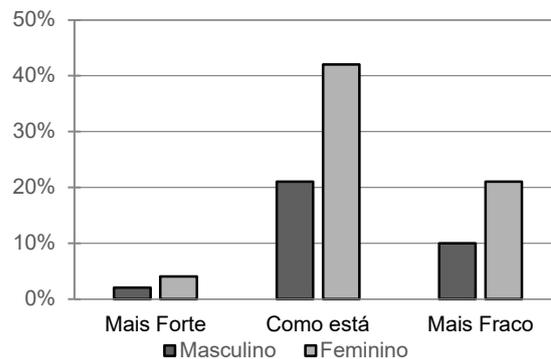


Gráfico 160 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 4 durante o verão.

A resposta mais frequente quanto à percepção do vento foi que estava estável, correspondente a aproximadamente 40%. A segunda alternativa mais recorrente foi que o vento estava um pouco forte, correspondente a cerca de 30%. As condições do vento foram consideradas confortáveis para em torno de 80% dos participantes. Quanto à preferência, cerca de 60% demonstraram que prefeririam que o vento se mantivesse como estava, enquanto aproximadamente 35% apontaram que prefeririam que o vento estivesse mais fraco. Observa-se que a maioria dos participantes demonstrou que estava confortável com as condições do vento, mas a maioria daqueles que apontaram que o vento estava forte ou pouco forte prefeririam que o vento estivesse mais fraco.

No período de inverno, quanto à percepção do vento, três categorias apresentaram um percentual similar, com variação entre 21% e 25%, correspondentes a “fraco”, “estável” e “pouco forte”. Observa-se que cerca de 65% dos participantes estavam confortáveis com as condições do vento, sendo este o menor percentual de conforto verificado para este ponto. A resposta mais frequente quanto à preferência do vento foi “como está”, com cerca de 55%, seguida por “mais fraco”, com aproximadamente 40%. Observa-se que aqueles que apontaram que o vento estava forte, estavam desconfortáveis e prefeririam que o vento estivesse mais fraco. Aqueles que afirmaram que o vento estava estável, um pouco fraco ou fraco, estavam confortáveis, sendo que a maioria dessas pessoas prefeririam que fossem mantidas as condições do vento.

Os resultados verificados para a primavera demonstram que a resposta mais frequente quanto à percepção representa 45% dos participantes e refere-se à alternativa “estável”, seguida por “pouco forte”, equivalente a 30%. Verifica-se que

80% apontaram que estavam confortáveis. Quanto à preferência, cerca de 65% prefeririam que o vento permanecesse como estava. Observa-se que parte daqueles que apontaram que o vento estava um pouco forte ou estável prefeririam que se mantivesse como estava e estavam confortáveis. Aqueles que apontaram que o vento estava forte ou fraco sentiam algum grau de desconforto.

Para o período de verão, quanto à percepção do vento, a resposta mais frequente foi “estável”, equivalente a 45%. A segunda alternativa mais recorrente refere-se a “pouco forte” e corresponde a cerca de 35%. A maioria dos participantes afirmaram que estavam confortáveis, essa parcela representa 85%. Quanto à preferência, a resposta mais frequente foi “como está”, que corresponde a cerca de 65%, seguida por “como está”, que equivale aproximadamente a 30%. Neste período, observa-se que aqueles que apontaram que o vento estava um pouco forte ou estável se sentiam confortáveis, sendo que a maioria dessas pessoas preferiria que o vento se mantivesse como estava e o restante preferiria que estivesse mais fraco.

Nos Gráficos 161 e 162 são apresentadas as respostas dos participantes acerca da atividade metabólica e do isolamento térmico da vestimenta.

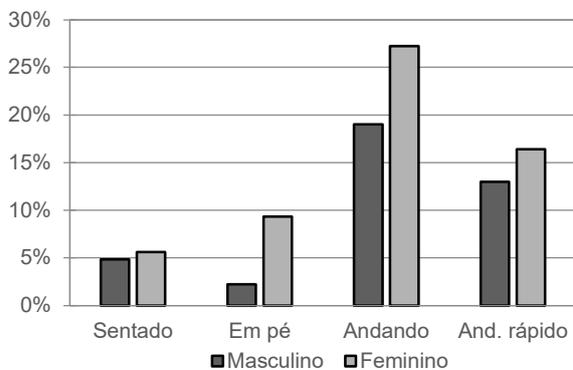


Gráfico 161 – Atividade metabólica dos participantes no Ponto 4.

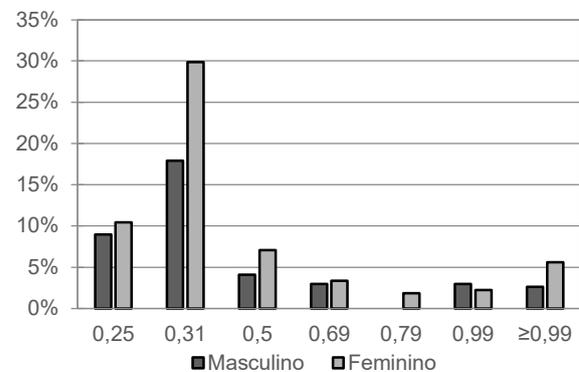


Gráfico 162 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 4.

Na atividade metabólica exercida pelos participantes, verifica-se que a alternativa mais frequente foi “andando”, que corresponde a cerca de 45%, seguida por “andando rápido”, equivalente a aproximadamente 30%. Quanto ao isolamento térmico da vestimenta, observa-se que o mais frequente foi 0,31 clo.

4.1.6 Ponto 5: Praia do Laranjal

A Tabela 32 apresenta a quantificação dos questionários aplicados em cada campanha de monitoramento realizada na Praia do Laranjal, considerando os questionários validados, os eliminados e a totalidade, além de apontar os somatórios obtidos neste local de análise.

Tabela 32 – Quantificação dos questionários por campanha realizada no Ponto 5.

Praia do Laranjal			
Campanha	Questionários Validados	Questionários Excluídos	Total
C6	30	4	34
C7	32	3	35
C10	23	4	27
C17	50	1	51
C23	35	3	38
C28	35	4	39
C34	34	0	34
C39	48	1	49
C42	25	1	26
C52	15	0	15
C53	27	0	27
Somatório	354	21	375

Na Tabela 33 constam os dados coletados das variáveis climáticas, a análise descritiva apresenta os valores de temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura do globo (°C) e temperatura radiante média (°C).

Tabela 33 – Análise descritiva das variáveis microclimáticas coletadas no Ponto 5.

	Temp. Ar (°C)	Vel. Vento (m/s)	Umidade Rel. (%)	Temp. Globo (°C)	MRT (°C)
N	9.595	9.595	9.595	9.595	9.595
Mínimo	14,2	0	31,2	15,9	15,9
Média	23,3	1,7	69,4	26,4	35,5
Máximo	30,6	13,6	94,6	33,5	68,9
Amplitude	16,4	13,6	63,3	17,6	53,1
Mediana	23,9	0,3	72,0	26,7	30,2
Desvio padrão	3,5	2,6	14,1	4,1	13,9
Coeficiente de variação	15,0	-	20,3	15,5	39,4

As temperaturas do ar e do globo tiveram suas mínimas registradas no inverno e as máximas na primavera. O menor valor de umidade relativa foi obtido no verão e o maior no inverno. A variável TRM registrou o valor mínimo no inverno e na

primavera, mesmo período em que ocorreu o valor máximo. Na velocidade do vento são observados valores maiores aos capturados nos outros locais de análise, o que pode ser constatado ao analisar o valor médio desta variável. Nos períodos de primavera e verão, a velocidade média correspondeu a 2,5 m/s, enquanto no inverno obteve o valor de 0,2 m/s. No verão foram observados valores máximos de temperatura do globo e TRM semelhantes aos constatados para o ponto, que correspondem, respectivamente, a 32,4°C e 68,7°C.

A Tabela 34 apresenta a análise descritiva dos valores do índice PET para cada entrevista realizada e validada. Na primavera ocorreram os valores mínimos e máximos constatados para o ponto de análise, consequentemente, foi verificada a maior amplitude térmica. No inverno, o valor mínimo (17,5°C PET) foi muito próximo ao constatado na primavera. O valor máximo constatado no verão é semelhante ao máximo verificado para o ponto.

Tabela 34 – Análise descritiva dos valores de PET (°C) verificados no Ponto 5.

	Totalidade	Inverno	Primavera	Verão
N	354	135	104	115
Mínimo	17,1	17,5	17,1	20,9
Média	26,3	22,5	27,3	29,9
Máximo	36,5	27,8	36,5	34,9
Amplitude	19,4	10,3	19,4	14,0
Mediana	26,9	22,6	27,8	29,6
Desvio Padrão	4,8	2,2	5,2	2,9
Coeficiente de variação	18,0	9,6	19,2	9,6

Os Gráficos 163 a 166 apresentam os resultados da análise das variáveis individuais referentes a totalidade dos questionários validados na Praia do Laranjal. Ao longo das campanhas realizadas neste local foram validados 354 questionários, que representam 21% do total da amostra do estudo.

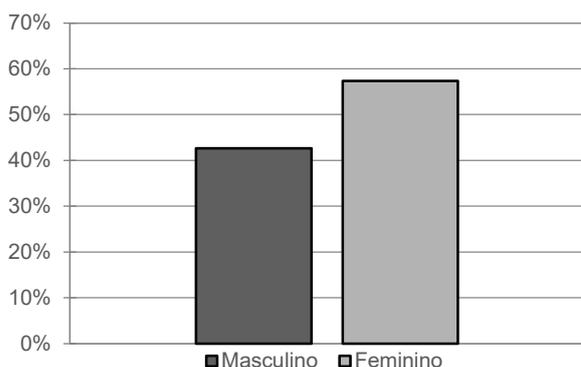


Gráfico 163 – Sexo biológico dos participantes no Ponto 5.

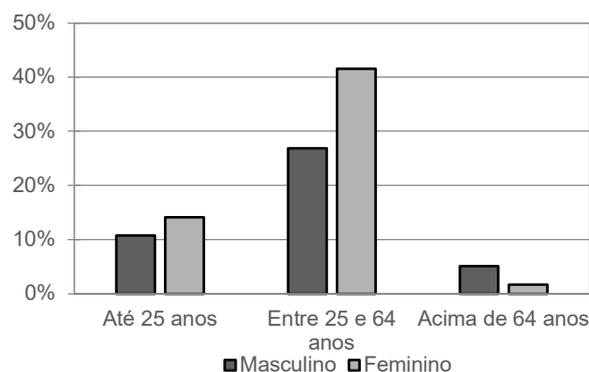


Gráfico 164 – Faixa etária dos participantes no Ponto 5.

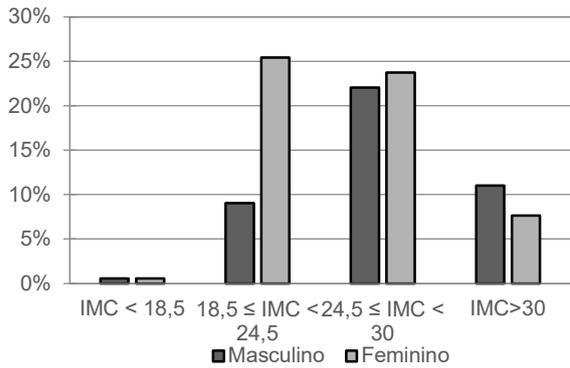


Gráfico 165 – IMC dos participantes no Ponto 5.

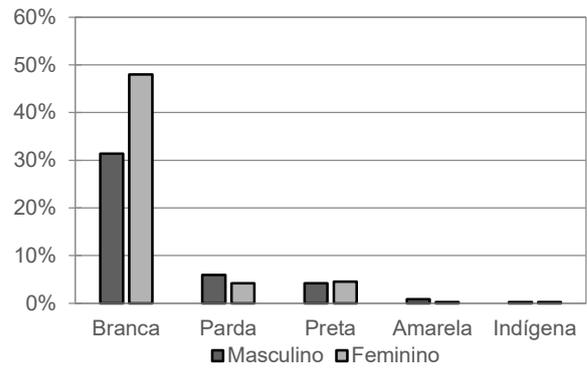


Gráfico 166 – Cor da pele autodeclarada pelos participantes no Ponto 5.

Este ponto de coleta apresentou a menor disparidade quanto ao sexo biológico dos participantes, sendo que 57% são pessoas do sexo feminino e 43% do masculino. A faixa etária mais frequente foi entre 25 e 64 anos, com cerca de 70% dos participantes. Assim como o observado na Avenida Dom Joaquim, pessoas com mais de 64 anos participaram mais do estudo neste local, em comparação aos demais pontos de coleta. Em cada sexo biológico, houve similaridade entre os percentuais de participantes com até 25 anos. Em relação ao IMC, no grupo masculino, a maioria dos participantes apresentou sobrepeso, equivalente a 22%. As categorias eutrofia e sobrepeso apresentaram similaridade quando considerado o público feminino, sendo as mais recorrentes, o percentual referente a cada uma equivale a aproximadamente 25%. Quanto a cor de pele, observa-se que 80% dos indivíduos se autodeclararam como brancos.

Os Gráficos 167 e 168 apresentam as respostas dos participantes quanto aos usos dos espaços.

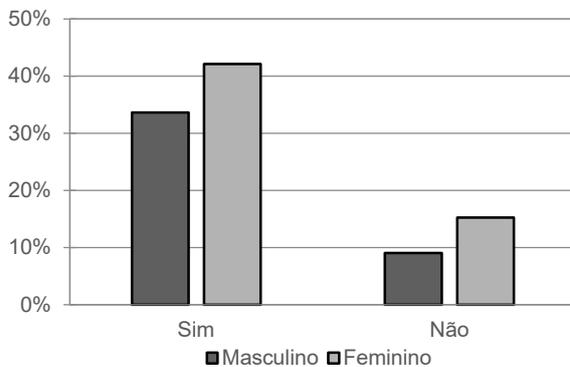


Gráfico 167 – Frequência de uso do local pelos participantes no Ponto 5.

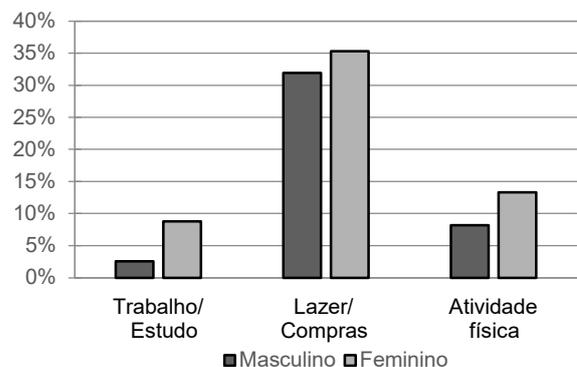


Gráfico 168 – Razão do uso do local pelos participantes no Ponto 5.

Cerca de 75% dos participantes afirmaram que utilizam o espaço frequentemente. Aproximadamente 70% dos participantes frequenta este local por lazer e o restante se divide entre motivos de trabalho e atividade física. A maioria, em torno de 95%, se considera urbana e o restante aponta ser rural.

Nos Gráficos 169 a 172 apresentam os resultados obtidos acerca das questões de uso do ar condicionado do tempo no ambiente externo.

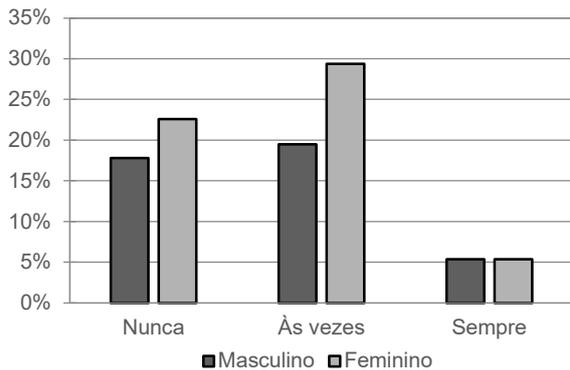


Gráfico 169 – Uso do ar-condicionado no espaço residencial pelos participantes do Ponto 5.

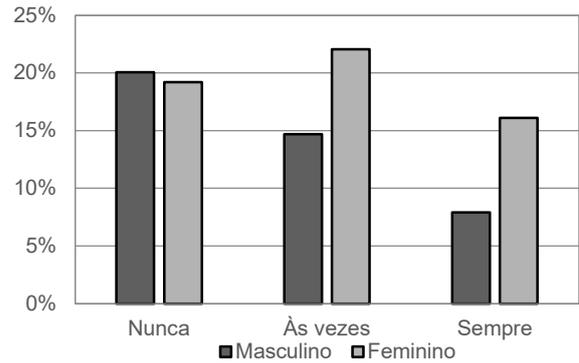


Gráfico 170 – Uso do ar-condicionado no espaço de trabalho pelos participantes no Ponto 5.

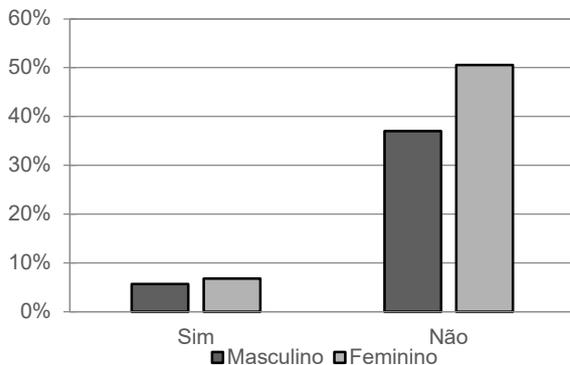


Gráfico 171 – Uso do ar-condicionado no último ambiente fechado em que o participante esteve considerando os dados do Ponto 5.

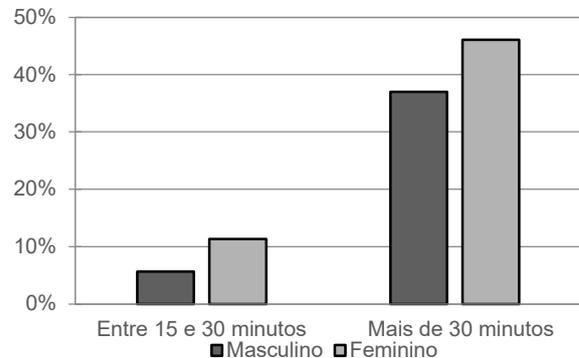


Gráfico 172 – Tempo em que os participantes estavam no ambiente externo, considerando os dados do Ponto 5.

Neste local, o mais frequente foi a utilização ocasional do ar-condicionado no espaço residencial, correspondente a cerca de 50%, seguido por aqueles que nunca o utilizam e representam aproximadamente 40%. Aqueles que usam sempre a climatização artificial no ambiente domiciliar corresponde a parcela de 10%. Verifica-se, assim como no Ponto 4, que a maioria dos participantes, fazem algum uso do ar-condicionado no espaço residencial. No ambiente profissional, cerca de 40% não utilizam o ar-condicionado, um percentual semelhante afirmou que às vezes utiliza e o restante dos respondentes afirmaram que sempre trabalhavam em um ambiente

climatizado artificialmente. Ao considerar o sexo biológico dos participantes, na categoria que representa aqueles que nunca utilizam o ar-condicionado, observa-se equilíbrio entre as respostas de cada grupo. Quanto àqueles que ocasionalmente trabalham em um ambiente climatizado artificialmente, apesar dessa categoria representar cerca de 40% das respostas, a maior frequência se refere às pessoas do sexo feminino. A maioria dos entrevistados, cerca de 85%, afirmou que não estava em um ambiente climatizado antes de participarem do estudo. O tempo no ambiente externo antes da participação na pesquisa foi maior que 30 minutos para mais de 80% dos participantes.

Nos Gráficos 173 a 184 estão apresentados os resultados quanto à percepção térmica dos participantes no Ponto 5.

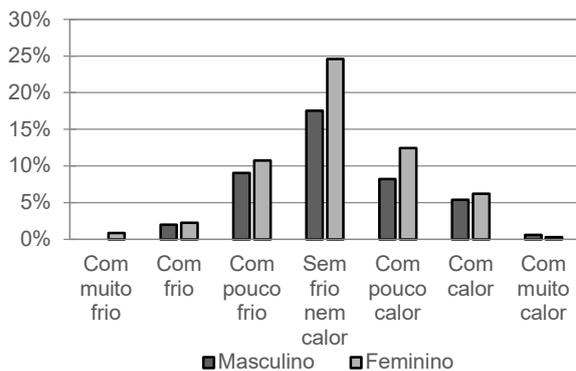


Gráfico 173 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5.

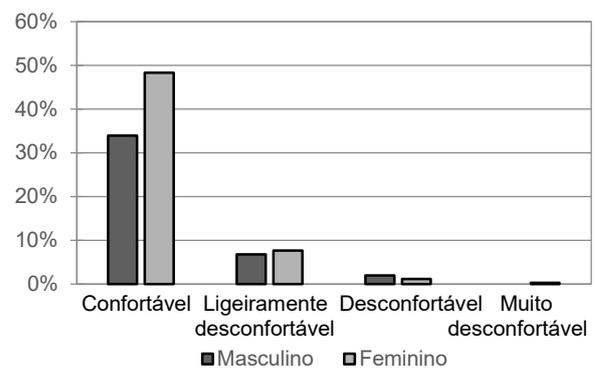


Gráfico 174 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5.

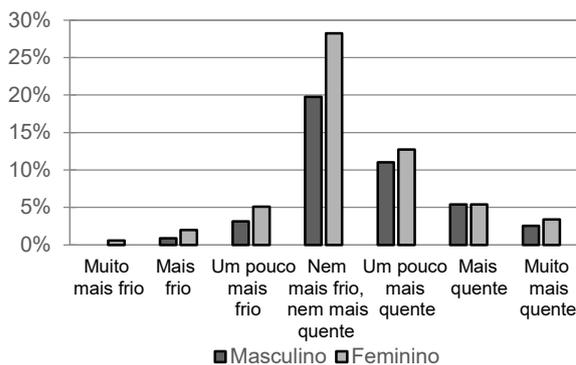


Gráfico 175 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5.

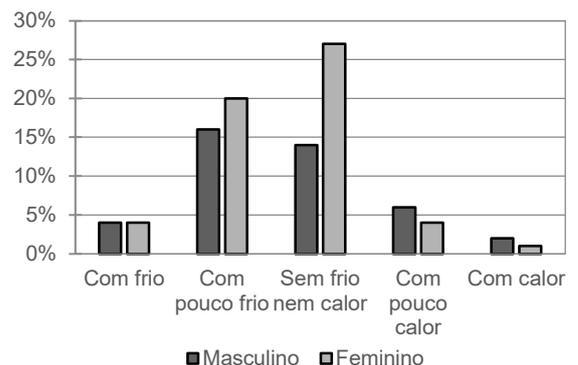


Gráfico 176 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.

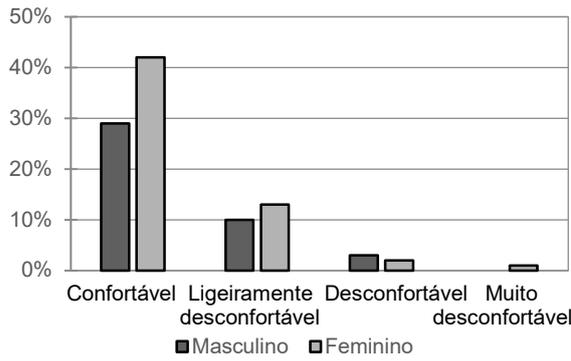


Gráfico 177 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.

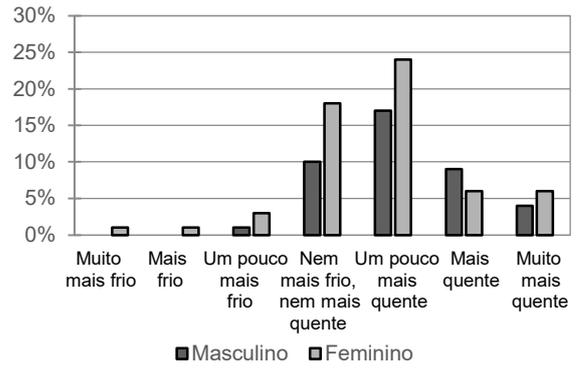


Gráfico 178 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o inverno.

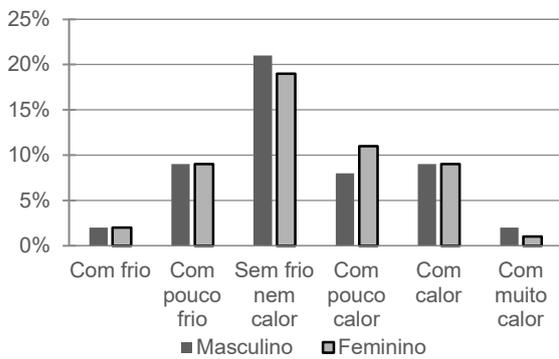


Gráfico 179 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.

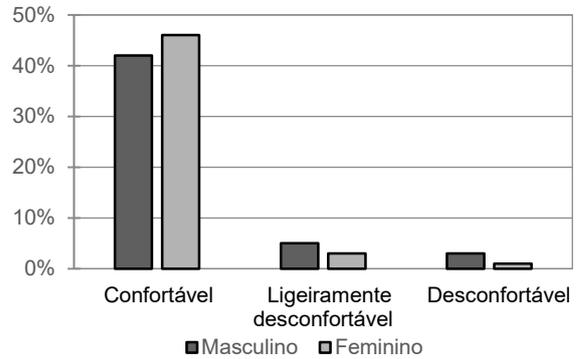


Gráfico 180 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.

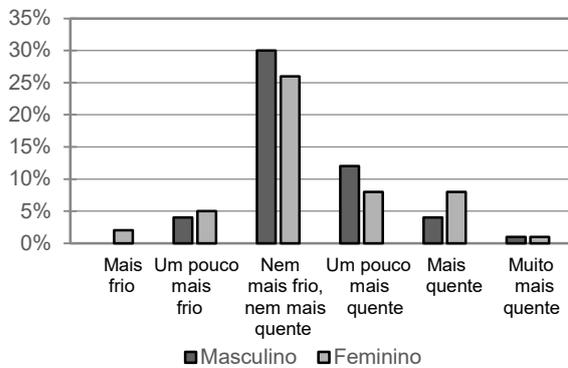


Gráfico 181 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante a primavera.

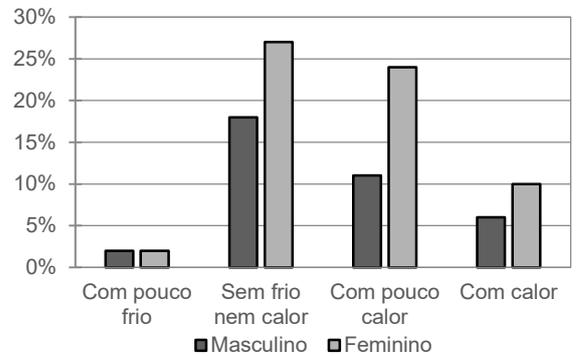


Gráfico 182 – Percepção da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.

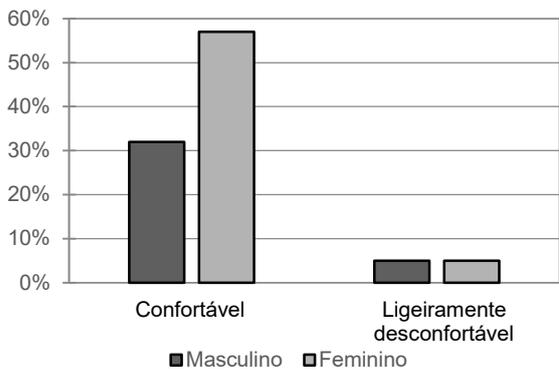


Gráfico 183 – Avaliação da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.

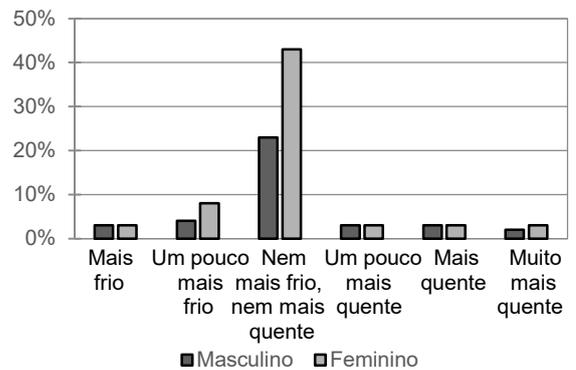


Gráfico 184 – Preferência da sensação térmica dos participantes no Ponto 5 durante o verão.

Quanto à percepção da sensação térmica, a resposta mais frequente foi que os participantes não sentiam frio, nem calor, correspondente a cerca de 45%. Verifica-se que as categorias “pouco frio” e “pouco calor” representam, cada uma, cerca de 20%. A maioria dos participantes demonstrou que estava confortável, equivalente a aproximadamente 80%. Observa-se quanto à preferência térmica que a alternativa mais frequente foi “nem mais frio nem mais quente”, correspondente a cerca de 50%. Em torno de 25% dos participantes apontaram que prefeririam que estivesse um pouco mais quente.

Os resultados verificados para o período de inverno apontam que a resposta mais recorrente quanto à percepção da sensação térmica foi “sem frio nem calor”, com cerca de 40%, seguida por “pouco frio”, que corresponde a aproximadamente 35%. Quanto à avaliação, cerca de 70% dos participantes afirmaram que estavam confortáveis. Em torno de 40% demonstraram preferir que estivesse um pouco mais quente, sendo que cerca de 30% prefeririam que estivesse nem mais frio nem mais quente. Neste ponto de análise, observa-se um comportamento diferente do que o constatado nos outros locais. Verifica-se que a parcela daqueles que estavam sem frio nem calor não é tão próxima ao percentual referente aqueles que demonstraram preferência por nem mais frio nem mais quente.

Na primavera, quanto à percepção da sensação térmica, o mais frequente foi “sem frio nem calor”, que corresponde a 40%, seguida pelas alternativas “pouco frio”, “pouco calor” e “calor”, sendo que cada uma representa em torno de 20% dos participantes. Em torno de 90% dos participantes apontaram que estavam confortáveis. O mais frequente quanto a preferência térmica foi “nem mais frio nem mais quente”, com cerca de 55%, seguida por “um pouco mais quente”, com 20%. Observa-se que a maioria dos participantes estavam confortáveis, sendo que a maioria preferiria que fossem mantidas as condições do ambiente.

No período de verão, a resposta mais frequente quanto à percepção da sensação térmica foi “sem frio nem calor”, seguida por “pouco calor”, respectivamente, cada uma apresenta percentual correspondente a cerca de 45% e 35%. Observa-se que aproximadamente 90% dos participantes afirmaram que estavam confortáveis. Quanto à preferência térmica, cerca de 65% demonstraram que prefeririam que estivesse nem mais frio, nem mais quente. Observa-se que os resultados de sensação, avaliação e preferência térmica são condizentes. Apesar da maioria dos

participantes apontarem que sentem algum nível de calor, eles se sentem confortáveis com as essas condições térmicas e preferem que haja a manutenção dessas condicionantes.

Nos Gráficos 185 a 196 são apresentadas as respostas dos participantes quanto à percepção, avaliação e preferência da ventilação.

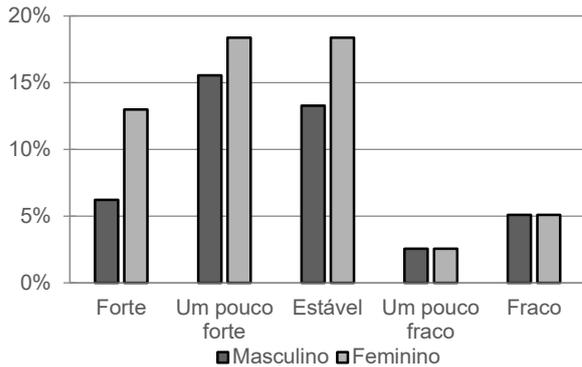


Gráfico 185 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.

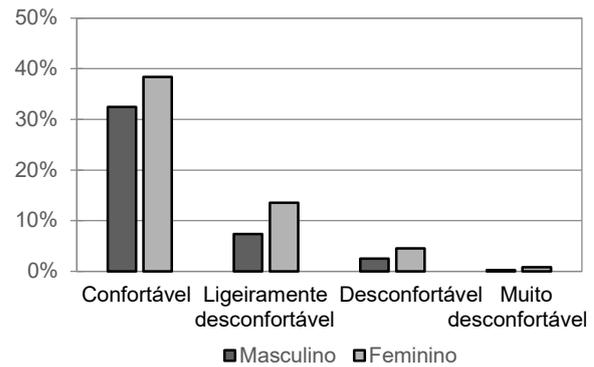


Gráfico 186 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.

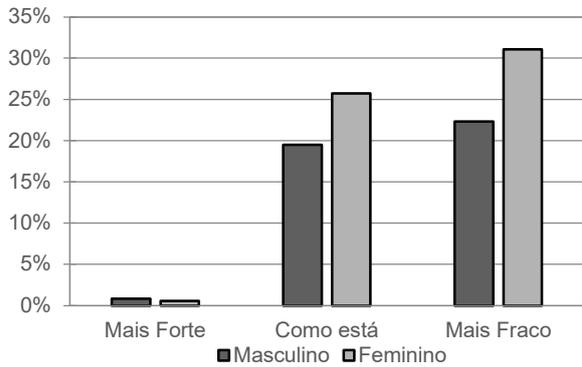


Gráfico 187 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5.

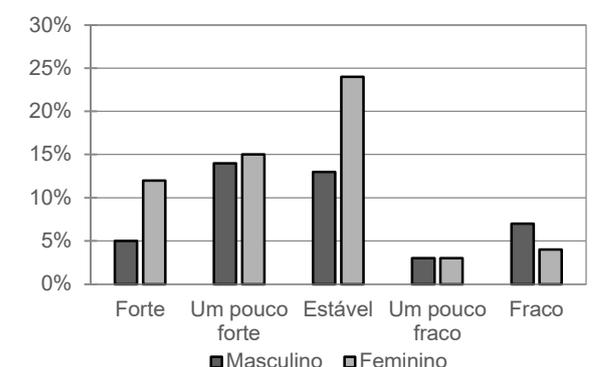


Gráfico 188 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.

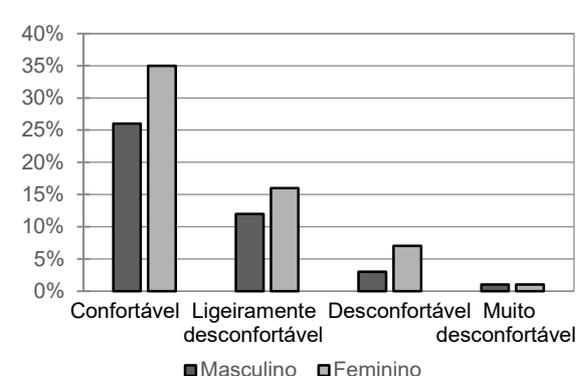


Gráfico 189 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.

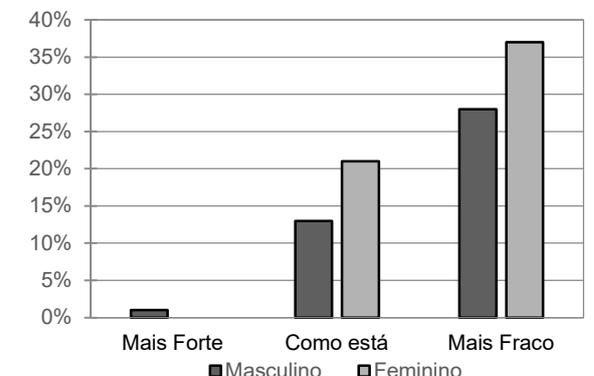


Gráfico 190 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o inverno.

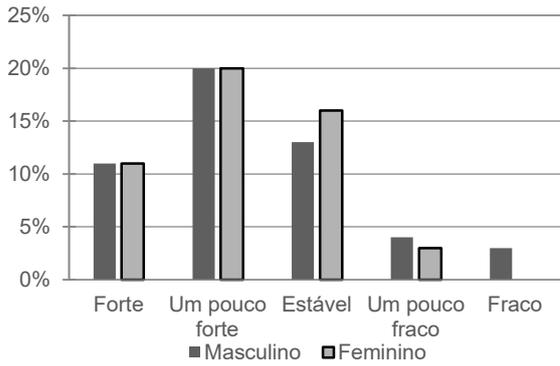


Gráfico 191 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.

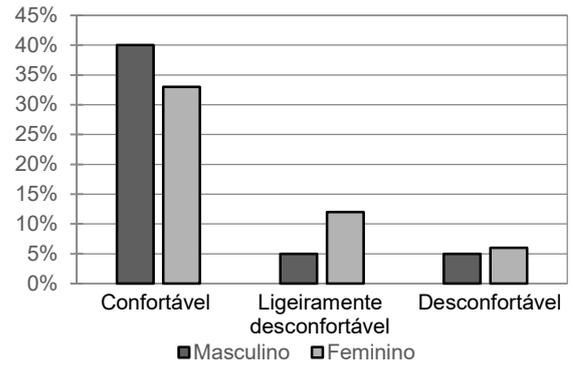


Gráfico 192 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.

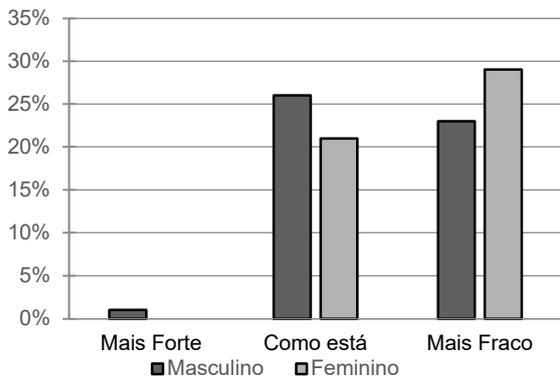


Gráfico 193 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante a primavera.

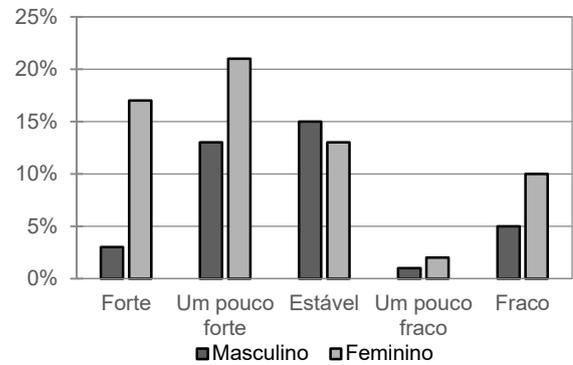


Gráfico 194 – Percepção dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.

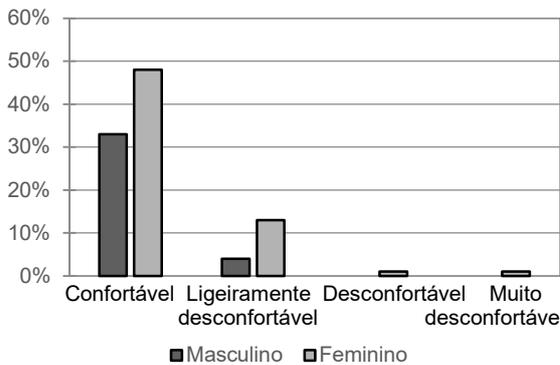


Gráfico 195 – Avaliação dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.

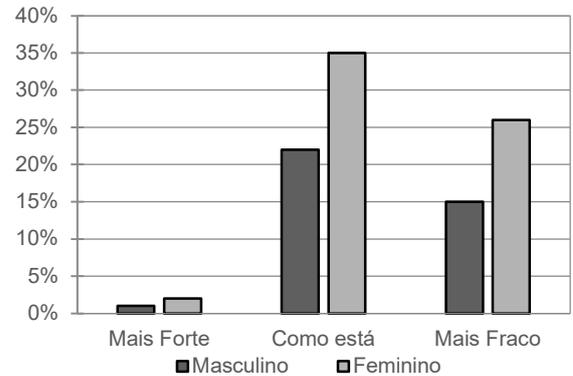


Gráfico 196 – Preferência dos participantes quanto ao vento no Ponto 5 durante o verão.

Na percepção da ventilação, a resposta mais frequente foi que o vento estava um pouco forte, que corresponde a cerca de 35%. A segunda resposta mais recorrente foi que o vento estava estável, que corresponde a aproximadamente 30%. As condições do vento estavam confortáveis para 70% dos participantes, enquanto cerca de 20% estavam ligeiramente desconfortáveis. Quanto à preferência dos participantes em relação ao vento, a resposta mais frequente foi “mais fraco”, com cerca de 55%.

seguida por “como está”, que representa 45% dos participantes. Observa-se que aqueles que apontaram que o vento estava um pouco forte ou forte, prefeririam que estivesse mais fraco. Aqueles que afirmaram que o vento estava estável, um pouco fraco ou fraco, demonstraram que prefeririam que fossem mantidas as mesmas condições do vento e estavam confortáveis.

No período de inverno, observa-se que a resposta mais frequente quanto à percepção do vento foi “estável”, seguida por “pouco forte”, sendo que representam, respectivamente, cerca de 35% e 30%. As condições do vento estavam confortáveis para em torno de 60% dos participantes, sendo que nesta estação verifica-se o menor percentual referente a esta categoria para esse local de análise. Quanto à preferência, 65% demonstraram preferência para que o vento estivesse mais fraco. Verifica-se que aqueles que afirmaram que o vento estava forte ou um pouco forte prefeririam que estivesse mais fraco e a maioria sentia algum nível de desconforto. Aqueles que apontaram que o vento estava fraco, um pouco fraco ou estável, estavam confortáveis e a maioria demonstrou que preferiria que fossem mantidas as condições do vento.

Os resultados verificados para o período de primavera apontam que a resposta mais frequente quanto a percepção do vento foi “pouco forte”, com 40%, seguida por “estável”, que representa cerca de 30%. Observa-se que em torno de 70% dos participantes estavam confortáveis. Quanto à preferência, praticamente todas as respostas foram distribuídas nas categorias “como está” e “mais fraco”. Observa-se que aqueles que afirmaram que o vento estava um pouco forte ou estável, se sentiam confortáveis, sendo que uma parte demonstrou preferência pela manutenção das condições, enquanto os outros prefeririam que o vento estivesse mais fraco.

No verão, observa-se que a resposta mais frequente quanto à percepção térmica foi “pouco forte”, equivalente a cerca de 35%. A segunda alternativa mais recorrente foi “estável”, que representa cerca de 30%. Nesta estação, verifica-se o maior percentual de pessoas confortáveis para esse local de análise, que correspondem a cerca de 80%. Quanto à preferência, aproximadamente 55% afirmaram que prefeririam que o vento se mantivesse como estava, enquanto cerca de 40% demonstraram preferência para que estivesse mais fraco. Observa-se que aqueles que afirmaram que o vento estava fraco ou um pouco fraco sentiam algum nível de desconforto. Verifica-se que a maioria daqueles que apontaram que o vento estava forte prefeririam que estivesse mais fraco.

Nos Gráficos 197 e 198 são apresentadas as respostas dos participantes acerca da atividade metabólica e do isolamento térmico da vestimenta.

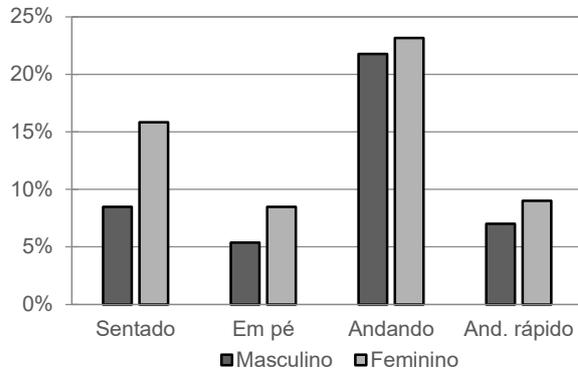


Gráfico 197 – Atividade metabólica dos participantes no Ponto 5.

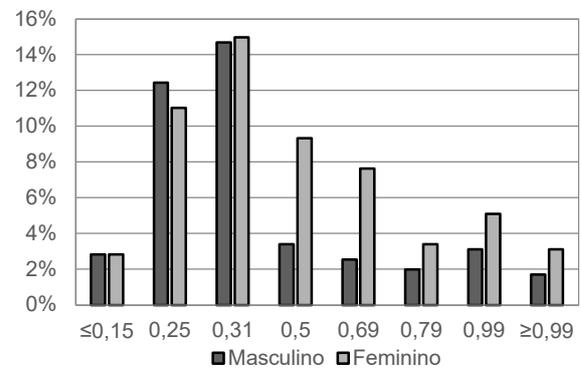


Gráfico 198 – Isolamento térmico da vestimenta dos participantes no Ponto 5.

A atividade metabólica desempenhada pela maioria dos participantes foi a alternativa “andando”, com 45%. A segunda alternativa mais recorrente foi “sentado”, correspondente a cerca de 25%. No isolamento da vestimenta, observa-se que a categoria mais frequente foi 0,31 clo.

4.2 Calibração do índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente

O índice térmico Temperatura Fisiológica Equivalente foi calibrado para os espaços abertos da cidade de Pelotas-RS por meio da técnica estatística de regressão linear. O Gráfico 199, que apresenta a calibração do índice PET, foi gerado pela função entre a média dos votos de sensação térmica agrupados e os valores de PET obtidos a partir dos dados coletados nos trabalhos de campo realizados durante as três estações que foram abrangidas pelo estudo.

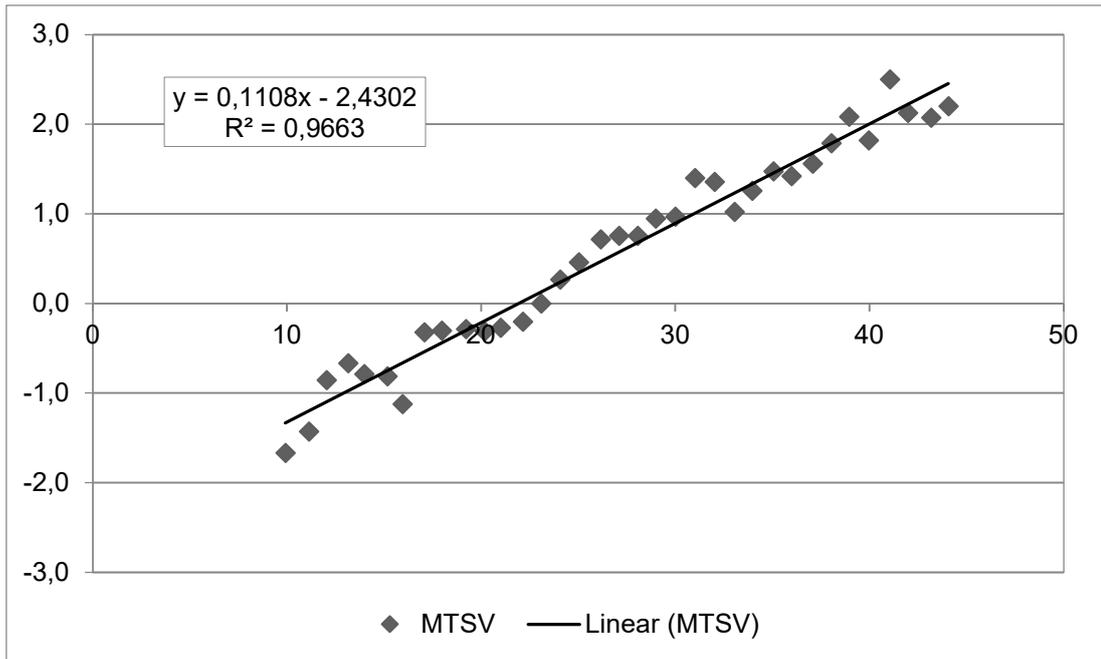


Gráfico 199 – Média dos valores de sensação térmica agrupados versus valores de PET.

Como já mencionado, foi utilizada a escala de sete pontos de sensação térmica, recomendada pela ISO 10551 (ISO, 2015), para o registro do voto de sensação térmica dos participantes do estudo. Os níveis de conforto térmico foram determinados considerando a associação proposta por Matzarakis e Mayer (1996) entre as categorias de conforto e de estresse térmico para a definição das faixas do índice PET adaptadas localmente. A faixa de conforto térmico foi delimitada pela variação da sensação térmica compreendida entre os valores de -0,50 e +0,50, conforme o disposto pela norma ISO 7730 (ISO, 2005) para a Classe B, assim como proposto por Matzarakis e Mayer (1996).

Os valores da faixa de conforto térmico e dos outros níveis de sensação térmica possíveis de determinação para os espaços abertos do município foram obtidos por meio da equação da linha de tendência gerada, correlacionados à escala de sete pontos. Os valores de PET correspondentes aos valores de sensação térmica -0,50 e +0,50 representam, respectivamente, os limites inferior e superior da faixa de conforto térmico. A amostra obtida no estudo corresponde a 1679 votos de sensação térmica, com o agrupamento realizado a fim de reduzir os *outliers*, foram consideradas 1675 respostas. Os resultados apontam que os valores de PET obtidos para cada entrevista realizada correspondem a cerca de 96,6% da variação real do voto de sensação térmica.

As faixas de calibração do índice PET para os espaços abertos para Pelotas – RS estão apontadas na Tabela 35:

Tabela 35 – Calibração do índice PET para os espaços abertos para a cidade de Pelotas–RS.

PMV	PET °C (original)	PET Pelotas °C	Sensação térmica
-1,5	13	8	Levemente frio
-0,5	18	17	
0,5	23	26	Confortável
1,5	29	35	Levemente calor
2,5	35	44	Pouco calor

A faixa original de conforto térmico prevista para o índice PET, segundo Mayer e Höpfe (1987), varia entre 18° e 23°C PET, com amplitude térmica de 5°C PET. Para a cidade de Pelotas, a faixa de conforto térmico para os espaços abertos determinada pelo estudo está compreendida no intervalo entre 17° e 26°C PET, sendo que a temperatura de neutralidade corresponde a 22°C PET. A amplitude térmica da faixa de conforto térmico calibrada para os espaços externos de Pelotas corresponde a 9°C PET, sendo que apresenta 4°C PET a mais que a faixa original prevista para o índice PET. Observa-se que o intervalo de conforto térmico calibrado apresenta quase o dobro de amplitude térmica, quando em comparação à faixa prevista originalmente para o índice PET. Possivelmente, a amplitude da faixa de Pelotas está associada as condições climáticas da região onde a população está adaptada a maiores amplitudes térmicas impostas por invernos frios e verões quentes se comparado as localidades de clima temperado para o qual o índice térmico foi desenvolvido. Observa-se que Pelotas está situada em um país em desenvolvimento, onde a população não está habituada a ambientes condicionados artificialmente, o que colabora para que as pessoas sejam mais tolerantes com as condições impostas pelo clima.

Ao comparar com a faixa original prevista para o índice PET, observa-se que a população pelotense apresenta tolerância levemente maior ao frio, o que se evidencia pela redução do limite inferior da faixa de conforto térmico, e, conseqüentemente, gera um aumento da amplitude desta faixa. Quanto ao limite superior, verifica-se que a faixa calibrada para os espaços abertos para Pelotas apresenta 3°C PET a mais do

que a prevista para a escala original de PET. O limite superior para a cidade de Pelotas corresponde a 26°C PET, enquanto na faixa original para o índice PET observa-se que esta delimitação apresenta o valor de 23°C PET. Constata-se que o limite superior é deslocado 3°C PET para cima, o que denota que a população de Pelotas também apresenta maior tolerância ao calor, em maior proporção se comparada ao frio. Pode-se afirmar que os residentes em Pelotas denotam menor sensibilidade térmica ao frio e ao calor do que o sugerido pelos desenvolvedores do índice PET.

A determinação da faixa de conforto térmico para os espaços abertos de Pelotas aponta que a sensação térmica de frio ocorre abaixo de 17°C, na escala PET. Enquanto constata-se a ocorrência de sensação térmica de calor acima de 26°C, em unidades PET. A partir dos dados apresentados, observa-se que os intervalos correspondentes às categorias denominadas “pouco frio”, “frio” e “muito frio” não puderam ser determinados, decorrente do fato da população do estudo não ser exposta a elevados níveis de estresse térmico ao frio. A quantidade de respostas obtidas no período de inverno pode ter impossibilitado a determinação dos intervalos relacionados aos níveis de estresse térmico para o frio. A obtenção de uma quantidade maior de dados no período de inverno, acrescentados às informações já coletadas auxiliará na determinação das faixas relativas às condições climáticas de frio. Só foi possível a determinação do limite inferior da faixa “calor”, enquanto não foi possível obter as delimitações da categoria “muito calor”.

Através do estudo foi possível determinar outras faixas de sensação térmica, além da faixa de conforto térmico. O limite inferior da faixa de conforto térmico, que corresponde a 17°C PET, consiste no limite superior da faixa “levemente frio”, cuja delimitação inferior corresponde a 8°C PET. Observa-se que há outros níveis de frio abaixo de 8°C PET. O intervalo entre 26° e 35°C PET corresponde à faixa “levemente calor”, que apresenta como limite inferior a delimitação superior da faixa de conforto térmico, enquanto o limite superior (35°C PET) consiste na delimitação inferior do intervalo seguinte. A faixa delimitada para “pouco calor”, compreende o intervalo entre 35° e 44°C PET. Há outros níveis de calor acima de 44°C PET.

No cenário internacional, na Tabela 4, no item 2.7.2.2, são apresentados os resultados de calibração do índice PET para diferentes localidades. Para Glasgow (clima Cfb), o estudo desenvolvido por Krüger, Rossi e Drach (2017) aponta que a faixa determinada como termicamente confortável apresenta variação entre 10° e 18°C PET. Observa-se que a amplitude térmica dessa faixa corresponde a 8°C PET.

Os limites inferior e superior verificados para Glasgow apresentam cerca de 7°C PET a menos do que os constatados para Pelotas. Observa-se que quase a totalidade da faixa calibrada para Glasgow se situa abaixo do limite inferior da faixa de conforto térmico verificada para Pelotas. Observa-se que a população de Glasgow está aclimatada ao frio.

No estudo desenvolvido por Katzschner (2010) para a Alemanha (clima Cfb), a faixa considerada confortável apresenta 18°C PET como limite inferior, enquanto 28°C PET corresponde ao limite superior. Esta faixa apresenta limites similares aos verificados para Pelotas, dentre as localidades mencionadas no cenário internacional. Observa-se que a faixa de conforto térmico determinada por Katzschner (2010) apresenta o dobro, equivalente a 10°C PET, da amplitude térmica prevista para a faixa original do índice PET e apresenta 1°C PET a mais que a amplitude do intervalo de conforto térmico determinado neste estudo.

Em Hong Kong (clima Cfa), a faixa de conforto térmico determinada por Katzschner (2010) aponta variação entre 12° e 30°C PET, com amplitude térmica de 18°C PET. Ao considerar os resultados determinados para Hong Kong, observa-se que o limite superior desta faixa se assemelha ao obtido para Pelotas, ainda que apresente 4°C PET a mais, sendo que a amplitude térmica corresponde ao dobro da constatada para Pelotas. Observa-se que os residentes em Hong Kong apresentam significativamente maior tolerância ao frio do que o constatado para a população residente em Pelotas.

No estudo realizado por Cohen, Potchter e Matzarakis (2013) em Tel Aviv (clima Csa), a faixa de conforto térmico apresenta variação entre 19° e 26°C PET. Observa-se que a amplitude térmica corresponde a 7°C PET. O limite superior do estudo desenvolvido em Tel Aviv apresenta o mesmo valor da delimitação superior da faixa de conforto térmico obtida para Pelotas. Observa-se que o limite inferior do intervalo calibrado para Pelotas apresenta 2°C PET a menos do que o verificado para Tel Aviv, o que denota que a população de Pelotas apresenta maior tolerância ao frio.

No estudo desenvolvido por Salata *et al.* (2016) para Roma (clima Csa), a faixa de conforto térmico apresenta variação entre 21° e 29°C PET. Os limites determinados para o intervalo de conforto térmico calibrado para Pelotas apresentam, para delimitação da faixa, cerca de 3°C PET de diferença em relação aos valores calibrados pelo estudo de Salata *et al.* (2016). Os dados apontam que a população de Pelotas

apresenta maior tolerância ao frio e menor tolerância ao calor do que a população residente em Roma.

Observa-se no estudo desenvolvido por Lin e Matzarakis (2008), que a faixa de conforto térmico para Taiwan (clima Cwb) varia entre 26° e 30°C PET e apresenta 4°C PET de amplitude térmica. Observa-se que a população local está aclimatada ao calor. Constata-se que o limite inferior do intervalo de conforto térmico calibrada pelo estudo de Lin e Matzarakis corresponde ao mesmo valor da delimitação superior da faixa calibrada para Pelotas.

Para Cingapura (clima Af), cidade-estado localizada no sul da Malásia, o estudo desenvolvido por Yang, Wong e Zhang (2013) constatou como confortável o intervalo entre 30° e 34°C PET, que apresenta amplitude térmica de 4°C PET. Observa-se que as delimitações desta faixa estão situadas acima da zona de conforto térmico verificada para Pelotas, o que denota que a população pelotense apresenta maior tolerância ao frio e menor tolerância ao calor. Verifica-se que a faixa de conforto térmico calibrada para Pelotas apresenta amplitude térmica de 9°C PET, que corresponde a mais do que o dobro constatado para Cingapura.

No Brasil, o índice PET foi calibrado para cidades em localidades e climas distintos (Tabela 5), onde são apresentadas as calibrações de algumas pesquisas desenvolvidas no país. A faixa de conforto térmico para Curitiba – PR (clima Cfb), calibrada por Krüger *et al.* (2018), apresenta variação entre 13° e 25°C PET, com 12°C PET de amplitude térmica. Observa-se que a população de Curitiba apresenta maior tolerância ao frio e menor tolerância ao calor, em comparação ao estudo realizado em Pelotas. Há semelhança entre os limites superiores das duas faixas, enquanto constata-se maior diferença nas delimitações inferiores, que correspondem a 13°C PET para Curitiba e 17°C PET para Pelotas.

No estudo desenvolvido por Monteiro (2008), para São Paulo – SP (clima Cfa), a faixa de conforto térmico varia entre 18° e 26°C PET, que apresenta semelhanças com a faixa determinada para Pelotas. As duas calibrações apresentam o mesmo limite superior, sendo que a diferença entre as elas está no limite inferior e consiste em 1°C PET. A faixa determinada para Pelotas denota um aumento da amplitude térmica, ocasionada pela redução da delimitação inferior, quando comparada à calibrada para São Paulo. A faixa de conforto térmico calibrada por Monteiro (2008) apresenta amplitude térmica de 8°C PET, enquanto a obtida para Pelotas aponta 9°C PET. As cidades de São Paulo e Pelotas apresentam diferenças quanto aos aspectos

climáticos, geográficos, urbanísticos, entre outros, que corroboram para que haja diferenças entre as faixas calibradas para cada localidade.

O estudo desenvolvido por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) para Santa Maria – RS (clima Cfa), aponta que a faixa de conforto térmico para os espaços abertos da cidade varia entre 16° e 24°C PET. O limite inferior da faixa calibrada para Santa Maria é muito próximo ao verificado para Pelotas, com diferença de 1°C PET. Enquanto o limite superior apresenta uma variação de 2°C PET. Apesar das duas cidades apresentarem clima Cfa, existem aspectos distintos entre as localidades quanto às condições climáticas, geográficas e populacionais, o que justifica as diferenças encontradas nos limites das faixas de conforto térmico de Santa Maria e Pelotas.

No estudo desenvolvido por Hirashima (2014), a faixa calibrada para Belo Horizonte – BH (clima Aw) apresenta variação entre 19° e 27°C PET, com amplitude térmica de 8°C PET. A faixa considerada confortável para Belo Horizonte apresenta limite superior muito próximo ao verificado para Pelotas, com diferença de 1°C PET. A maior diferença, correspondente a 2°C PET, consiste no limite inferior das faixas de conforto térmico calibradas para cada cidade. A população de Belo Horizonte apresenta menor tolerância ao frio do que a população de Pelotas. Quanto ao calor, os indivíduos de Pelotas apresentam menor tolerância, quando comparado ao estudo desenvolvido para Belo Horizonte. As diferenças entre os climas das duas cidades justificam as diferenças verificadas nas faixas de conforto térmico calibradas.

Em Vitória – ES (clima Aw), o estudo realizado por Silva e Alvarez (2015) apontou que a faixa de conforto térmico para o município varia entre 22° e 30°C PET. As faixas de conforto térmico calibradas para as cidades de Vitória e Pelotas apresentam amplitudes térmicas semelhantes que, respectivamente, correspondem a 8°C PET e 9°C PET, mas intervalos distintos. A população de Pelotas é mais tolerante ao frio, enquanto a população de Vitória demonstra maior tolerância ao calor. Os climas distintos verificados em cada cidade justificam as diferenças observadas entre as faixas de conforto térmico calibradas para cada localidade.

Lucchese *et al.* (2016) calibraram a faixa de conforto térmico para Campo Grande – MS (clima Aw), que apresenta 21°C PET como limite inferior e 27°C PET, como delimitação superior. A amplitude térmica corresponde a 6°C PET, sendo que o limite superior da faixa de conforto é similar ao verificado para Pelotas, que corresponde a 26°C PET. A população de Campo Grande apresenta menor tolerância

ao frio do que a população pelotense. As diferenças entre os climas das duas cidades corroboram para as diferenças verificadas entre as faixas de conforto térmico.

Para Cuiabá – MT (clima Aw), o estudo realizado por Callejas *et al.* (2020) aponta 6,5°C PET de amplitude térmica da faixa de conforto. Os limites inferior e superior correspondem, respectivamente, a 24,1°C PET e 30,6°C PET. O limite mínimo verificado para Cuiabá está mais próximo ao limite superior da faixa de conforto calibrada para Pelotas. Em Pelotas, os residentes demonstram maior tolerância ao frio, enquanto os residentes de Cuiabá são mais tolerantes ao calor.

Para a determinação dos percentuais de insatisfeitos foram utilizados os percentuais agrupados da quantidade dos votos da escala de sete pontos versus os votos médios de sensação térmica. Os votos nulos foram desconsiderados na determinação dos percentuais de insatisfeitos. Através da equação gerada pela polinomial, foi verificado para a faixa de conforto térmico que o valor médio de PD corresponde a 16%.

O estudo desenvolvido por Rossi, Krüger e Drach (2017) apontaram os valores de PD para as amostras de Curitiba e Rio de Janeiro, sendo que estes correspondem, respectivamente, a 12% e 7%. Constata-se que o valor obtido para a amostra de Pelotas assemelha-se mais ao verificado para Curitiba, com diferença de 4%. Quanto ao valor de PD para o Rio de Janeiro, observa-se que este corresponde a menos da metade do PD calculado para Pelotas.

Na Tabela 36 são apresentadas a equação gerada pela polinomial e a equação ajustada de PPD.

Tabela 36 – Equação obtida pela regressão para PD e equação de PPD ajustada.		
	Equação gerada pela polinomial	Equação ajustada de PPD (PPD*)
Pelotas	$y = 0,1245x^2 + 0,0359x + 0,1348$	$PPD_{ajustado} = 100 - 84 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)}$

No Gráfico 200 estão apresentados os valores de PD e de PPD gerados a partir da equação original e os PPD* (obtidos pela equação ajustada), a curva de tendência polinomial derivada de PPD, a curva de tendência polinomial derivada de PD e a equação gerada pela polinomial PD.

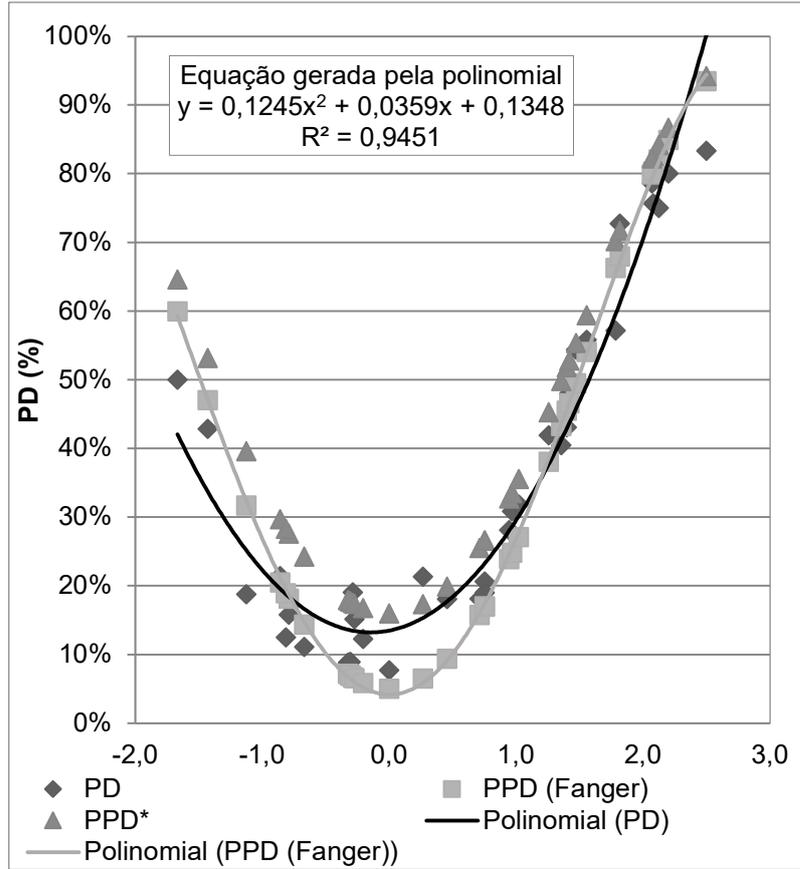


Gráfico 200 - Percentual de insatisfeitos versus votos médios de sensação térmica.

5 Considerações Finais

Ao considerar as incessantes mudanças climáticas associadas às alterações ocasionadas pela urbanização das cidades, se torna necessária a compreensão do conforto térmico dos indivíduos que vivenciam e usufruem dos espaços urbanos. Este estudo atingiu seu objetivo geral e pôde calibrar o índice de conforto térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para os espaços abertos da cidade de Pelotas - RS. Os resultados obtidos auxiliam na compreensão da percepção e do conforto térmico dos usuários das áreas abertas de Pelotas, podendo contribuir para a fundamentação de decisões quanto ao planejamento da cidade. As faixas de sensação térmica estabelecidas podem ser empregadas para a formulação de mapas com a espacialização dos valores de PET, o que permite a visualização geral do comportamento térmico na cidade e auxilia na concepção de estratégias para o planejamento urbano.

A calibração do índice PET possibilita analisar a relação entre o conforto térmico e as condicionantes climáticas, sendo assim, este estudo também pode contribuir para a concepção de políticas públicas e de planejamento urbano climaticamente orientado. A avaliação das condições de conforto térmico dos espaços abertos possibilita analisar e embasar a implementação de decisões quanto ao planejamento das áreas urbanas, a fim de proporcionar melhores condições de qualidade de vida para a população, contribuindo para a saúde pública e para a mitigação das alterações nos microclimas urbanos.

Além da calibração da faixa de conforto térmico para os espaços externos de Pelotas, foi possível a determinação das categorias “levemente frio”, “levemente calor” e “pouco calor”. O intervalo considerado termicamente confortável para as áreas abertas de Pelotas - RS apresenta variação entre 17° e 26°C PET, sendo que a faixa originalmente prevista para o índice PET compreende os valores entre 18° e 23° PET. Observa-se que não foi possível a determinação de todos os intervalos de calibração em razão da faixa circunscrita de variação em PET da amostragem do estudo. Desse

modo, verifica-se que para as situações de frio apenas a faixa “levemente frio” pôde ser determinada pelo estudo, sendo que as demais não puderam ser delimitadas.

A partir dos dados coletados foi possível a determinação de quatro faixas, correspondentes a “levemente frio”, “confortável”, “levemente calor” e “pouco calor”. A categoria “levemente frio” apresenta variação entre 8° e 17°C PET. A faixa “levemente calor” compreende o intervalo entre 26° e 35°C PET. O intervalo correspondente a “pouco calor” apresenta variação entre 35° e 44°C PET.

Observa-se a partir da faixa de conforto térmico determinada para os espaços abertos de Pelotas que a população do município apresenta maior tolerância ao frio e ao calor do que o considerado na faixa de conforto prevista para o referido índice térmico, o que se constata pela redução do limite inferior e pelo aumento do limite superior da zona de conforto térmico. A faixa original do PET apresenta amplitude de 5°C PET, enquanto que o intervalo determinado para Pelotas apresenta 9°C PET de amplitude térmica, sendo que esta ampliação pode demonstrar a adaptação da população residente às condicionantes climáticas presentes no município.

Ao identificar as diferenças entre a faixa de conforto térmico calibrada neste estudo desenvolvido em Pelotas e a prevista originalmente pelos desenvolvedores do PET, corrobora-se a necessidade de calibração do índice para diferentes localidades. Ao comparar o estudo realizado em Pelotas com os desenvolvidos em outras localidades do país, observa-se que o estudo desenvolvido por Monteiro (2008) apresenta maior similaridade com os valores determinados para Pelotas. A diferença entre as faixas calibradas consiste no limite inferior, que corresponde a 18°C PET e 17°C PET, respectivamente, para São Paulo e Pelotas, sendo que o limite superior das duas faixas apresenta o mesmo valor, igual a 26°C PET. Apesar das semelhanças apresentadas pelas faixas de conforto térmico calibradas para cada localidade, as cidades estão situadas em diferentes zonas bioclimáticas, enquanto Pelotas está localizada na zona bioclimática 2, São Paulo está na 3, conforme estabelecido pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005), sendo que o clima presente em ambas corresponde ao Cfa, na classificação Köppen – Geiger.

No estudo desenvolvido por Gobo, Galvani e Wollmann (2018) para a cidade de Santa Maria, que está situada na mesma zona bioclimática de Pelotas e também apresenta clima Cfa, a faixa de conforto térmico calibrada apresenta diferenças nos limites inferior e superior em comparação ao verificado para Pelotas. A faixa calibrada para Santa Maria apresenta variação entre 16° e 24°C PET. Observa-se que a

população pelotense apresenta menor tolerância ao frio e maior tolerância ao calor em relação à população santa-mariense. Em comparação ao verificado para Santa Maria, a faixa obtida para Pelotas apresenta 1°C PET a mais no limite inferior e 2°C PET a mais no limite superior, o que evidencia os apontamentos acerca da tolerância dos pelotenses quanto ao frio e ao calor.

No cenário internacional, ao observar as calibrações mencionadas neste estudo, constata-se que o estudo desenvolvido por Cohen, Potchter e Matzarakis (2013) para Tel Aviv, clima Csa, apresenta valores mais semelhantes aos obtidos para a faixa de conforto térmico para os espaços abertos de Pelotas. O intervalo termicamente confortável para Tel Aviv, apresenta variação entre 19° e 26°C PET. Observa-se que a diferença, correspondente a 2°C PET, entre as duas faixas consiste no limite inferior. A delimitação inferior da faixa determinada para Pelotas corresponde a 17°C PET, o que denota que a população pelotense apresenta maior tolerância em relação ao frio.

Ao observar os dados obtidos, verifica-se que a maior parte da população, cerca de 70%, se sentem confortáveis em relação às condicionantes climáticas verificadas em Pelotas. A amostra obtida possibilita identificar que as pessoas também se sentem confortáveis ao sentir pouco frio ou pouco calor. Outro aspecto observado aponta que ao sentir pouco frio ou pouco calor, as pessoas não demonstram, necessariamente, a preferência por alterações nas condicionantes climáticas. Verifica-se que a população pelotense está adaptada às condições climáticas da cidade.

Uma limitação deste estudo refere-se à quantidade de dados obtidos para o período de inverno, sugere-se que sejam realizadas mais coletas durante esse período para que as situações climáticas de frio sejam abrangidas. Com os registros das variáveis microclimáticas e das variáveis subjetivas coletadas através da aplicação de questionários durante o período de inverno, torna-se possível determinar os intervalos de PET referentes às situações de frio e refinar as faixas já determinadas.

Ao considerar que as pesquisas utilizam diferentes métodos para a calibração e não há um consenso, nem padronização a esse respeito, sugere-se a utilização de outros métodos de calibração. O emprego de outros métodos pode corroborar os resultados obtidos e verificar qual procedimento pode ser o mais adequado.

Observa-se que a utilização de equipamentos que sejam mais sensíveis a baixas velocidades possibilita o registro mais adequado da velocidade do vento.

Portanto, sugere-se que em estudos futuros o registro da velocidade do vento seja aperfeiçoado, já que consiste em uma variável fundamental para determinação dos valores de temperatura radiante média e temperatura fisiológica equivalente.

Referências

ABNT. 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.

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., MAYER, H. Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of and urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. **Building and Environment**, v. 41, p. 94–108, 2006.

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, n. 1, p. 223-237, 2007.

ASHRAE. American Society of Heating and Refrigerating Engineers. Handbook of fundamentals: Physiological principles, comfort, health. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 2017a.

ASHRAE. American Society of Heating and Refrigerating Engineers. ASHRAE 55. Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 2017b.

ANDRADE, H. O desconforto térmico estival em Lisboa-uma abordagem bioclimática. **Finisterra**, v. 33, n. 66, 1998.

ANDRADE, T. C. Q.; NERY, J. M. F. G.; SOUZA, S. H. M.; PITOMBO, C. S.; FREIRE, T. M. M.; KATZSCHNER, L. Medição do conforto térmico em áreas públicas urbanas de Salvador-BA e calibração do índice de conforto PET usando a técnica árvore de decisão. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 4, n. 2, p. 278-296, 2016.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BAKER, N. Human Nature. In: STEANE, Mary Ann; STEEMERS, Koen. **Environmental diversity in Architecture**. Routledge, 2004.

BALTAZAR, S. C. P. **Mapas bioclimáticos de Lisboa**. 83f. Tese de Mestrado. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BARAKAT, A.; AYAD, H.; EL-SAYED, Z. Urban design in favor of human thermal comfort for hot arid climate using advanced simulation methods. **Alexandria Engineering Journal**, v. 56, n. 4, p. 533-543, 2017.

BRANCO, N. L. **Avaliação pós-ocupação e o conforto térmico nos espaços livres dos Bairros do Cabula e Tancredo Neves - Salvador/BA**. 235 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2014.

BRÖDE, P.; KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI-a case study in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, USA, v. 56, n. 3, p. 471–480, 2012.

BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. **Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency**. New York: Wiley, 1995.

CALLEJAS, I. J. A., DURANTE, L. C., DIZ-MELLADO, E., GALÁN-MARÍN, C., 2020. Thermal Sensation in Courtyards: Potentialities as a Passive Strategy in Tropical Climates. **Sustainability**, 12, 6135.

CARFAN, A. C.; GALVANI, E.; NERY, J. T. Land Use and Thermal Comfort in the County of Ourinhos, SP. **Current Urban Studies**, v. 2, p. 140-151, 2014.

CHEN, L.; NG, E. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: a review of research. **Cities**; v. 29, p. 118-125, 2012.

CHENG, V., NG, E., CHAN, C., GIVONI, B. Outdoor thermal comfort study in a subtropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 43–56, 2011.

COHEN P, POTCHTER O, MATZARAKIS A. Human thermal perception of coastal Mediterranean outdoor urban environments. **Appl Geogr**, v. 37, p. 1–10, 2013.

DE DEAR, R. J.; AKIMOTO, T.; ARENS, E. A.; BRAGER, G.; CÂNDIDO, C.; CHEONG, K. W.; LI, B.; NISHIHARA, N.; SEKHAR, S. C.; TANABE, S.; TOFTUM, J.; ZHANG, Z.; ZHU, Y. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. **Indoor Air**, v. 23, p. 442-461, 2013.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. **ASHRAE Transactions**. v. 104(1), p. 145-167, 1998.

DE DEAR, R. J.; FOUNTAIN, M. E. Thermal Comfort in Air Conditioned Office Buildings in the Tropics. **Journal of the Australian Institute of Refrigerating, Air-Conditioning and Heating**, v. 48, n. 9, p. 14-30, 1994.

DE FREITAS, C. R. Assessment of human bioclimate based on thermal response. **International Journal of Biometeorology**, v. 29, n. 2, p. 97-119, 1985.

DE FREITAS, C. R. Recreation climate assessment. **International Journal of Climatology**, v. 10, n. 1, p. 89-103, 1990.

EISLER, A. D.; EISLER, H.; YOSHIDA, M. Perception of human ecology: cross-cultural and gender comparisons. **Journal of Environmental Psychology**, v. 23, n. 1, p. 89-101, 2003.

FANGER, P. O. **Thermal comfort – Analysis and applications in environmental engineering**. McGraw Book Company, New York, 1970.

FRANÇA, F. P. M.; BARBIRATO, G. M. Conforto térmico externo e configuração urbana: uma avaliação em espaços urbanos na cidade de Maceió. *In: XI ENCONTRO NACIONAL E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 11., 2011, Armação dos Búzios - RJ. **Anais [...]** Armação dos Búzios: ANTAC, 2011.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GAGGE, A.; STOLWIJK, J.; NISHI, Y. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. **Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University**, v.13, n. Suppl, p.21–36, 1972.

GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Outdoor comfort responses of Japanese persons. *In: 21th CONFERENCE PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, 21, 2004, Eindhoven, Países Baixos. **Proceedings [...]** Eindhoven, Países Baixos: PLEA, 2004. p. 19 – 22.

GIVONI, B., NOGUCHI, M., SAARONI, H., POCHTER, O., YAACOV, Y., FELLER, N., BECKER, S. Outdoor comfort research issues. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 1, p. 77-86, 2003.

GOBO, J. P. A.; GALVANI, E.; WOLLMANN, C. A. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: A First Approach. **Climate**, v. 6, n. 2, p. 24, 2018.

GÓMEZ, F.; CUEVA, A. P.; VALCUENDE, M.; MATZARAKIS, A. Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET). **Ecological Engineering**, v. 57, p. 27-39, 2013.

GOOGLE EARTH. CIDADE DE PELOTAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE DADOS. Disponível em: <http://www.google.com/earth/>. Acesso em: 10 fev., 2020.

GRANDI, M. S. **Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

HARLEY, T. A. Nice weather for the time of year: the British obsession with the weather. **Weather, climate, culture**, p. 103-118, 2003.

HEILIG, G. K. World urbanization prospects: the 2011 revision. **United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section, New York**, v. 14, p. 555, 2012.

HIRASHIMA, S. Q. S., ASSIS, E.S., NIKOLOPOULOU, M. Daytime thermal comfort in urban spaces: a field study in Brazil. **Building and Environment**, v. 107, p. 245–253, 2016.

HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. DE. Confecção e aferição de termômetro de globo e abrigo ambientes externos. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2011, Armação dos Búzios - RJ. **Anais [...]** Armação dos Búzios: ANTAC, 2011.

HIRASHIMA, S. Q. S.; KATZSCHNER, A.; FERREIRA, D. G.; ASSIS, E. S.; KATZSCHNER, L. Thermal comfort comparison and evaluation in different climates. **Urban Climate**, v. 23, p. 219–230, 2018.

HIRASHIMA, S. Q. S.; KATZSCHNER, A.; FERREIRA, D.; ASSIS E. S.; KATZSCHNER, L. Thermal comfort comparison and evaluation in different climates *In*: 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 9., 2015, Toulouse, França. **Proceedings [...]** Toulouse, France: ICUC9, 2015.

HIRASHIMA, S. Q. S. **Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente PET para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG**. 2010, 225f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

HIRASHIMA, S. Q. S. **Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil**. São Paulo, 2014. 248f. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

HÖPPE, P. R.; SEIDL, H. A. J. Problems in the assessment of the bioclimate for vacationists at the seaside. **International Journal of Biometeorology**, v. 35, n. 2, p. 107-110, 1991.

HÖPPE, P. R. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. **Energy and Buildings**, v.34, n.6, p.661–665, 2002.

HÖPPE, P. R. Heat balance modelling. **Experientia**, v. 49, n. 9, p. 741-746, 1993.

HÖPPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, 43, p. 71- 75, 1999.

HUANG, J.; CEDEÑO-LAURENT, J. G.; SPENGLER, J. D. CityComfort+: A simulation-based method for predicting men radiant temperature in dense urban areas. **Building and Environment**, v. 80, p. 84-95, 2014.

HUANG, T.; LI, J.; XIE, Y.; NIU, J.; MAK, C. M. Simultaneous environmental parameter monitoring and human subject survey regarding outdoor thermal comfort and its modelling. **Building and Environment**, v. 125, p. 502–514, 2017.

HWANG, R.; LIN, T.; MATZARAKIS, A. Outdoor thermal comfort in university campus in hot-humid regions. *In*: THE SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. Yokohama, Japão, 7., 2009. **Proceedings** [...] Yokohama, Japão, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 1981-2010**. Cidade de Pelotas. INMET, BRASIL, 2018. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 15 maio, 2019.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 10551**. Ergonomics of the thermal environments – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genève: ISO, 2015.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 7726**. Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 7730**. Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève, 2005.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 8996**. Ergonomics of the thermal environments – Determination of thermal metabolic rate. Genève: ISO, 2004.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 9920**. Ergonomics of the thermal environments – Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genève: ISO, 2007.

ISB. International Society of Biometeorology. **Commission 6 for the Development of a “Universal Thermal Climate Index” (UTCI)**. Report for 2003. Genebra: ISB Commission 6, 2003.

JENDRITZKY, G.; DE DEAR, R.; HAVENITH, G. UTCI – why another thermal index?. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 421-428, 2012.

JENDRITZKY, G.; SÖNNING, W.; SWANTES, H. J. **Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung (“Klima-Michel-Modell”)**. Schroedel, 1979.

JOHANSSON, E.; EMMANUEL, R. The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. **International Journal of Biometeorology**, v. 51, n. 2, p. 119-133, 2006.

JOHANSSON, E.; SPANGENBERG, J.; GOUVÊA, M. L.; FREITAS, E. D. Scale-integrated atmospheric simulations to assess thermal comfort in different urban tissues in the warm humid summer of São Paulo, Brazil. **Urban Climate**, v. 6, p. 24-43, 2013.

JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - The need for standardization. **Urban Climate**, Vol. 10, p. 346-366, 2014.

JOHANSSON, E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot and dry climate: A study in Fez, Morocco. **Building and Environment**, v. 41, p. 1326–1338, 2006.

KÁNTOR, N.; KOVÁCS, A.; TAKÁCS, Á. Seasonal differences in the subjective assessment of outdoor thermal conditions and the impact of analysis techniques on the obtained results. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 11, p. 1615-1635, 2016.

KÁNTOR, N.; UNGER, J.; GULYÁS, Á. Human bioclimatological evaluation with objective and subjective approaches on the thermal conditions of a square in the centre of Szeged. **Acta Climatologica et Chorologica**, v. 40, p. 47-58, 2007.

KÁNTOR, N.; UNGER, J.; GULYÁS, A. Subjective estimations of thermal environment in recreational urban spaces-part 2: International Comparison. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 1089–1101, 2012.

KARIMINIA, S.; AHMAD S. S.; OMAR, M.; IBRAHIM, N. Urban outdoor thermal comfort prediction for public square in moderate and dry climate. *In*: 2011 IEEE SYMPOSIUM ON BUSINESS, ENGINEERING AND INDUSTRIAL APPLICATIONS (ISBEIA), 2011, Langkawi, Malásia. **Proceedings** [...] Langkawi, Malásia, 2011, p. 308 - 313.

KATZSCHNER, L. Calibration of thermal comfort in different climates for urban planning concerns. **Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**, p. 443, 2010.

KETTERER, C.; MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of adaptation and mitigation measures for replanning in Stuttgart, Germany. **Landscape and Urban Planning**, v. 112, p. 78-88, 2014.

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, n. 5, p. 258-268, 2006.

KRÜGER, E.; DRACH, P.; EMMANUEL, R.; CORBELLA, O. Assessment of daytime outdoor comfort levels in and outside the urban area of Glasgow, UK. **International Journal of Biometeorology**, v.57, n.4, p.521–533, 2013.

KRÜGER, E.; TAMURA, C. A.; SCHWEIKER, M.; WAGNER, A.; BRÖDE, P. Short-term acclimatization effects in an outdoor comfort study. *In*: 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 9., 2015, Toulouse, França. **Proceedings** [...] Toulouse, France: ICUC9, 2015.

KRÜGER, E. L.; MINELLA, F. C. O.; RASIA, F. B. C. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. **Building and Environment**, v. 46, p. 621-634, 2011.

KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; CRISTELI, P. S.; SOUZA, H. A. de. Calibração do índice de conforto para espaços externos Physiological Equivalent Temperature (PET) para Curitiba. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 135 - 148, jul./set. 2018.

KRÜGER, E.; ROSSI, F.; DRACH, P. Calibration of the physiological equivalent temperature index for three different climatic regions. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, p.1323 - 1336, 2017.

LAI, D.; GUO, D.; HOU, Y.; LIN, C.; CHEN, Q. Studies of outdoor thermal comfort in northern China. **Building and Environment**, 77, p.110-118, 2014.

LAM, C. K. C.; KRÜGER, E. L.; CALLEJAS, I. J. A.; WAGNER, A. Long and Short-Term Acclimatization Effects on Outdoor Thermal Perception Versus UTCI. *In*: KRÜGER, E. L. (ed.). **Applications of the Universal Thermal Climate Index UTCI in Biometeorology: Latest Developments and Case Studies**. Springer Nature, 2021. p. 81 – 112.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. Eficiência Energética Na Arquitetura. **São Paulo**. 2014a.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O.; MARINOSKI, D. L.; NARANJO, A.; DUARTE, V. C. P. Desempenho térmico de edificações. UFSC, Apostila Disciplina: ECV 5161, Florianópolis, SC, 2016.

LAMBERTS, R.; XAVIER A. A.; GOULART, S.; VECCHI, De R. Conforto térmico e stress térmico. UFSC. Florianópolis – SC, 2014b.

LIN, T.; DE DEAR, R.; HWANG, R. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. **International Journal of Climatology**; v. 31, p. 302-3012, 2011.

LIN T.P.; MATZARAKIS A. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. **International Journal of Biometeorology**., v. 52, n. 4, p. 281-290, 2008.

LIN, T.; TSAI, K. LIAO, C.; HUANG, Y. Effects of thermal comfort and adaptation on park attendance regarding different shading levels and activity types. **Building and Environment**, v. 59, p. 599-611, 2013.

LIN, T.; TSAI, K.; TUNG, C.; HWANG, R.; MATZARAKIS, A. An analysis of the effects of shading factors on human bioclimate in an evolving urban context. *In: 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE*, 8., 2012, Dublin, Irlanda. **Proceedings [...]** Dublin, Irlanda: ICUC8, 2012.

LIN, T.P. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. **Building and Environment**, v.44, n.10, p.2017–2026, 2009.

LIU, W., ZHANG, Y., DENG, Q. The effects of urban microclimate on outdoor thermal sensation and neutral temperature in hot-summer and cold-winter climate. **Energy and Buildings**, v. 128, p. 190–197, 2016.

LUCCHESI, J. R. **Influência das condições microclimáticas no conforto e adaptação térmica: o estudo de caso de uma praça pública em Campo Grande - MS**. 2016. 109f. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade) – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2016.

LUCCHESI, J. R.; MIKURI, L. P.; FREITAS, V. S. de; ANDREASI, W. A. Application of Selected Indices on Outdoor Thermal Comfort Assessment in Midwest Brazil. **International Journal of Energy and Environment**, v. 7, n. 4, p. 291-302, 2016.

MAHMOUD, A. H. A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. **Building and Environment**, v. 46, n.12, p. 2641–2656, 2011.

MATUSCHEK, O.; MATZARAKIS, A. A mapping tool for climatological applications. **Meteorol. Appl.**, v. 18, n. 2, p. 230–237, 2011.

MATZARAKIS, A.; BLAZEJCZYK, K.; AMELUNG, B. Climate Change and Tourism Assessment and Coping Strategies. Freiburg: Maastricht-Warsaw, 2007a.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. G. Applications of a Universal Thermal Index: physiological equivalent temperature. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 43, p. 76-84, 1999.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Another Kind of Environmental Stress: thermal stress. **WHO Newsletter**, v. 18, p. 7-10, 1996.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modeling radiation fluxes in simple and complex environments: Basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, n. 2, p. 131-139, 2007b.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, n. 1, p. 43-49, 1987.

MAYER, H. Urban bioclimatology. **Experientia**, v. 49, n. 11, p. 957-963, 1993.

MIDDEL, A.; SELOVER, N.; HAGEN, B.; CHHETRI, N. Impact of shade on outdoor thermal comfort—a seasonal field study in Tempe, Arizona. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 12, p. 1849–1861, 2016.

MIDDEL, A.; LUKASCZYK, J.; MACIEJEWSKI, R.; DEMUZERE, M.; ROTH, M. Sky View Factor footprints for urban climate modeling. **Urban climate**, v. 25, p. 120-134, 2018.

MINELLA, F. O. Avaliação da Influência de Aspectos da Geometria Urbana Sobre Níveis de Conforto Térmico em Ruas de Pedestres de Curitiba. 2009. 163f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. *In*: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal - RN. **Anais [...]** Natal: ANTAC, 2009.

MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em 98 ruas de pedestres em Curitiba. **Ambiente Construído**, v.11 (1), p. 123-143, 2011.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano: tese apresentada ao concurso à livre-docência junto ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivado ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, v. 5, n. 9, p. 80-114, 1990.

MONTEIRO, L. M. **Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações modelares como aportes à exploração de abordagens**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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. Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p.79-101, 2010.

MORAIS, M. V. B. de; FREITAS, E. D. D.; MARCIOTTO, E. R.; GUERRERO, V. V. U.; MARTINS, L. D.; MARTINS, J. A. Implementation of observed sky-view factor in a mesoscale model for sensitivity studies of the urban meteorology. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2183, 2018.

NATIONS, U. Revision of world urbanization prospects. **United Nations: New York, NY, USA**, 2018.

NDETTO, E.; MATZARAKIS, A. Assessment of human thermal perception in the hothumid climate of Dar es Salaam, Tanzania. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, p. 69–85, 2017.

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.; LYKOUDIS, S.; KIKIRA, M. Thermal comfort models for open urban spaces. *In*: Nikolopoulou, M. (ed.). **Designing open spaces in the urban environment: a Bioclimatic approach**. Athens, Centre for Renewable Energy Sources, EESD, FP5, 2004. p. 2 – 6.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. **Building and Environment**, v. 41, p.1455–1470, 2006.

NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. **Energy and Buildings**; v. 35, p. 95–101, 2003.

NIKOLOPOULOU, M. Outdoor comfort. *In*: STEANE, M. A.; STEEMERS, K. (ed.). **Environmental Diversity in Architecture**. London: Spon Press, 2004. p. 101 - 120.

NINCE, P. C. C.; MUSIS, C. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Usos dos Índices PET e UTCI na avaliação do conforto termal no campus da UFMT em Cuiabá - MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, p. 2026-2036, 2013.

OKE, T. R. **Canyon geometry and the nocturnal urban heat island**: Comparison of scale model and field observations. *Journal of climatology*, New York, v. 1, n. 3, 1981. 237–254.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2. ed. London and New York: Routledge, 2005. 435p.

PANTAVOU, K., SANTAMOURIS, M., ASIMAKOPOULOS, D., THEOHARATOS, G. Empirical calibration of thermal indices in an urban outdoor Mediterranean environment. **Building and Environment**, v.8, p.283-292, 2014.

PEETERS, L; DEAR, R.; HENSEN, J.; D'HAESELEER, W. Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation. **Applied Energy**, v. 86, n. 5, maio, p. 772-780, 2009.

- PEARLMUTTER, D.; JIAO, D.; GARB, Y. The relationship between bioclimatic thermal stress and subjective thermal sensation in pedestrian spaces. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 10, p. 2111–2127, 2014.
- PICKUP, J.; DE DEAR, R. J. An outdoor thermal comfort index (OUT_SET*) - Part I - The model and its assumptions. *In: **Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium***. Selected papers from the Conference ICB – ICUC. WCASP 50: WMO/TD No. 1026. Sydney, Australia, 2000. p. 279 - 283.
- POTCHTER, O., COHEN, P., LIN, T., & MATZARAKIS, A. Science of the Total Environment Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. **Science of the Total Environment**, v. 631–632, p.390–406, 2018.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS. Portal de Informações Geográficas – Geo Pelotas. Disponível em: <https://geopelotas-pmpel.hub.arcgis.com/>. Acesso em: 20 ago., 2021.
- RAMÓN, F. **Ropa, sudor y arquitecturas**. Madrid: H. Blume, 1980.
- RANCURA, R. L. **Conforto térmico em espaços externos - feiras livres em Indaiatuba/SP**. 2011. 121 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
- RIBEIRO, C. A. M.; FIDELIS, C. N.; CARVALHO, H. J. M. Fator de visão do céu e ilhas de calor: geoprocessamento aplicado ao conforto urbano. *In: III CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA*, 3., 2008, Fortaleza - CE. **Anais [...]** Fortaleza: CONNEPI, 2008.
- RIBEIRO, K. F. A. **Calibração do índice de conforto térmico PET (temperatura fisiológica equivalente) em espaços abertos para a cidade de Cuiabá – MT**. 106p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2019.
- ROHLES, H. Temperature or temperament: a psychologist looks at thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, v. 86, n. 1, p. 5-13, 1980.
- ROMERO, M. A. B., BAPTISTA, G. M. D. M., LIMA, E. A. D., WERNECK, D. R., VIANNA, E. O., SALES, G. D. L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; **ETB**, 2019.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2ª. Edição. São Paulo: Projeto, 2001.
- ROSSI, F. A.; KRÜGER, E.; DRACH, P. Calibração do índice PET para Curitiba e Rio de Janeiro. *In: XIV ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 14., 2017, Balneário Camboriú-SC. **Anais [...]** Balneário Camboriú: ANTAC, 2017. p. 185-193.

ROSSI, F. A. **Proposição de metodologia e de modelo preditivo para avaliação da sensação térmica em espaços abertos em Curitiba. Curitiba.** 2012. 216f. Tese (Doutorado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RUAS, A. C. **Conforto térmico no ambiente de trabalho.** São Paulo: Fundacentro, 1999.

SALATA, F.; GOLASI, I.; de LIETO VOLLARO, R.; de LIETO VOLLARO, A. Outdoor thermal comfort in the Mediterranean area. A transversal study in Rome, Italy. **Building and Environment**, v. 96, p. 46–61, 2016.

SANGKERTADI, S.; SYAFRINY, R. New equation for estimating outdoor thermal comfort in humid-tropical environment. **European Journal of Sustainable Development**, v. 3(4), p. 43-52, 2014.

SILVA, F.T., ALVAREZ, C.E. An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort. **Building and Environment**. v. 87, p. 59–71, 2015.

SOUZA, L. C. L.; TENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. *In: Ambiente Construído*, Porto Alegre, 2010. p. 155-167.

SOUZA, S.; ANDRADE, T.; PITOMBO, C.; NERY, J.; FREIRE, M. Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador - BA. *In: XI ENCONTRO NACIONAL E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 11., 2011, Armação dos Búzios - RJ. **Anais [...]** Armação dos Búzios: ANTAC, 2011.

SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. **Building and Environment**, v.38, n.5, p.721–738, 2003.

THEEUWES, N. E.; STEENEVELD, G. J.; RONDA, R. J.; HOLTSLAG, A. A. M. A diagnostic equation for the daily maximum urban heat island effect for cities in northwestern Europe. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 1, p. 443-454, 2017.

THORSSON, S. HONJO, T., LINDBERG, F., ELIASSON, I. Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places. **Environment and Behavior**, v. 39, n. 5, p. 660-684, 2006.

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.; LINDQVIST, M.; LINDQVIST, S. Thermal Bioclimatic Conditions and Patterns of Behaviour in an Urban Park in Göteborg, Sweden. **International Journal of Biometeorology**, v. 48 (3), p. 149-156, 2004.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital, Pernambuco, 2006.

VELHO, S. I. P. **O efeito dos espaços verdes no conforto bioclimático**. Os jardins de Serralves. 2012.

WILMORE, Jack H. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Editora Manole Ltda., 2001.

YAHIA, M. W.; JOHANSSON, E. Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. **International Journal of Biometeorology**, v. 57, p. 615–630, 2013.

YANG, W.; WONG, N. H.; ZHANG, G. A comparative analysis of human thermal conditions in outdoor urban spaces in the summer season in Singapore and Changsha, China. **International Journal of Biometeorology**, v. 57, p. 895–907, 2013.